

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА
ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРАТИ

Рӯйхатга олинди

Ўзбекистон Республикаси Олий ва
Ўрта махсус таълим вазирлигининг

№ БД - 511000 -

~~2012~~ жыл "26" 12 даги "50%",

2012 йил « 26 » 12 / 12 / 2012 йил

Бонли бўйруғи билан тасдиқланди

2012 йил « 26 » 12

«ИҚТИСОДИЁТДА МИҚДОРИЙ УСУЛЛАР»

фанининг

ЎҚУВ ДАСТУРИ

Билим соҳаси:	100000	–	Гуманитар соҳа
Таълим соҳаси:	110000	–	Педагогика
Таълим йўналиши:	5111000	–	Касбий таълим (йўналишлар бўйича)

Билим соҳаси:	200000	– Ижтимоий соҳа, иқтисод ва ҳуқуқ
Таълим соҳаси:	230000	– Иқтисод
Таълим йўналиши:	5230100	– Иқтисодиёт (тармоқлар ва соҳалар бўйича)
	5231600	– Меҳнат иқтисодиёти ва социологияси
	5230200	– Менежмент (тармоқлар ва соҳалар бўйича)
	5230400	– Маркетинг (тармоқлар ва соҳалар бўйича)
	5230300	– Кичик бизнес ва хусусий тадбиркорликни ташкил этиш (тармоқлар бўйича)
	5231400	– Статистика (тармоқлар ва соҳалар бўйича)

Билим соҳаси:	300000	– Ишлаб чиқариш техник соҳа
Таълим соҳаси:	330000	– Компьютер технологиялари ва информатика
Таълим йўналиши:	5330200	– Информатика ва ахборот технологиялари (тармоқлар бўйича)

Билим соҳаси: 600000 – Хизматлар соҳаси
Таълим соҳаси: 610000 – Хизматлар кўрсатиш соҳаси
Таълим йўналиши: 5610100 – Хизматлар соҳаси (туризм ташкил қилиш ва бошқариш)
 5610200 – Меҳмонхона хўжалигини ташкил этиш ва бошқариш

Фаннинг ўқув дастури Олий ва ўрта махсус, касб – ҳунар таълими Ўқув – услубий бирлашмалари фаолиятини Мувофиқлаштирувчи кенгашининг 2012 йил “___” _____даги “___” – сонли мажлис баённомаси билан маъқулланган.

Фаннинг ўқув дастури Тошкент давлат иқтисодиёт университетида ишлаб чиқилди.

Тузувчилар:

1. Н.Р.Бекназарова – “Олий математика” кафедраси катта ўқитувчиси;
2. Каримов Ж.К. – “Олий математика” кафедраси катта ўқитувчиси.

Такризчилар:

1. Ш.Шарахметов – ТДИУ, “Олий математика” кафедраси мудири, физика – математика фанлари доктори, профессор;
2. К.С.Сафаева – ТМИ, «Математика» кафедраси профессори, иқтисод фанлари доктори.

Фаннинг ўқув дастури Тошкент давлат иқтисодиёт университетининг Ўқув – услубий кенгашида тавсия қилинган (2012 йил “___” _____даги “___” – сонли баённомаси).

КИРИШ

Ҳозирда мамлакатимизда кечаётган иқтисодий ислохотлар самараси, иқтисодни эркинлаштириш ва ривожлантиришдан иборатдир. Бу эса ўз навбатида, иқтисодиётни ривожлантириш учун зарур, математик моделларга асосланган оптимал бошқариш усуллари талаб этилади.

Ўзбекистон Республикаси Президенти И.А.Каримов Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлиси Қонунчилик палатаси ва Сенатининг қўшма мажлисидаги маърузасида Ўзбекистон Республикаси иқтисодиётини янада ривожлантириш борасида тўхталиб “... бизнинг якин истикболдаги энг муҳим вазифамиз бошлаган ишларимизни изчил давом эттириш – истеъмол талабини кенгайтириш мақсадида социал соҳани ривожлантириш, меҳнатга ҳақ тўлашни янада ошириш, хизмат кўрсатиш секторини, инфратузилма объектларини ривожлантиришга, транспорт ва коммуникация лойиҳалари амалга оширилишига алоҳида эътибор беришдир”¹ деб таъкидлаб ўтдилар.

Шунингдек, И.А.Каримов Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2011 йилнинг асосий йқунлари ва 2012 йилда Ўзбекистонни ижтимоий-иқтисодий ривожлантиришнинг энг муҳим устувор йўналишларига бағишланган маърузасида Ўзбекистон иқтисодиёти олдида турган асосий вазифалар тўғрисида тўхталиб, “... бугунги кескин рақобат шароитида маҳсулотларимизнинг жаҳон ва минтакавий бозорларда харидоргир бўлиши ва мустаҳкам ўрин эгаллаши учун бу борадаги ишларни яна бир бор танкидий кўриб чиқиш лозим. Бунда ташки бозорда харидорбоп, юкори ликвидли маҳсулотлар ишлаб чиқаришни кенгайтириш учун экспортга маҳсулот чиқарадиган корхоналарни рағбатлантиришни янада кучайтириш, уларга янги имтиёз ва преференциялар бериш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тайёрлаш зарур”² деб таъкидладилар.

«Иқтисодиётда миқдорий усуллар» фанининг муҳим жихати унинг амалиёт зарурати туфайли майдонга келганлигидир. Айниқса, иқтисодиётда тежамкорлик бош масалалардан бири бўлиб турган пайтда у муаммони экстремал масалалар сифатида ҳал қилиш муҳимдир. Иқтисодиётнинг турли тармоқларига математиканинг долзарб соҳаларини қўллаш билиш, қарор қабул қилишда бирор ечимни эмас, балки энг оқилона ечимни топиш каби масалалар бу курснинг бевосита вазифасидир.

Ўқув фанининг мақсади ва вазифалари

“Иқтисодиётда миқдорий усуллар” фанини ўқитишдан мақсад талабаларнинг назарий ва амалий иқтисодий масалаларни ҳал қилишда

¹ И.А.Каримов. Мамлакатимизда демократик ислохотларни янада чуқурлаштириш ва фуқаролик жамиятини ривожлантириш концепцияси: Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлиси Қонунчилик палатаси ва Сенатининг қўшма мажлисидаги маърузаси. Т.: Ўзбекистон, 2010. – 56 б.

² И.А.Каримов. 2012 йил Ватанимиз тараққиётини янги босқичга кўтарадиган йил бўлади: 2011 йилда мамлакатимизни ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш йқунлари ва 2012 йилга мўлжалланган энг муҳим устувор йўналишларга бағишланган ЎзР Вазирлар Маҳкамасининг мажлисидаги маърузаси. – Т.: Ўзбекистон, 2012. – 36 б.

ишлатиладиган математик аппаратнинг асослари билан таништириш, мантикий фикр юритиш қобилиятини ошириш, илмий адабиётларни мустақил ўрганишга одатлантириш, амалий иқтисодий масалаларни математик усуллар билан ечиш ва таҳлил қилиш ҳамда иқтисодий жараёнларнинг математик моделини тузиб, уларни математик усуллар билан ечишда кўникма ҳосил қилишдан иборат.

Иқтисодиётда микдорий усуллар” фанининг вазифаси математик моделлаштириш усулларини қўллаб, илмий асосланган иқтисодий қарорлар қабул қилишни биладиган, ҳўжаликлар фаолиятини бошқарувда ва бошқа иқтисодий муаммоларни ҳал қилишда математик моделларини қўллаб энг яхши (оптимал) ечимлар қабул қилишга қодир бўлган мутахассисларни тайёрлашдан иборат.

Фан бўйича талабаларнинг билимига, кўникмасига ва малакасига қўйиладиган талаблар

Фанни ўзлаштиришдан қўзланган мақсад талабаларнинг иқтисодиётда микдорий усулларни тушунишига ва иқтисодий масалаларни ечиш учун қўллай билишларига ўргатишдир.

- Иқтисодиётда микдорий усулларнинг иқтисодий жараёнларнинг оптимал ечимларини аниқлашдаги роли;

- математик моделларни тузиш ва таҳлил қилишни;

- асосий микдорий усулларни;

- маълумотларни қайта ишлаш воситаларини;

- иқтисодий жараёнларни формаллаштиришни;

- иқтисодий ҳолатларни таҳлил қилишни ва шунга мос қарор қабул қилишни;

- амалий пакетлардан фойдаланишни;

- иқтисодий масалаларни ечишда ахборот технологияларидан фойдаланишни;

- иқтисодий системаларни бошқаришда қабул қилган қарорларини асослашни ва интерпретациялашни билишлари лозим.

Фаннинг ўқув режасидаги бошқа фанлар билан ўзаро боғлиқлиги ва услубий жиҳатдан узвий кетма-кетлиги

«Иқтисодиётда микдорий усуллар» фанини ўрганиш ўқув режасида кўзда тутилган барча фанлар билан мустаҳкам ўзаро боғлиқдир. Айниқса, «Иқтисодий – математик усуллар ва моделлар», «Макроэкономика», «Эҳтимоллар назарияси ва математик статистика» «Олий математика» каби фанлар билан узвий боғланишга эга.

Фаннинг ишлаб чиқаришдаги ўрни

Бунда берилган объектнинг хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда, ундаги иқтисодий жараён формаллаштирилади, асосий параметрлар ажратиб олиниб, уларнинг ўзгариш қонуниятлари ва иқтисодий ҳоссаларидан фойдаланиб математик модел тузилади. Моделнинг адекват параметрлари

аникланиб, тегишли математик усуллар қўлланилиб берилган объект учун масаланинг ечими аникланади. Демак, «Иқтисодиётда миқдорий усуллар» фанининг асосий вазифаси математик моделлардан фойдаланган ҳолда математик усулларни ва иқтисодий тушунчаларни қўллаб оптимал ечимни топишдан иборат экан.

Фанни ўқитишдаги янги педагогик ва ахборот технологиялари

«Иқтисодиётда миқдорий усуллар» фанини ўқитишда мавжуд математик программалардан (Mathlab, Mathcad, Statistika ва ҳ.к.) – иқтисодий ҳисоблар пакетидан фойдаланиш, бу бўйича интернетда бериладиган маълумотлардан фойдаланиш, дарс ўтишнинг интерактив, пинборд техникаси, аклий ҳужум, кейс-стади очиқ маърузалар ўтказиш каби дарс ўтишнинг юқори савиядаги усулларида фойдаланиш кўзда тутилади. Мазкур фаннинг бўлимлари аниқ мисоллар, иқтисодий масалалар, уларни ечиш усуллари билан мустаҳкамланган бўлиб, шунга кўра бакалаврнинг аниқлик ва ноаниқлик шароитларидаги иқтисодий масалаларни таҳлил қилиш соҳасидаги билимларини тўлдиради.

АСОСИЙ ҚИСМ

Фан бўйича маъруза мавзулари ва уларнинг мазмуни

Кириш. Моделлар ва моделлаштириш

Моделлаштириш жараёнлари. Моделларнинг турлари. Миқдорий моделлар.

Чизиқли оптималлаштириш

Чизиқли програмалаштиришнинг математик моделлари. ОАК Produkt компанияси модели ҳақида. ОАК Produkt компаниясининг жадвали модели. Чизиқли програмалаштириш моделини электрон жадвалда тасвирлаш. ОАК Produkt моделни оптималлаштириш.

Чизиқли иқтисодий математик модели

Ресурслардан оптимал фойдаланиш масаласи. Қоришма ҳақида масала. Технологияларни оптимал танлаш ҳақида масала. Материалларни қирқиш ҳақида масала. Ишлаб чиқариш программасини тақсимлаш ҳақида масала (тақсимлаш масаласи).

Сезгирлик таҳлинини чизиқли оптималлаштириш

ОАК Produkt масаласини график усулида ечиш. Четки нукталар оптимал ечим. Мақсад функцияси коэффицентларини ўзгариши. Озод ҳадларни ўзгариши.

Чизикли программалаштиришда иккиланмалик ва иктисодиётда қўлланиши

Иккиланма иктисодий масалаларни ҳосил қилиш (фойдани максималлаштириш, харажатни минималлаштириш). Иккиланма масалаларни турлари. Иккиланмалик масаласининг асосий теоремалари. Иккиланма масалаларини ечиш усуллари. Канатаровичнинг оптималлик мезони.

Бутун сонли программалаштириш

Бутун сонли программалаштиришнинг қўйилиши. Саёхатчи ҳақида масала. Бутун сонли программалаштиришни ечиш усули. Кесувчи тенгламаларни тузиш.

Параметрлик программалаштириш

Максад функция параметрга боғлиқ бўлган параметрлик программалаштириш масаласини қўйилиши. Ечиш усули. Параметрик программалаштиришда иккиланмалик масаласи. Ечиш усули.

Чизикли программалаштиришнинг махсус масалалари

Транспорт масаласининг математик модели. Транспорт масаласининг асосий теоремалари. Транспорт масаласининг ечиш учун Брудно методи. Транспорт харажатлари ўзгаришининг иктисодий маъноси. Ечимнинг оптималлик шарти.

Чизиксиз программалаштириш масаласи

Чизиксиз программалаштириш масаласининг геометрик таҳлили. Чизиксиз программалаштириш масаласининг локал ва глобал ечимлари. Шартли ва шартсиз чизиксиз программалаштириш масалалари. Кун-Таккер теоремаси. Оптимал ечимни текширишда Кун-Таккер шарти.

Динамик программалаштириш

Беллманнинг рекуррент тенгламаси. Оптималлик принципи. Ўйинлар назариясининг элементлари. Ўйинлар назариясига кириш. Аралаш ва тоза стратегиялар. Эгар нукта. Минмакс принципи.

Амалий машғулотларни ташкил этиш бўйича кўрсатмалар ва тавсиялар

Амалий машғулотларда талабалар назарий билимларини қўллаб иктисодий масалаларни оптимал ечимларини топишни ўрганади. Шунингдек, ўрганилган методларни иқтисодий жараёнларга қўллаш, ечимни иқтисодий таҳлил қилишларга оид машқлар бажарадилар.

Лаборатория машғулотларнинг тахминий тавсия этиладиган мавзулари

1. Маҳсулот турлари ҳақидаги масала.
2. ОАК Produkt миедди мисолида коришма масаласини тузиш.
3. Жадвал тузиш масалалари.
4. чизиксиз программалаштириш масаласи.
5. Транспорт масаласини Microsoft Excel программасида ечиш.
6. Серияли ишлаб чикариш масаласини ечиш.
7. Потокли программалаштириш масаласини ечиш.
8. Бутун сонли программалаштириш Гомори усулида ечиш.
9. Параметрли программалаштириш масаласини ечиш.
10. Чизиксиз программалаштириш масаласини ечиш ва Кун-Таккер шартининг бажарилишини текшириш.

Лаборатория машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор – ўкитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар, масалалар тўплами ишлаб чиқилади. Унда талабаларга асосий маъруза мавзулари бўйича амалий масала ва мисоллар ечиш услуби ва мустақил ечиш учун масалалар келтирилди.

Курс ишини ташкил этиш бўйича услубий кўрсатмалар Фан бўйича курс иши ўқув режасида режалаштирилмаган

Мустақил ишни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни

Талаба мустақил ишининг асосий мақсади ўкитувчининг раҳбарлиги ва назоратида муайян ўқув ишларини мустақил равишда бажариш учун билим ва кўникмаларини шакллантириш ва ривожлантиришдир.

Талаба мустақил ишини ташкил этишда қуйидаги шакллардан фойдаланади:

- айрим назарий мавзуларни ўқув адабиётлари ёрдамида мустақил ўзлаштириш;
- берилган мавзулар бўйича ахборот (реферат) тайёрлаш;
- назарий билимларни амалиётда қўллаш;
- макет, модел ва намуналар яратиш;
- илмий мақола, анжуманга маъруза тайёрлаш ва ҳоказо.

Тавсия этилаётган мустақил ишларнинг мавзулари

1. Турли иктисодий жараёнларнинг математик моделларини тузиш.
2. Симплекс усули.
3. Сунъий базис усули.
4. Транспорт масаласи.
5. Чизикли программалаштиришда иккиланган масала.
6. Чизиксиз программалаштириш.
7. Лагранж кўпайтувчилар усули.
8. Қаварик программалаштириш.
9. Динамик программалаштириш.

11. Беллманнинг оптималик принципи.
12. Иктисодий масалаларни ўйинлар назариясининг усуллари ечиш.

Ахборот – услубий таъминот

Фанни ўқитишда ўқитишнинг интерфаол усулларида, ахборот – коммуникацияларининг презентацион, мультимедия, электрон-дидактик технологияларидан фойдаланилади.

Тавсия этиладиган адабиётлар

Асосий адабиётлар

1. А.Расулов, У.Далабаев. Иктисодиётда микдорий усуллар. –Т.: 2010. 305 б.
2. Жумаев Х.Н., Отаниёзов Б. ва бошқалар. Математик программалаштириш. Дарслик. -Т.: 2005. -230 б.
3. Сафаева Қ. Математик дастурлаш. Дарслик. -Т.: 2004. -320 б.
4. М.Раисов, Математик программалаштириш. Т.: 2009. – 230 б.
5. Шапкин А.С., Шапкин В.А. Математические методы и модели исследования операций. Учебник. -М.: 2009. 5-изд. -240 с.

Қўшимча адабиётлар

6. Ислон Каримов. 2012 йил Ватанимиз тараккиётини янги босқичга кўтарадиган йил бўлади. – Т.: “Ўзбекистон”, 2012. – 36 б.
7. Ўзбекистон Республикаси Президенти И.А.Каримовнинг 2011 йилда мамлакатимизни ижтимоий-иктисодий ривожлантириш якунлари ва 2012 йилга мўлжалланган энг муҳим устувор йўналишларга бағишланган Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг мажлисидаги “2012 йил Ватанимиз тараккиётини янги босқичга кўтарадиган йил бўлади” мавзусидаги маърузасини ўрганиш бўйича ўқув қўлланма. – “Ўқитувчи” НМИУ, 2012. – 282 б.
8. И.А.Каримов. Мамлакатимизда демократик ислохотларни янада чуқурлаштириш ва фуқаролик жамиятини ривожлантириш концепцияси: Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлиси Қонунчилик палатаси ва Сенатининг кўшма мажлисидаги маърузаси. Т.: Ўзбекистон, 2010. – 56 б.
9. “Мустаҳкам оила йили” давлат дастури тўғрисида. “Ишонч” газетаси. 2012 йил, 28 – феврал, 1 б.
10. Сафаева Қ., Шомансурова Ф. Математик программалаштиришдан масалалар тўплами. -Т.: ТМИ. 2003. -150 б.
11. Жумаев Х., Каримов Ж. Математик программалаштириш фанидан масалалар тўплами. ТДИУ. -Т.: 2005. -110 б.

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIIY VA O‘RTA
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

SAMARQAND IQTISODIYOT VA SERVIS INSTITUTI

Ro‘yxatga olindi

№ _____

2013 yil “___” _____

«TASDIQLAYMAN»

O‘quv ishlari bo‘yicha prorektor,
_____ dots. A.Bektemirov

“_10_” _____ iyul 2013 y

**“IQTISODIYOTDA MIQDORIY USULLAR”
fanining**

ISHCHI O‘QUV DASTURI

Bilim sohasi:	200000	-Ijtimoiy soha, iqtisod va huquq
Ta‘lim sohasi:	230000	- Iqtisod
Ta‘lim yo‘nalishi	5230200	-Menejment(turizm)

Samarqand – 2013

Fanning ishchi o'quv dasturi o'quv, ishchi o'quv reja va o'quv dasturiga muvofiq ishlab chiqildi.

Tuzuvchi:

1. Qarshiboyev X. – “Oliy matematika” kafedrası mudiri, fizika matematika fanlar nomzodi
2. Umarov T. – “Oliy matematika” kafedrası dotsenti, t.f.n;

Taqrizchilar:

1. Yaxshiboyev M – TATU Samarqand filiali “Tabiiy fanlar” kafedrası mudiri, fizika matematika fanlar nomzodi
2. Begmatov A.B. – “Oliy matematika” kafedrası dotsenti, fizika matematika fanlar nomzodi

Fanning ishchi o'quv dasturi “Oliy matematika” kafedrasining 2013 yil “4” iyul “10” - son yig'ilishida muhokamadan o'tgan va fakultet kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri: _____ **Qarshiboyev X.Q.**

Fanning ishchi o'quv dasturi institut o'quv-uslubiy kengashida muhokama etilgan va foydalanishga tavsiya qilingan. (2013yil 10 iyuldagi 12-sonli bayonnoma)

Kelishildi: O'quv uslubiyat bo'limi boshlig'i _____ **Shodmonov I.E**

KIRISH

Bozor iqtisodiyoti sharoitida aholining o'sib borayotgan ehtiyojini qondirish uchun, iqtisodiy ob'ektlarni boshqarishning optimal negizi bo'lgan matematik modellarga talab yana ortadi. Iqtisodiyotimizda erishilgan natijalar negizida iqtisodiyotda tarkibiy islohotlarni chuqurlashtirish va uni modernizatsiya qilishning puxta o'ylangan modeli va uzoq muddatga mo'ljallangan dasturini bosqichma-bosqich amalga oshirish bo'yicha olib borilayotgan tizimli, izchil, qat'iy harakatlar turganini ko'ramiz.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti I.A.Karimov O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisi Qonunchilik palatasi va Senatining Qo'shma majlisidagi ma'ruzasida O'zbekiston Respublikasi iqtisodiyotini yanada rivojlantirish borasida to'xtalib "... bizning yaqin istiqboldagi eng muhim vazifamiz boshlagan ishlarimizni izchil davom ettirish – iste'mol talabini kengaytirish maqsadida sotsial sohani rivojlantirish, mehnatga haq to'lashni oshirish, xizmat ko'rsatish sektorini, infratuzilma ob'ektlarini rivojlantirishga, transport va kommunikatsiya loyihalari oshirilishiga alohida e'tibor berishdir"¹ deb ta'kidlab o'tdilar.

"Iqtisodiyotda miqdoriy usullar" fanini o'qitishning asosiy maqsadi talabalarni iqtisodiy masalalarni optimal yechimlarini miqdoriy usullardan foydalanib aniqlash va ular haqida qaror qabul qilishdagi prinsiplar va usullar bilan chuqur tanishtirishdan, modellashtirilgan iqtisodiy masalalarni yechishga tatbiq qilinadigan usullarni tanlashdan va ularni yechish algoritmlarini o'rganishdan hamda topilgan yechimlarni tahlil etishdan iborat. Mazkur o'quv kursining asosiy maqsadlaridan yana biri iqtisodiy ko'rsatkichlar qiymatini hisoblash va bashoratlashtirishni belgilash, grafiklarini chizish va ularni talqin etish haqidagi bilimlarni o'rgatish hamda ularni real iqtisodiy jarayonlarga tadbiq etish ko'nikmalarini hosil qilishdan iboratdir. Iqtisodiy masalalarni nazariy va amaliy hal qilishda ishlatiladigan matematik usullar bilan tanishtirish, mantiqiy fikr yuritish qobiliyatini oshirish, ilmiy Adabiyotlarni mustaqil o'rganishga odatlantirishdan iborat.

Ma'lumki, moliyaviy – iqtisodiy bozor ko'plab tasodifiy faktorlarga bog'liq ob'ekt bo'lganligi uchun statistik ma'lumotlarni tahlil qilib bog'lanishlarni aniqlash, umumiy qonuniyatlarni topish, riskni miqdoriy baholash va boshqarish, loyihalarning optimal parametrlarini aniqlash, qaror qabul qilish, prognozlar berish bo'yicha model va metodlar berish matematik fanlar zimmasiga yuklatilgan.

«Iqtisodiyotda miqdoriy usullar» fanining muhim jihati uning amaliyot zarurati tufayli maydonga kelganligidir. Ayniksa, iqtisodiyotda tejamkorlik bosh masalalardan biri bo'lib turgan paytda u muammoni ekstremal masalalar sifatida hal qilish muhimdir. Iqtisodiyotning turli tarmoqlariga matematikaning dolzarb sohalarini qo'llay bilish, qaror qabul qilishda biror yechimni emas, balki eng oqilona yechimni topish kabi masalalar bu kursning bevosita vazifasidir.

O'quv fanining maqsad va vazifalari

¹ I.A.Karimov. Mamlakatimizda demokratik islohotlarni yanada chuqurlashtirish va fuqarolik jamiyatini rivojlantirish konsepsiyasi: Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлиси Қонунчилик палатаси ва Сенатининг қўшма мажлисидаги маърузаси. Т.: Ўзбекистон, 2010. – 56 б.

“Iqtisodiyotda miqdoriy usullar” fanini o‘qitishdan maqsad talabalarning nazariy va amaliy iqtisodiy masalalarni hal qilishda ishlatiladigan matematik apparatning asoslari bilan tanishtirish, mantiqiy fikr yuritish qobiliyatini oshirish, ilmiy Adabiyotlarni mustaqil o‘rganishga odatlantirish, amaliy iqtisodiy masalalarni matematik usullar bilan yechish va tahlil qilish hamda iqtisodiy jarayonlarni matematik modelini tuzib, ularni matematik usullar bilan yechishda ko‘nikma hosil qilishdan iborat.

“Iqtisodiyotda miqdoriy usullar” fanining vazifasi matematik modellash tirish usullarini qo‘llab, ilmiy asoslangan iqtisodiy qarorlar qabul qilishni biladigan, xo‘jaliklar faoliyatini boshqaruvda va boshqa iqtisodiy muammolarni hal qilishda Iqtisodiyotda miqdoriy usullar usullarini qo‘llab eng yaxshi (optimal) yechimlar qabul qilishga qodir bo‘lgan mutaxassislarni tayyorlashdan iborat.

Fan bo‘yicha talabalarning bilimiga, ko‘nikmasiga va malakasiga qo‘yiladigan talablar

Fanni o‘zlashtirishdan ko‘zlangan maqsad talabalarning Iqtisodiyotda miqdoriy usullarni tushunishiga va iqtisodiy masalalarni yechish uchun qo‘llay bilishlariga o‘rgatishdir.

- Iqtisodiyotda miqdoriy usullarning iqtisodiy jarayonlarning optimal yechimlarini aniqlashdagi roli;
- matematik modellarni tuzish va tahlil qilishni;
- asosiy miqdoriy usullarni;
- ma’lumotlarni qayta ishlash vositalarini;
- iqtisodiy jarayonlarni formallashtirishni;
- iqtisodiy holatlarni tahlil qilishni va shunga mos qaror qabul qilishni;
- amaliy paketlardan foydalanishni;
- iqtisodiy masalalarni yechishda axborot texnologiyalaridan foydalanishni;
- iqtisodiy sistemalarni boshqarishda qabul qilgan qarorlarini asoslashni va interpretatsiyalashni bilishlari lozim.

Fanning o‘quv rejadagi boshqa fanlar bilan o‘zaro bog‘liqligi va uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligi

«Iqtisodiyotda miqdoriy usullar» fanini o‘rganish o‘quv rejasida ko‘zda tutilgan barcha fanlar bilan mustahkam o‘zaro bog‘liqdir. Ayniqsa, «Matematik modellash tirish», «Makroekonomika», «Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika» «Oliy matematika (iqtisodchilar uchun)», «Graflar nazariyasi», «Ma’lumotlarni kompyuterda qayta ishlash» kabi fanlari bilan mustahkam bog‘lanishga ega.

Fanning ishlab chiqarishdagi o‘rni

Bunda berilgan ob‘ektning xususiyatlaridan kelib chiqqan holda, undagi iqtisodiy jarayon formallashtiriladi, asosiy parametrlar ajratib olinib, ularning o‘zgarish qonuniyatlari va iqtisodiy xossalariidan foydalanib matematik model tuziladi. Modelning adekvat parametrlari aniqlanib, tegishli matematik usullar qo‘llanilib berilgan ob‘ekt uchun masalaning yechimi aniqlanadi. Demak, «Iqtisodiyotda miqdoriy usullar» fanining asosiy vazifasi matematik

modellardan foydalangan holda matematik usullarni va iqtisodiy tushunchalarni qo'llab optimal yechimni topishdan iborat ekan.

Fanni o'qitishdagi yangi pedagogik va axborot texnologiyalari

«Iqtisodiyotda miqdoriy usullar» fanini o'qitishda mavjud matematik programmalar (Mathlab, Mathcad, Statistika va h.k.) – iqtisodiy hisoblar paketidan foydalanish, bu bo'yicha internetda beriladigan ma'lumotlardan foydalanish, dars o'tishning interaktiv, pinbord texnikasi, aqliy hujum, keys-stadi ochiq ma'ruzalar o'tkazish kabi dars o'tishning yuqori saviyadagi usullaridan foydalanish ko'zda tutiladi. Mazkur fanning bo'limlari aniq misollar, iqtisodiy masalalar, ularni yechish usullari bilan mustahkamlangan bo'lib, shunga ko'ra bakalavrning aniqlik va noaniqlik sharoitlaridagi iqtisodiy masalalarni tahlil qilish sohasidagi bilimlarini to'ldiradi.

Shaxsga yo'naltirilgan ta'lim. Bu ta'lim o'z mohiyatiga ko'ra ta'lim jarayonining barcha ishtirokchilarini to'laqonli rivojlanishlarini ko'zda tutadi. Bu esa ta'limni loyihalashtirilayotganda, albatta, ma'lum bir ta'lim oluvchining shaxsini emas, avvalo, kelgusidagi mutaxassislik faoliyati bilan bog'liq o'qish maqsadlaridan kelib chiqqan holda yondoshilishni nazarda tutadi.

Tizimli yondoshuv. Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam etmog'i lozim: jarayonning mantiqiyligi, uning barcha bo'g'inlarini o'zaro bog'langanligi, yaxlitligi.

Faoliyatga yo'naltirilgan yondoshuv. Shaxsning jarayonli sifatlarini shakllantirishga, ta'lim oluvchining faoliyatni aktivlashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha qobiliyati va imkoniyatlari, tashabbuskorligini ochishga yo'naltirilgan ta'limni ifodalaydi.

Dialogik yondoshuv. Bu yondoshuv o'quv munosabatlarini yaratish zaruriyatini bildiradi. Uning natijasida shaxsning o'z-o'zini faollashtirishi va o'z-o'zini ko'rsata olishi kabi ijodiy faoliyati kuchayadi.

Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish. Demokratik, tenglik, ta'lim beruvchi va ta'lim oluvchi faoliyat mazmunini shakllantirishda va erishilgan natijalarni baholashda birgalikda ishlashni joriy etishga e'tiborni qaratish zarurligini bildiradi.

Muammoli ta'lim. Ta'lim mazmunini muammoli tarzda taqdim qilish orqali ta'lim oluvchi faoliyatini aktivlashtirish usullaridan biri. Bunda ilmiy bilimni ob'ektiv qarama-qarshiligi va uni hal etish usullarini, dialektik mushohadani shakllantirish va rivojlantirishni, amaliy faoliyatga ularni ijodiy tarzda qo'llashni mustaqil ijodiy faoliyati ta'minlanadi.

Axborotni taqdim qilishning zamonaviy vositalari va usullarini qo'llash - yangi kompyuter va axborot texnologiyalarini o'quv jarayoniga qo'llash.

O'qitishning usullari va texnikasi. Ma'ruza (kirish, mavzuga oid, vizuallash), muammoli ta'lim, keys-stadi, pinbord, paradoks va loyihalash usullari, amaliy ishlar.

O'qitishni tashkil etish shakllari: dialog, polilog, muloqot hamkorlik va o'zaro o'rganishga asoslangan frontal, kollektiv va guruh.

O'qitish vositalari: o'qitishning an'anaviy shakllari (darslik, ma'ruza matni) bilan bir qatorda – kompyuter va axborot texnologiyalari.

Kommunikatsiya usullari: tinglovchilar bilan operativ teskari aloqaga asoslangan bevosita o'zaro munosabatlar.

Teskari aloqa usullari va vositalari: kuzatish, blits-so'rov, oraliq va joriy va yakunlovchi nazorat natijalarini tahlili asosida o'qitish diagnostikasi.

Boshqarish usullari va vositalari: o'quv mashg'uloti bosqichlarini belgilab beruvchi texnologik karta ko'rinishidagi o'quv mashg'ulotlarini rejalashtirish, qo'yilgan maqsadga erishishda o'qituvchi va tinglovchining birgalikdagi harakati, nafaqat auditoriya mashg'ulotlari, balki auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarning nazorati.

Monitoring va baholash: o'quv mashg'ulotida ham butun kurs davomida ham o'qitishning natijalarini rejali tarzda kuzatib borish. Kurs oxirida test topshiriqlari yoki yozma ish variantlari yordamida tinglovchilarning bilimlari baholanadi.

"Iqtisodiyotda miqdoriy usullar" fanini o'qitish jarayonida kompyuter texnologiyasidan, "Exzel" elektron jadvallar dasturlaridan foydalaniladi. Ayrim mavzular bo'yicha talabalar bilimini baholash test asosida va kompyuter yordamida bajariladi. "Internet" tarmog'idagi rasmiy iqtisodiy ko'rsatkichlaridan foydalaniladi, tarqatma materiallar tayyorlanadi, test tizimi hamda tayanch so'z va iboralar asosida oraliq va yakuniy nazoratlar o'tkaziladi.

Fanga ajratilgan o'quv soatlari o'quv turlari bo'yicha taqsimoti

№	Mavzularning nomi	Auditoriya soatlari			Must. ish
		Jami	Shu jumladan		
			Maʼruza	Labor.mashgʻ.	
1.	Modellar va modellash	10	2	2	6
2	Chiziqli optimallashtirish	14	4	2	8
3	Chiziqli iqtisodiy matematik modeli	12	4	2	6
4.	Sezgirlik taʼlimini chiziqli optimallashtirish	12	4	2	6
5.	Chiziqli programma-lashtirishda ikkilanmalik va iqtisodiyotda qoʻllanishi	12	4	2	6
6.	Butun sonli programmalashtirish	12	4	2	6
7.	Parametrlilik programmalashtirish	12	4	2	6
8.	Chiziqli programmalash-tirishning maxsus masalalari	12	4	2	6
9.	Chiziqsiz programmalash-tirish masalasi	12	4	2	6
10.	Dinamik programmalashtirish	12	4	2	6
	Jami:	120	38	20	62

ASOSIY QISM.

Kirish. Modellar va modellash. Modellash jarayonlari. Modellarning turlari. Miqdoriy modellar.

Qo'llaniladigan pedagogik texnologiyalar: Aqliy hujum, interaktiv usul, pindbord texnikasi usuli.

Adabiyotlar. A1,A2,A5,A7,A9 Q1,Q2,Q3

Chiziqli optimallashtirish.

Chiziqli programlashtirish masalasining qo'yilishi va yechish usullari. Optimallashtirish masalasi. Yechimning optimallik sharti. Masalaning optimal yechim mavjudligi sharti. Simpleks jadvalni to'g'rlashda to'rtburchak usuli. Sun'iy bazis yordamida tayanch va optimal yechimni topish.

Qo'llaniladigan pedagogik texnologiyalar: Aqliy hujum, interaktiv usul, pindbord texnikasi usuli.

Adabiyotlar. A1,A7,A8,A9 Q5,Q6

Chiziqli iqtisodiy matematik modeli

Resurslardan optimal foydalanish masalasi. Korishma xaqida masala. Texnologiyalarni optimal tanlash xaqida masala. Materiallarni qirqish xaqida masala. Ishlab chiqarish programmasini taqsimlash xaqida masala (taqsimlash masalasi). **Qo'llaniladigan pedagogik texnologiyalar:** Aqliy hujum, interaktiv usul, pindbord texnikasi usuli.

Chiziqli programlashtirishda ikkilanmalik va iqtisodiyotda qullanishi

Ikkilanma iqtisodiy masalalarni hosil qilish (foydani maksimallashtirish, harajatni minimallashtirish). Ikkilanma masalalarni turlari. Ikkilanmalik masalasining asosiy teoremlari. Ikkilanma masalalarini yechish usullari. Kanatarovichning optimallik mezoni.

Qo'llaniladigan pedagogik texnologiyalar: Aqliy hujum, interaktiv usul, pindbord texnikasi usuli.

Adabiyotlar. A1,A2,A6,A7,A8,A10 Q4,Q5,Q6

Butun sonli programlashtirish

Butun sonli programlashtirishning quyilishi. Sayoxatchi xaqida masala. Butun sonli programlashtirishni yechish usuli. Kesuvchi tenglamalarni tuzish.

Qo'llaniladigan pedagogik texnologiyalar: Aqliy hujum, interaktiv usul, pindbord texnikasi usuli.

Adabiyotlar. A1,A6,A7,A8,A10 Q4,Q5

Parametrlilik programlashtirish

Maqsad funkqiya parametrga bog'liq bulgan parametrlilik programlashtirish masalasini quyilishi. Yechish usuli. Parametrik programlashtirishda ikkilanmalik masalasi. Yechish usuli.

Qo'llaniladigan pedagogik texnologiyalar: Aqliy hujum, interaktiv usul, pindbord texnikasi usuli.

Adabiyotlar. A1,A6,A7,A10 Q3,Q4

Chiziqli programmalashtirishning maxsus masalalari

Transport masalasining matematik modeli. Transport masalasining asosiy teoremlari. Transport masalasining yechish uchun Brudno metodi. Transport harajatlari uzgarishining iqtisodiy ma'nosi. Yechimning optimallik sharti.

Qo'llaniladigan pedagogik texnologiyalar: Aqliy hujum, interaktiv usul, pindbord texnikasi usuli.

Adabiyotlar. A1,A6,A7,A10 Q3,Q4

Chiziqsiz programmalashtirish masalasi

Chiziqsiz programmalashtirish masalasining geometrik taxlili. Chiziqsiz programmalashtirish masalasining lokal va global yechimlari. Shartli va shartsiz chiziqsiz programmalashtirish masalalari. Kun-Takker teoremasi. Optimal yechimni tekshirishda Kun-Takker sharti.

Qo'llaniladigan pedagogik texnologiyalar: Aqliy hujum, interaktiv usul, pindbord texnikasi usuli.

Adabiyotlar. A1,A6,A7,A10 Q3,Q4

Dinamik programmalashtirish

Bellmanning rekkurent tenglamasi. Optimallik prinqipi. Uyinar nazariyasining elementlari. Uyinar nazariyasiga kirish. Aralash va toza strategiyalar. Egar nuqta. Minmaks prinqipi.

Qo'llaniladigan pedagogik texnologiyalar: Aqliy hujum, interaktiv usul, pindbord texnikasi usuli.

Adabiyotlar. A1,A6,A7,A10 Q3,Q4

O'yinlar nazariyasi

Nizoli vaziyatlar. Juftlik o'yini. Cheklangan va cheklanmagan o'yinlar. O'yin strategiyasi. Optimal strategiya. Anqlik shartida qarorlar qabul qilish.. O'yin va o'yin qoidalari. Raqobatli holat. 0-summali o'yin. Optimal strategiya. To'lov funksiyasi. To'lovlar va yutuqlar matritsasi. O'yinning quyi va yuqori bahosi. O'yin yechimi (bahosi). Maksimin va minimaks strategiyalar.

Qo'llaniladigan pedagogik texnologiyalar: Aqliy hujum, interaktiv usul, pindbord texnikasi usuli.

Adabiyotlar. A1,A2,A5,A6,A7,A9 Q4,Q5,Q6

**“Iqtisodiyotda miqdoriy usullar” fani bo‘yicha ma’ruza mashg‘ulotining
kalendar tematik rejasi**

t/r	Ma’ruza mavzulari(barcha)	soat
I- Kirish. Modellar va modellash		
1.1	Modellashtirish jarayonlari. Modellarning turlari. Miqdoriy modellar.	2
II- Chiziqli optimallashtirish		
2.1	Chiziqli programallashtirish masalasining qo'yilishi va yechish usullari. Optimallashtirish masalasi. Yechimning optimallik sharti. Masalaning optimal yechim mavjudligi sharti.	2
2.2	Simpleks jadvalni to'g'rlashda to'rtburchak usuli. Sun'iy bazis yordamida tayanch va optimal yechimni topish	2
III- Chiziqli iqtisodiy matematik modeli		
3.1	Resurslardan optimal foydalanish masalasi. Korishma xaqida masala. Texnologiyalarni optimal tanlash xaqida masala.	2
3.2	Materiallarni qirqish xaqida masala. Ishlab chiqarish programmasini taqsimlash xaqida masala (taqsimlash masalasi).	2
IV- Chiziqli programallashtirishda ikkilanmalik va iqtisodiyotda qo'llanishi		
4.1	Ikkilanma iqtisodiy masalalarni hosil qilish (foydani maksimallashtirish, harajatni minimallashtirish). Ikkilanma masalalarni turlari.	2
4.2	Ikkilanmalik masalasining asosiy teoremlari. Ikkilanma masalalarini yechish usullari. Kanatarovichning optimallik mezon.	2
V- Butun sonli programallashtirish		
5.1	Butun sonli programallashtirishning quyilishi. Sayoxatchi xaqida masala.	2
5.2	Butun sonli programallashtirishni yechish usuli. Kesuvchi tenglamalarni tuzish.	2
VI- Parametrik programallashtirish		
6.1	Maqsad funkqiya parametrga bog'liq bulgan parametrik programallashtirish masalasini quyilishi. Yechish usuli.	2
6.2	Param yetik programallashtirishda ikkilanmalik masalasi. Yechish usuli.	2
VII- Chiziqli programallashtirishning maxsus masalalari		
7.1	Transport masalasining matematik modeli. Transport masalasining asosiy teoremlari. Transport masalasining yechish uchun Brudno metodi.	2
7.2	Transport harajatlari uzgarishining iqtisodiy ma'nosi. Yechimning optimallik sharti.	2
VIII- Chiziqsiz programallashtirish masalasi		
8.1	Chiziqsiz programallashtirish masalasining geometrik taxlili. Chiziqsiz programallashtirish masalasining lokal va global	2

	yechimlari.	
8.2	Shartli va shartsiz chiziqsiz programmalashtirish masalalari. Kun-Takker teoremasi. Optimal yechimni tekshirishda Kun-Takker sharti.	2
IX- Dinamik programmalashtirish		
9.1	Dinamik programmalashtirish masalasining umumiy qo'yilishi	2
9.2	Bellmannning rekkurent tenglamasi. Optimallik printsipli.	2
X- O'yinlar nazariyasi		
10.1	Nizoli vaziyatlar. Juftlik o'yini. Cheklangan va cheklanmagan o'yinlar. O'yin strategiyasi. Optimal strategiya. Aniqlik shartida qarorlar qabul qilish.. O'yin va o'yin qoidalari.	2
10.2	O'yinlar nazariyasiga kirish. Aralash va toza strategiyalar. Egar nuqta. Minmaks printsipli.	2
Jami		38

2. LABORATORIYA MASHG'ULOTLAR tavsiya etiladigan mavzulari

1. Mahsulot turlari xaqidagi masala.
2. Transport masalasini Microsoft Exsel programmasida yechish.
3. Butun sonli programmalashtirish Gomori usulida yechish.
4. Dinamik programmalashtirish masalasini yechish.
5. Chiziqsiz programmalashtirish masalasini yechish va Kun-Takker shartining bajarilishini tekshirish.

Laboratoriya mashg'ulotlarni tashkil etish bo'yicha kafedra professor – o'qituvchilari tomonidan ko'rsatma va tavsiyalar, masalalar to'plami ishlab chiqiladi. Unda talabalarga asosiy ma'ruza mavzulari bo'yicha amaliy masala va misollar yechish uslubi va mustaqil yechish uchun masalalar keltirildi.

“Iqtisodiyotda miqdoriy usullar” fani bo'yicha laboratoriya mashg'ulotining kalendar tematik rejasi

t/r	Laboratoriya (barcha)	soat
1	Mahsulot turlari xaqidagi masala.	4
2	Transport masalasini Microsoft Exsel programmasida yechish.	4
3	Butun sonli programmalashtirish Gomori usulida yechish.	4
4	Dinamik programmalashtirish masalasini yechish.	4
5	Chiziqsiz programmalashtirish masalasini yechish va Kun-Takker shartining bajarilishini tekshirish.	4
Jami		20

Mustaqil ishni tashkil etishning shakli va mazmuni

Talaba mustaqil ishining asosiy maqsadi uqituvchining raxbarligi va nazoratida muayyan uquv ishlarini mustaqil ravishda bajarish uchun bilim va kunikmalarini shakllantirish va rivojlantirishdir.

Talaba mustaqil ishini tashkil etishda quyidagi shakllardan foydalanadi:

- ayrim nazariy mavzularni uquv adabiyotlari yordamida mustaqil uzlashtirish;
- berilgan mavzular buyicha axborot (referat) tayyorlash;
- nazariy bilimlarni amaliyotda qullash;
- maket, model va namunalar yaratish;
- ilmiy maqola, anjumanga ma'ruza tayyorlash va xokazo.

Tavsiya etilayotgan mustaqil ishlarning mavzulari

1. Turli iqtisodiy jarayonlarning matematik modellarini tuzish.
2. Simpleks usuli.
3. Sun'iy bazis usuli.
4. Chetki nuqtalar optimal yechim/
5. Transport masalasi.
6. Chiziqli programmalashtirishda ikkilangan masala.
7. Chiziqsiz programmalashtirish.
8. Lagranj kupaytuvchilar usuli.
9. Kavariq programmalashtirish.
10. Dinamik programmalashtirish.
11. Bellmanning optimalik prinqipi.
12. Iqtisodiy masalalarni uyinlar nazariyasining usullari yechish.

Axborot - uslubiy ta'minot

Fanni uqitishda uqitishning interfaol usullaridan, axborot - kommunikaqiylarining prezentaqion, multimediya, elektron-didaktik texnologiyalaridan foydalaniladi.

Talabalar mustaqil ta'limining mazmuni va hajmi

№	Mustaqil ta'lim mavzulari	Bajar. muddat	Mustaqil ta'lim
1.	Turli iqtisodiy jarayonlarning matematik modellarini tuzish	1,2 -haftalar	6
2.	Simpleks usuli.	3,4, - haftalar	8
3.	Sun'iy bazis usuli.	5,6- haftalar	6
4.	Transport masalasi.	7,8– haftalar	6
5.	Chiziqli programmalashtirishda ikkilangan masala.	9,10 -haftalar	6
6.	Chiziqsiz programmalashtirish.	11,12 - haftalar	6
7.	Lagranj kupaytuvchilar usuli.	13,14 - haftalar	6
8.	Kavariq programmalashtirish.	15 - haftalar	6
9.	Dinamik programmalashtirish.	16,17 - haftalar	6
10.	Bellmanning optimalik prinqipi.		6

11.	Iqtisodiy masalalarni uyinlar nazariyasining usullari yechish.	18 - haftalar	6
<i>Jami</i>			62

Dasturning informatsion uslubiy ta'minoti

Mazkur fanni o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari, pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini qo'llash nazarda tutilgan:

- Iqtisodiyotda miqdoriy usullarning iqtisodiy jarayonlarning optimal yechimlarini aniqlashdagi roli;
- iqtisodiy masalalarni yechishda axborot texnologiyalaridan foydalanishni;
- iqtisodiy sistemalarni boshqarishda qabul qilgan qarorlarini asoslashni va interpretatsiyalashni bilishlari lozim.

“Iqtisodiyotda miqdoriy usullar” fanidan talabalar bilimni reyting tizimi asosida baholash mezonlari.

“Iqtisodiyotda miqdoriy usullar” fani bo'yicha reyting jadvallari, nazorat turi, shakli, soni hamda har bir nazoratga ajratilgan maksimal ball, shuningdek joriy va oraliq nazoratlarining saralash ballari haqidagi ma'lumotlar fan bo'yicha birinchi mashg'ulotda talabalarga e'lon qilinadi.

Fan bo'yicha talabalarning bilim saviyasi va o'zlashtirish darajasining Davlat ta'lim standartlariga muvofiqligini ta'minlash uchun quyidagi nazorat turlari o'tkaziladi: **joriy nazorat (JN)** – talabaning fan mavzulari bo'yicha bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Joriy nazorat fanning xususiyatidan kelib chiqqan holda amaliy mashg'ulotlarda og'zaki so'rov, test o'tkazish, suhbat, nazorat ishi, kollektivum, uy vazifalarini tekshirish va shu kabi boshqa shakllarda o'tkazilishi mumkin; **oraliq nazorat (ON)** – semestr davomida o'quv dasturining tegishli (fanlarning bir necha mavzularini o'z ichiga olgan) bo'limi tugallangandan keyin talabaning nazariy bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Oraliq nazorat bir semestrda ikki marta o'tkaziladi va shakli (yozma, og'zaki, test va hokazo) o'quv faniga ajratilgan umumiy soatlar hajmidan kelib chiqqan holda belgilanadi; **yakuniy nazorat (YAN)** – semestr yakunida muayyan fan bo'yicha nazariy bilim va amaliy ko'nikmalarni talabalar tomonidan o'zlashtirish darajasini baholash usuli. Yakuniy nazorat asosan tayanch tushuncha va iboralarga asoslangan “Yozma ish” shaklida o'tkaziladi.

ON o'tkazish jarayoni kafedra mudiri tomonidan tuzilgan komissiya ishtirokida muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, **ON** natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda **ON** qayta o'tkaziladi.

Oliy ta'lim muassasasi rahbarining buyrug'i bilan ichki nazorat va monitoring bo'limi rahbarligida tuzilgan komissiya ishtirokida **YAN** ni o'tkazish jarayoni muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, **YAN** natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda **YAN** qayta o'tkaziladi.

Talabaning bilim saviyasi, ko'nikma va malakalarini nazorat qilishning reyting tizimi asosida talabaning fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi ballar orqali ifodalanadi.

«Iqtisodiyotda miqdoriy usullar» fani bo'yicha talabalarning semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi 100 ballik tizimda baholanadi.

Ushbu 100 ball baholash turlari bo'yicha quyidagicha taqsimlanadi:
YA.N.-30 ball, qolgan 70 ball esa J.N.-35 ball va O.N.-35 ball qilib taqsimlanadi.

Ball	Baho	Talabalarning bilim darajasi
86-100	A'lo	Xulosa va qaror qabul qilish. Ijodiy fikrlay olish. Mustaqil mushohada yurita olish. Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish. Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
71-85	Yaxshi	Mustaqil mushohada qilish. Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish. Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
55-70	Qoniqarli	Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
0-54	Qoniqarsiz	Aniq tasavvurga ega bo'lmaslik. Bilmaslik.

Fan bo'yicha saralash bali 55 ballni tashkil etadi. Talabaning saralash balidan past bo'lgan o'zlashtirishi reyting daftarchasida qayd etilmaydi.

Talabalarining o'quv fani bo'yicha mustaqil ishi joriy, oraliq va yakuniy nazoratlar jarayonida tegishli topshiriqlarni bajarishi va unga ajratilgan ballardan kelib chiqqan holda baholanadi.

Talabaning fan bo'yicha reytingi quyidagicha aniqlanadi: $R = \frac{V \cdot O'}{100}$ bu yerda: V- semestrda fanga ajratilgan umumiy o'quv yuklamasi (soatlarda); O' - fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi (ballarda).

Fan bo'yicha joriy va oraliq nazoratlarga ajratilgan umumiy ballning 55 foizi saralash ball hisoblanib, ushbu foizdan kam ball to'plagan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

Joriy JN va oraliq ON turlari bo'yicha 55 bal va undan yuqori balni to'plagan talaba fanni o'zlashtirgan deb hisoblanadi va ushbu fan bo'yicha yakuniy nazoratga kirmasligiga yo'l qo'yiladi.

Talabaning semestr davomida fan bo'yicha to'plagan umumiy bali har bir nazorat turidan belgilangan qoidalarga muvofiq to'plagan ballari yig'indisiga teng.

ON va YAN turlari kalendar tematik rejaga muvofiq dekanat tomonidan tuzilgan reyting nazorat jadvallari asosida o'tkaziladi. YAN semestrning oxirgi 2 haftasi mobaynida o'tkaziladi.

JN va ON nazoratlarda saralash balidan kam ball to'plagan va uzrli sabablarga ko'ra nazoratlarda qatnasha olmagan talabaga qayta topshirish uchun, navbatdagi shu nazorat turigacha, so'nggi joriy va oraliq nazoratlar uchun esa yakuniy nazoratgacha bo'lgan muddat beriladi.

Talabaning semestrda JN va ON turlari bo'yicha to'plagan ballari ushbu nazorat turlari umumiy balining 55 foizidan kam bo'lsa yoki semestr yakuniy joriy, oraliq va yakuniy nazorat turlari bo'yicha to'plagan ballari yig'indisi 55 balidan kam bo'lsa, u akademik qarzidor deb hisoblanadi. Talaba nazorat natijalaridan norozi bo'lsa, fan bo'yicha nazorat turi natijalari e'lon qilingan vaqtdan boshlab bir kun mobaynida fakultet dekaniga ariza bilan murojaat etishi mumkin. Bunday holda fakultet dekanining taqdimnomasiga ko'ra rektor buyrug'i bilan 3 (uch) a'zodan kam bo'lmagan tarkibda apellyatsiya komissiyasi tashkil etiladi.

Apellyatsiya komissiyasi talabalarning arizalarini ko'rib chiqib, shu kunning o'zida xulosasini bildiradi.

Baholashning o'rnatilgan talablar asosida belgilangan muddatlarda o'tkazilishi hamda rasmiylashtirilishi fakultet dekani, kafedra muduri, o'quv-uslubiy boshqarma hamda ichki nazorat va monitoring bo'limi tomonidan nazorat qilinadi.

Talabalar ON dan to'playdigan ballarning mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	ON ballari		
		maks	1-ON	2-ON
1	Darslarga qatnashganlik darajasi. Ma'ruza darslaridagi faolligi, konspekt daftarlarining yuritilishi va to'liqligi.	10	0-5	0-5
2	Talabalarning mustaqil ta'lim topshiriqlarini o'z vaqtida va sifatli bajarishi va o'zlashtirish.	10	0-5	0-5
3	Yozma ish, og'zaki savol-javoblar, kollokvium va boshqa nazorat turlari natijalari bo'yicha	15	0-7	0-8
Jami ON ballari		35	0-17	0-18

Talabalar JN dan to'playdigan ballarning mezonlari

№	Ko'rsatkichlar	JN ballari		
		maks	1 -JN	2-JN
1	Darslarga qatnashganlik va o'zlashtirishi darajasi. Laboratoriya mashg'ulotlardagi faolligi, laboratoriya mashg'ulot daftarlarining yuritilishi va holati. Yozma nazorat ishi.	5	0-2	0-3
2	Mustaqil ta'lim topshiriqlarining o'z vaqtida va sifatli bajarilishi. Mavzular bo'yicha laboratoriya ishlarini bajarilish va o'zlashtirishi darajasi.	10	0-5	0-5
3	Yozma va laboratoriya ishlarini topshirish.	20	0-10	0-10
Jami JN ballari		35	0-18	0-17

Yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida belgilangan bo'lsa, u holda yakuniy nazorat 30 ballik "Yozma ish" variantlari asosida o'tkaziladi.

Agar yakuniy nazorat markazlashgan test asosida tashkil etilgan bo'lib fan bo'yicha yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida belgilangan bo'lsa, u holda yakuniy nazorat quyidagi jadval asosida amalga oshiriladi

№	Ko'rsatkichlar	YAN ballari	
		maks	O'zgarish oralig'i
1	Fan bo'yicha yozma ish nazorati	6	0-6
2	Fan bo'yicha amaliy topshiriq	24	0-24
Jami		30	0-30

Yakuniy nazoratda "Yozma ish" larni baholash mezonlari

Yakuniy nazorat "Yozma ish" shaklida amalga oshirilganda, sinov ko'p variantli usulda o'tkaziladi. Har bir variant 2 ta nazariy savol va 3 ta amaliy topshiriqdan iborat. Nazariy savollar fan bo'yicha tayanch so'z va iboralar asosida tuzilgan bo'lib, fanning barcha mavzularini o'z ichiga qamrab olgan.

Har bir nazariy savolga yozilgan javoblar bo'yicha o'zlashtirish ko'rsatkichi 0-6 ball oralig'ida baholanadi. Amaliy topshiriq esa 0-6 ball oralig'ida baholanadi. Talaba maksimal 30 ball to'plashi mumkin.

Yozma sinov bo'yicha umumiy o'zlashtirish ko'rsatkichini aniqlash uchun variantda berilgan savollarning har biri uchun yozilgan javoblarga qo'yilgan o'zlashtirish ballari qo'shiladi va yig'indi talabaning yakuniy nazorat bo'yicha o'zlashtirish bali hisoblanadi.

Asosiy adabiyotlar

1. Jumayev X.N., Otaniyozov B. va boshkalar. Matematik programmalashtirish. Darslik. T.: 2005. – 230 b.
2. Safayeva Q. Matematik dasturlash. Darslik. T.: 2004. – 320 b.
3. Шапкин А.С., Шапкин В.А. Математические методы и модели исследования операций. Учебник. - М.: 2009. – 240 с.
4. Safayeva K., Shomansurova F. Matematik programmalashtirishdan masalalar to'plami. T.: TMI. 2003. – 150 b.
5. Matematik programmalashtirish fanidan masalalar to'plami. Jumayev X., Karimov J. TDIU. Toshkent 2005 y. – 110 b.
6. Фомин Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности. -М.: 2009. -320 с.
7. N.Beknazarova, J.Karimov. "Iqtisodiyotda miqdoriy usullar" fanidan o'quv uslubiy majmua. – T.: 2011y.
8. Хазанова Л.Е. Математическое моделирование в экономике. - М.: ЛЕК, 1998г. 65-70 б.
4. A.Rasulov, U.Dalabayev. Iqtisodiyotda miqdoriy usullar. -T.: 2010. 305 b.
5. M.Raisov, Matematik programmalashtirish. T.: 2009. - 230 b.

Qo'shimcha adabiyotlar

1. I.A.Karimov. Barcha reja va dasturlarimiz Vatanimiz taraqqiyotini yuksaltirish, xalqimiz farovonligini oshirishga xizmat qiladi: 2010 yilda mamlakatimizni ijtimoiy – iqtisodiy rivojlantirish yakunlari va 2011 yilga mo'ljallangan eng muhim ustuvor yo'nalishlarga bag'ishlangan O'zR Vazirlar Mahkamasining majlisidagi ma'ruzasi. – T.: O'zbekiston. 2011 y.,- 48 b.
2. Karimov I.A. Asosiy vazifamiz – Vatanimiz taraqqiyoti va xalqimiz farovonligini yanada yuksaltirishdir. – T.: O'zbekiston, 2010 – 62 b.
3. Петросян Л.А. и др. Теория игр. - М.: 1998. – 360 с.
4. Розен В.В. Математические модели принятия решений в экономике. -М.: 2002. – 380 стр.
5. Грачева М.В. Количественные методы в экономических исследованиях. -М.: 2004. -150 с.
6. Кремер Н.Ш. "Теория вероятностей и математическая статистика", Учебник. - М.: 2002г. 67-81 с.

Elektron ta'lim resurslari

1. TDIU veb sayt - www.tgeu.uz .
2. Rossiyskaya Gosudarstvennaya biblioteka - [http:// www.rsl.ru/](http://www.rsl.ru/).
3. Masofaviy ta'lim tizimi veb sayt - www.de.uz.
4. Ekonomiki Rossii. www.imke.ru
5. www.norma.uz
6. www.gov.uz
7. http://el.tfi.uz/pdf/enmkoq22_uzk.pdf;
8. http://el.tfi.uz/pdf/enmkoq22_uzl.pdf.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va O'rta maxsus Ta'lim Vazirligi

Samarqand Iqtisodiyot va Servis Instituti

IQTISODIY TA'LIMDA O'QITISH TEXNOLOGIYASI

X.Q.Qarshiboyev

**“IQTISODIYOTDA MIQDORIY USULLAR”
O'QUV PREDMETI BO'YICHA
TA'LIM TEXNOLOGIYASI**

Samarqand 2013

**“IQTISODIYOTDA MIQDORIY USULLAR”
FANIDAN MA’RUZA VA AMALIY MASHG’ULOTLARIDA
O’QITISH TEXNOLOGIYALARI**

KIRISH. CHIZIQLI PROGRAMMALASHTIRISH

(6 soat ma’ruza, 6 soat amaliy mashg’ulot)

Mavzu bo'yicha birinchi ma'ruza mashg'ulotini o'qitish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 25-60	1-Mavzu, 2 soat
<i>O'quv mashg'ulotining shakli</i>	Kirish – ma'ruza axborot hamda ma'lumotli ma'ruza.
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1."Iqtisodiyotda miqdoriy usullar" fani va uning predmeti. 2.Chiziqli programmalashtirish masalasining asosiy tushunchalari. Matematik modellar. 3. Chiziqli programmalashtirish masalasining geometrik talqini.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	O'quv kursi haqida umumiy tasavvurni berish, chiziqli programmalashtirish masalasi haqida ma'lumotlar berish va tushuntirish.
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-kursning maqsadi va vazifalari bilan tanishtirish; -kursning tuzilmasi, baholash mezonlari hamda adabiyotlar ro'yxati haqida ma'lumot berish; -iqtisodiyotda miqdoriy usullar fani nazariyasi va amaliyoti yutuqlarini tushuntirish; -chiziqli programmalashtirish masalasining qo'yilishi va geometrik talqinini o'rgatish; -iqtisodiy masalaning matematik modelini tuzishni o'rgatish;	-kursning maqsad va vazifalarini aytib bera oladi; -baholash mezonlari hamda adabiyotlar ro'yxatini biladi; -iqtisodiyotda miqdoriy usullar fani nazariyasi va amaliyoti yutuqlarini yoritib bera oladi; -chiziqli programmalashtirish masalasining qo'yilishi va geometrik talqinini biladi; -matematik model tuzaoladi.
<i>O'qitish usullari</i>	Ma'ruza-axborot hamda vizual ma'ruza, savol-javob, pinbord texnikasi.
<i>O'qitish vositalari</i>	Tarqatma materiallar, kompyuter slaydlari, doska, proyektor.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ishlash.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Doska, proyektor va kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, og'zaki nazorat: savol- javob .

“Kirish. Chiziqli programmalashtirish” mavzusi bo'yicha ma'ruza mashg'ulotini o'qitish texnologik haritasi (1-mashg'ulot)

Bosqichlar, vaqti	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
-------------------	----------------------------------	----------------------------------

1-bosqich Kursga va mavzuga kirish (20 daqiqa)	1.1.Fan nomini aytadi. Fan haqida umumiy tushunchalar beradi. Tinglovchilarni o'quv kursining reyting baholash va har bir mashg'ulotdagi faoliyatini baholash ko'rsatkichlari va mezonlari bilan tanishtiradi (2 -Ilova). 1.2. Fanga oid asosiy va qo'shimcha adabiyotlar ro'yxati bilan hamda o'quv kursidagi barcha mavzular bilan qisqacha tanishtiradi (3 - Ilova). 1.3. O'quv mashg'uloti mavzusi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalarini aytadi.	Tinglaydi Yozadi Mavzu nomini yozib oladi, o'quv faoliyati natijalari bilan tanishadi va asosiylarini yozib oladi.
2-bosqich Asosiy bo'lim (50 daqiqa)	2.1 Mavzu bo'yicha ko'riladigan materiallar bilan tanishtiradi (1 – Ilova) 2.2.Materiallar asosida mavzuni tushuntiradi. 2.3.Ba'zi iqtisodiy masalalarning iqtisodiy-matematik modellarini doskada tuzib ko'rsatadi. 2.3.Mavzu bo'yicha talabalarga savollar beradi(5-Ilova): 1) "Iqtisodiyotda miqdoriy usullar" fani va uning predmeti haqida nimalarni bilasiz? 2) "Model" va "Iqtisodiy matematik model" ni tushuntiring. 3) Chiziqli programmashtirish masalasining asosiy tushunchalarini aytib bering. 4) Chiziqli programmashtirish masalasi geometrik qanday tavsiflanadi? Har bir punkt bo'yicha xulosa chiqarar ekan, eng muhim joylariga e'tibor berishni so'raydi. 2.3. Mavzu bo'yicha doskada yozilgan tayanch iboralarga qaytishni so'raydi(4-Ilova). Talabalar bilan birgalikda ularning ketma-ketligini aniqlaydi. ((6 – Ilova) pinbord texnikasi). zarur bo'lgan tayanch ibora va terminlarni kiritadi.	O'qiydi Eshitadi. Asosiy deb hisoblaganlarini yozib oladi. Savollarga javob beradi. Har bitta tayanch iborani muhokama qiladi.
3 – bosqich Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.2. Mavzu maqsadiga erishishdagi talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi. 3.3. Mavzu bo'yicha mustaqil o'rganish uchun savollar beradi(7-Ilova). 3.4.Keyingi mavzuning materiallarini tarqatadi.	Savollar beradi Mustaqil tayyorlanish uchun savollarni yozib oladi.

1-Ilova

O'quv - ko'rgazmali materiallar

1."Iqtisodiyotda miqdoriy usullar" fanining predmeti.

1.1-slayd

Hozirgi vaqtda texnikaning tez rivojlanishi, ishlab chiqarishni boshqarishning murakkablashishi va uni rejalashtirishga qo'yiladigan talablarni ortishi bozor iqtisodini rivojlanishlarini harakterlovchi omillardan hisoblanadi. Bunday sharoitda iqtisodni boshqarishga ilmiy yondoshish, matematikani keng qo'llash, ayniqsa, iqtisodiyotda mikdoriy tahlilning aniq usullaridan foydalanish zaruriy shartga aylandi. XX asrning 40 yillarida elektron hisoblash mashinalarining kashf qilinishi, ayniqsa, axborot

texnologiyalarining keyingi taraqqiyoti, bir tomondan matematik usullarning imkoniyatini oshirgan bo'lsa, ikkinchi tomondan uning tadbirlari doirasi keskin kengayishga olib keldi

1.2-slayd

“Model” tushunchasi

Biz o'rganmoqchi bo'lgan borliq ob'ektning yoki tasavvur qilinayotgan narsaning eng muhim xususiyatlarini ifoda qiluvchi, uning muhim parametrlarini o'zida mujassam qilgan material yoki ideal qurilma model deyiladi.

Hozir iqtisodiyotda matematika qo'llanilmaydigan biror yo'nalishiga misol keltirish qiyin. U tobora tadbiriy izlanishlarda universal qurolga aylanib bormoqda. Model tabiat va jamiyatdagi real jarayonlarni ixcham sistemaga solish va ifodalab berishdan iborat. Qo'yilgan masalaning modelini tuzish, shu masalani har tomonlama o'rganib, uning aniq yechimini topishga imkon yaratadigan formasini yaratishdir.

2. Chiziqli programmashtirish masalasining asosiy tushunchalari. Matematik modellar.

2.1-slayd

Iqtisodiy- matematik modellar

Iqtisodni boshqarishga ilmiy yondoshish, matematikani keng qo'llash, ayniqsa, matematik usullardan foydalanish zaruriy shartga aylandi. Zamonaviy kompyuter texnikasidan keng foydalangan holda, iqtisodiyotda miqdoriy usullarni iqtisodiy izlanishlar va rejalashtirishda qo'llash muhim o'rin olmoqda.

Iqtisodiy jarayon yoki ob'ektni tadqiq etish va boshqarish maqsadida amalga oshirilgan matematik ifodasi bo'lib, yechilayotgan iqtisodiy masalaning matematik yozuvini bildiradi.

Berilgan iqtisodiy masalaning iqtisodiy-matematik modelini tuzish uchun:

- 1) Iqtisodiy masalani har tomonlama chuqur o'rganish zarur;
- 2) Masalaning noma'lumlarini o'zgaruvchilar orqali belgilab olish kerak;
- 3) Masalaning shartlarini tenglama va tengsizliklar yordamida ifodalanadi;
- 4) Masalaning maqsadini ifodalovchi maqsad funksiya deb ataluvchi chiziqli yoki chiziqsiz funksiya tuziladi;

Yuqoridagilarning barchasi birgalikda berilgan iqtisodiy masalaning iqtisodiy-matematik modelini tashkil etadi

Ekstremal masalalarni yechish bosqichlari

Iqtisodiyotda miqdoriy usullar yordamida ekstremal iqtisodiy masalalarni yechishni to'urt bosqichga bo'lish mumkin:

- 1) Masalani chuqur o'rganib, unga tadbqiq qilish mumkin bo'ladigan usullarni tanlash, masalada qo'yilgan shartlarga asoslanib matematik model tuzish;
- 2) Agar masalaning chegaraviy shartlari maksadga muvofik kelsa, tegishli matematik usulni qo'llab masalaning optimal yechimini topish;
- 3) Yechimni iqtisodiy tahlil qilish va uni amaliyotga «imkoni boricha» tatbiq qilish;
- 4) Amaliyotda taqribiy usullaridan foydalanish haqida tushunchalar berish.

Qorishma tayyorlash masalasining qo'yilishi:

Faraz qilaylik har bir qora mol bir kunda

A_1 hil to'yimli modddadan b_1 miqdorda

A_2 hil to'yimli modddadan b_2 miqdorda

.....
 A_m hil to'yimli modddadan b_m miqdorda

qabul qilishi zarur.

Qorishma yem tayerlash uchun tarkibida yuqoridagi moddalar mavjud bo'lgan n hil mahsulot ishlatiladi. Mahsulotlarning 1kg tarkibida mavjud to'yimli moddalar miqdori a_{ij} va har bir ishlatiladigan mahsulot turlarining bir birligini bahosi s_j berilgan. Zarur to'yimli moddalari yetarli bo'lgan yem - qorishmasi shunday tayerlansinki, unga sarflanadigan harajat minimal bo'lsin

Qorishma tayyorlash masalasining iqtisodiy-matematik modeli:

Bunday masalaning iqtisodiy matematik modelini tuzish uchun kunlik ratsionga qo'shiladigan mahsulotlarning miqdorini mos holda $x_1, x_2, \dots, x_n$ bilan belgilaylik.

Kunlik ratsion to'yimli bo'lishini quyidagi tengsizliklar bilan ifodalash mumki

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n \geq b_1$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n \geq b_2$$

.....

$$a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n \geq b_m$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}$$

$$Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \rightarrow \min$$

Ratsionga qo'shilmaydigan mahsulot uchun mos uzgaruvchining qiymati 0 ga teng.

Ratsion tayerlashdagi asosiy maqsad ratsion to'yimli bo'lishi bilan birga minimal harajat sarflanishidir.

“IQTISODIYOTDA MIQDORIY USULLAR” FANIDAN TAVSIYA ETILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

I. O‘zbekiston Respublikasi qonunlari.

1. O‘zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasi. - T.: O‘zbekiston, 2003. -121 b.

II. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti asarlari

1. I.A.Karimov Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, O‘zbekiston sharoitida uni bartaraf etishning yo‘llari va choralari. -T.: O‘zbekiston, 2009.-56 b.
2. I.A.Karimov. “2008 yilda respublikani ijtimoiy – iqtisodiy rivojlantirish yakunlari va 2009 yilda iqtisodiyotni barqaror rivojlantirishning eng muhim ustuvor vazifalariga bag‘ishlangan Vazirlar Mahkamasi majlisidagi ma’ruza”. “Xalq so‘zi”, 2009 y.14 fevral, № 33-34 (4696-4697)

III. Darsliklar

3. Jumayev X.N., Otaniyozov B. va boshkalar. Matematik programmashtirish. Darslik. T.: 2005. – 230 bet.
5. Safayeva Q. Matematik dasturlash. Darslik. T.: 2004. – 320 bet
6. Shapkin A.S., Shapkin V.A. Matematicheskoye metodi i modeli issledovaniya operatsiy. Uchebnik. -M.: 2009. – 240 str.

IV. O‘quv qo‘llanmalar

6. Safayeva K., Shomansurova F. Matematik programmashtirishdan masalalar to‘plami. T.: TMI. 2003. – 150 bet
7. Matematik programmashtirish fanidan masalalar to‘plami. Jumayev X., Karimov J. TDIU. Toshkent 2005 y. – 110 bet.
8. Issledovaniye operatsiy v ekonomike. Pod red. Kremera. M.: YUNITI. 1997. – 160 str.
9. Matematicheskoye programmirovaniye v ekonomike. Pod red. Kremera. M.: Finansq i statistika. 1996. – 350 str.
10. Fomin G.P. Matematicheskoye metodi i modeli v kommercheskoy deyatelnosti. -M.: 2009. -320 str.
11. Xazanova L.E. Matematicheskoye modelirovaniye v ekonomike. -M.: 1998. – 280 str.
12. Petrosyan L.A. i dr. Teoriya igr. - M.: 1998. – 360 str.
13. Rozen V.V. Matematicheskoye modeli prinyatiya resheniy v ekonomike. -M.: 2002. – 380 str.
14. Gracheva M.V. Kolichestvennie metodi v ekonomicheskix issledovaniyax. -M.: 2004. -150 str.

V. Internet saytlari

1. TDIU veb sayt - www.tgeu.uz .
2. Rossiyskaya Gosudarstvennaya biblioteka - <http://www.rsl.ru/>.
3. Masofaviy ta’lim tizimi veb sayt - www.de.uz.

4-Ilova

Tayanch iboralar

-chiziqli tenglama va tengsizliklar sistemasini	-qavariq soxa
-Jordan-Gauss usuli	-gradiyent vektor
-chiziqli programmashtirish masalasi	-funksiya chiziqlari
-nomanfiy bazis yechim	-parallel funksiya chiziqlari
-tayanch yechim	-optmal nuqta
-optimal yechim	-ortimal nuqtaning mavjud emasligi
-iqtisodiy – matematik model	-maqsad funksiyaning minimum qiymati
-maqsad funksiya	-maqsad funksiyaning maksimum qiymati
	-bosqichlar

5-Ilova

O‘z-o‘zini tekshirish va baholash uchun nazorat savollari:

1. Iqtisodiy masalaning iqtisodiy –matematik modelini tuzish tartibi qanday?
2. Chiziqli programmashtirish masalasining ta’rifini bering.

- Chiziqli programmalashtirish masalasi qo'yilishining qanday turlari mavjud?
3. Masalani bir formadan boshqa formaga o'tkazish qanday amalga oshiriladi?
4. Maqsad funksiya maksimumini topishdan minimumini topishga qanday o'tiladi?
5. Chegaraviy shartlari tengsizliklar sistemasidan iborat bo'lgan masaladan chegaraviy shartlari tenglamalar sistemasidan iborat masalaga o'tish qanday amalga oshiriladi?
6. Chiziqli programmalashtirish masalasi qanday yechimlarga ega bo'lishi mumkin?
7. Qanday ko'rinishdagi masalaga normal chiziqli programmalashtirish masalasi deyiladi?

6 - Ilova

Pinbord texnikasi

(inglizchadan: pin – maxkamlash, board - doska)

Muammoni hal qilishga oid fikrlarni tizimlashtirish va guruxlashni amalga oshirishga, jamoa tarzda yagona yoki aksincha qarama-qarshi pozitsiyani shakllantirishga imkon beradi.



O'qituvchi taklif etilgan muammo bo'yicha o'z nuqtai nazarlarini bayon qilishni so'raydi. To'g'ridan – to'g'ri yoki ommaviy aqliy xujumning boshlanishini tashkil qiladi (rag'batlantiradi).



Savollar beradi, javoblarni muhokama qiladi. To'g'ridan-to'g'ri yoki ommaviy aqliy hujumning boshlanishini tashkil qiladi (rag'batlantiradi).



Guruh namoyondalari doskaga chiqadi va maslaxatlashgan holda:

- (1) yaqqol xato bo'lgan yoki takrorlanayotgan fikrlarni olib tashlaydi;
- (2) baxsli bo'lgan fikrlarni oydinlashtiradi;
- (3) fikrlarni tizimlashtirish mumkin bo'lgan belgilarini aniqlaydi;
- (4) shu belgilar asosida doskadagi barcha fikrlarni (qog'oz varaqlaridagi) guruhlariga ajratadi;

ularning o'zaro munosabatlarini chiziqlar yoki boshqa belgilar yordamida ko'rsatadi: kollektivning yagona yoki qarama-qarshi pozitsiyalari ishlab chiqiladi

7-Ilova

Mustaqil o'rganish uchun savollar

1. Iqtisodiyotda miqdoriy usullar fani qanday klassifikatsiyalanadi?
3. Chiziqli sistemalarning turlarini aytib bering.
4. Chiziqli sistemalarning qanday yechimlarini va yechish usullarini bilasiz?
5. Chiziqli programmalashtirish masalasini grafik usulda yechganda yechim yo'qlik sharti qanday aniqlanadi?

“Chiziqli programmalashtirish” mavzusi bo'yicha birinchi amaliy mashg'ulotni o'qitish texnologiyasi modeli

Talabalar soni 25-30	2 soat
Mashg'ulot shakli	Individual topshiriqlarni bajarishga asoslangan amaliy mashg'ulot
Mashg'ulot rejasi	1. Chiziqli tenglamalar va tengsizliklar sistemasi.

	2. Ba'zi iqtisodiy jarayonlarning matematik modellarini tuzish.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	Iqtisodiy masalalarning matematik modellarini tuzishni o'rgatish
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
mavzuning maqsadi va vazifalari bilan qisqacha tanishtirish; -chiziqli tenglamalar va tengsizliklar sistemasini yechishning Jord – Gauss usulidan foydalanishni o'rgatish; -iqtisodiy jarayonlarning matematik modellarini tuzishni o'rgatish;	-mavzuning maqsad va vazifalarini aytib bera oladi; -chiziqli sistemani yechishni biladi; -iqtisodiy jarayonlarning matematik modellarini tuzadilar.
<i>O'qitish usullari</i>	Namoyish, aqliy hujum, amaliy ishlash usuli.
<i>O'qitish vositalari</i>	Doska, o'quv topshiriqlar, tarqatma materiallar.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ish, guruxli.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Oddiy o'quv auditoriyasi.
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, og'zaki nazorat: savol- javob

“Chiziqli programmashtirish” mavzusi bo'yicha birinchi amaliy mashg'ulotini o'qitishning texnologik haritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Talaba faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 daqiqa)	1.1.Mavzu nomini aytadi. Mavzu haqida umumiy tushunchalar beradi. Talabalarni ushbu mashg'ulotdagi faoliyatini baholash ko'rsatkichlari va mezonlari bilan tanishtiradi (1-Ilova). 1.2. Shu mavzu bo'yicha savollar beradi: 1)Chiziqli programmashtirish masalalarining shartlari matematik formada qanday ifodalanadi? 2)Masalaning maqsadi qanday funksiya ko'rinishida bo'ladi? 3)Umumiy holda maslarning matematik modelini tuzish tartibi qanday?	Tinglaydi Mavzu nomini yozib oladi. Savollarga javob beradilar.
2-bosqich. Asosiy bo'lim (50 daqiqa)	2.1 Talabalarni 4-5 ta guruhga ajratadi. 2.2.Mavzu bo'yicha mashg'ulot topshiriqlarini har bir guruhga tarqatadi va guruhda ishlashni tashkil etadi (3-Ilova). 2.3.Topshiriqni bajarish yuzasidan yo'riqnoma beradi va yo'riqnomalarga aml qilishlarini ma'lum qiladi (2-Ilova). 2.4. Berilgan topshiriqlarni taqdimot qilishlarini ma'lum qiladi.	4-5 guruhga ajraladi. Topshiriqni bajaradilar. Taqdimot qiladilar.
3 – bosqich. Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. 3.2. Talabalar bilimini baholaydi (1-Ilova). 3.3. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun uyga topshiriqlar beradi (4-Ilova).	Savollar beradi. Yozib oladi.

1-Ilova

Mavzu bo'yicha talabalar olishi mumkin bo'lgan baholash mezonlari

Reyting bo'yicha amaliy mashg'ulot:

1.2-1.5 ball – “a'lo”, 0.8-1.1 ball – “yaxshi”, 0.4-0.7 ball – “qoniqarli”, 0-0.3 ball – “qoniqarsiz”

2 – Ilova

1. Materiallarni qirqish masalasining qo'yilishi va matematik modeli

Materiallarni ratsional-optimal qirqish variantlarini aniqlash- resurslarni iqtisod qilishga hamda materiallardan foydalanish koeffitsiyentini oshirishga yordam beradi.

Materiallarni qirqish masalasining namunaviy modelini ko'raylik.

Qirqish uchun har biri b_i ($i = \overline{1, m}$) hajmda bo'lgan m xil material mavjud. Ulardan komplektlanadigan k xil mahsulotlar tayyorlanishi kerakki, ularning soni $\ell_1, \ell_2, \dots, \ell_K$ ga mos ravishda proporsional bo'lsin.

i ($i = \overline{1, m}$) xil materialning bir birligi j ($j = \overline{1, n}$) usulda qirqilishi mumkin. Bunday qirqishlarda i hil mahsulotni j – usulda qirqqanda k xil mahsulotdan a_{ij}^k miqdorda hosil qilinadi. Materiallarni qirqishda eng kam chiqindi chiqib, max komplekt mahsulotlar tayyorlash kerak.

Bunday iqtisodiy masalaning matematik modelini tuzish uchun belgilashlar kiritamiz:

x_{ij} - j ($j = \overline{1, n}$) usul bilan qirqiladigan i - xil material miqdori;

x - tayyorlangan komplektlar soni.

Masalaning matematik modeli:

$$\begin{aligned} Z = x &\rightarrow \max, \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} &\leq b_i, \quad i = \overline{1, m}, \\ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}^k &= \ell_k x, \quad k = \overline{1, K}, \\ x_{ij} &\geq 0. \end{aligned}$$

2. Transport masalasining matematik modeli

Transport masalasining modeliga mos keladigan harqanday iqtisodiy masala (ma'no jihatdan transport masalasidan farq qiladigan) transport masalasining matematik modeliga keltiriladigan maxsus masalalar deyiladi. Bunday masalalarni yechishning matematik usuli bir hildir.

Transport masalasining matematik modelini tuzish uchun x_{ij} bilan i ($i = \overline{1, m}$) ta'minotchidan j ($j = \overline{1, n}$) iste'molchiga tashiladigan mahsulot miqdorini belgilaylik.

U holda masalaning 1)- sharti - ta'minotchilarning mahsulotlari to'la tashib ketilishi:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i = \overline{1, m}$$

2) sharti - iste'molchilarning mahsulotga bo'lgan talabalarini to'la qondirilishi:

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = \overline{1, n}$$

tenglamalar sistemasida ifodalanadi.

Bu ikki shartdan albatta $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$ tenglik ham bajarilishi kelib chiqadi. x_{ij} - tashiladigan mahsulot miqdorini bildirgani uchun barcha $i = \overline{1, m}$ va $j = \overline{1, n}$ uchun nomanfiydir, ya'ni: $x_{ij} \geq 0$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$.

Mahsulotlarni tashish uchun transportga sarflanadigan harajatni, ya'ni, $Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$ - funksiyani minimallashtirish zarur.

Demak, transport masalasining matematik modeli quyidagicha:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = b_j \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} = a_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad x_{ij} \geq 0, \quad \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

3-slayd

3. Ishlab chiqarishni optimal rejalashtirish masalasi.

Faraz qilaylik korxona m xil mahsulot ishlab chiqarishga ixtisoslashtirilgan bo'lsin. Mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun miqdorlari mos holda $b_1, b_2, \dots, b_m$ bo'lgan ishlab chiqarish resurslaridan foydalanilsin. Bir birlik j ($j = 1, 2, \dots, n$) xil mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan i ($i = 1, 2, \dots, m$) xil resurs miqdori (normasi) - a_{ij} birlikni tashkil qilsa, c_j - esa korxonaning bir birlik tayyor mahsulotdan oladigan daromadi bo'lsa, korxonaning ishini shunday rejalashtirish kerakki: a) hamma mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarf qilinadigan har bir ishlab chiqarish resursining miqdori ularning mavjud umumiy miqdoridan oshmasin; b) tayyor mahsulotlarni sotishdan olinadigan umumiy daromad maksimal bo'lsin.

Masalaning matematik modelini tuzish uchun rejalashtirilayotgan davr ichida ishlab chiqariladigan j ($j = 1, 2, \dots, n$) xil mahsulot miqdorini x_j - bilan belgilaymiz. U holda masaladagi a) - shart quyidagi tengsizliklar orqali ifodalanadi:

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1n} x_n \leq b_1,$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2n} x_n \leq b_2,$$

$$\dots \dots \dots$$

$$a_{m1} x_1 + a_{m2} x_2 + \dots + a_{mn} x_n \leq b_m,$$

Masalaning iqtisodiy ma'nosiga ko'ra x_j ning qiymatlari manfiy bo'lmasligi kerak, ya'ni: $x_j \geq 0$, ($j = \overline{1, n}$). Masaladagi b) - shart uning maqsadini - korxonaning maksimal daromadini quyidagi chiziqli funksiya orqali ifodalash mumkin: $y = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$ Shartga ko'ra $y \rightarrow \max$.

3-Ilova

Mustaqil ishlash uchun masalalar

1-Topshiriq

Sut firmasining mahsuloti qohoz idishlarga quyilgan sut, kefir va qaymoqdan iborat. 1 t dan sut, kefir va qaymoq tayyorlash uchun mos ravishda 1010 kg, 1010 kg va 9450 kg sut kerak bo'ladi. It sut va kefirni idishlarga maxsus qurilma - mashinalarda quyishda 0,18 va 0,19 mashina/soat vaqt sarflanadi. It qaymoq tayerlash uchun esa maxsus avtomatlar 3,25 soat ishlaydi. Sut mahsulotlarini tayerlash uchun firma har kuni 36000 kg sut ishlatiladigan qurilmadan 21,4 mashina/soat, qaymoq uchun esa maxsus avtomatlardan 16,25 soat foydalanishi mumkin. It sut, kefir va qaymoqlarni sotishdan olinadigan daromad mos ravishda 50 000 so'm, 60 000 so'm va 520 000 so'm. Firma har kuni 100 t dan kam bo'lmagan sut tayerlashi zarur, kefir va qaymoqlar esa ixtiyeriy. Firmaning daromadi yuqori bo'lishini ta'minlaydigan sut mahsulotlaridan qanchadan ishlab chiqarish kerak. Bunday qo'yilgan masalaning matematik modelini tuzing.

2-Topshiriq

Xom ashyodan foydalanishning birinchi topshiriqdagi xususiy holini umumiy lashtiradigan iqtisodiy masala hosil qiling va uning matematik modelini tuzing.

3-Topshiriq

Sex ikki turdagi mahsulot, deylik, stollar va stullar ishlab chiqarsin. Bitta stol ishlab chiqarish uchun ishchi 3 soat, bitta stul uchun esa 2 soat vaqt sarflaydi. Korxona 1 ta stolni sotishdan 8 ming so'm, 1 ta stulni sotishdan esa 6 ming so'm foyda ko'radi. Sex kamida 100 ta stol va 200 ta stul yasash majburiyatini olgan. Agar ajratilgan ishchi soati 900ga teng bo'lsa, eng katta foyda olish uchun qolgan vaqtda nechta stol va stul ishlab chiqarish kerak?

4-Topshiriq

Ikki xil mahsulot sotishda 4 xil resurslardan foydalaniladi. Mahsulotlarning bir birligini sotish uchun sarf qilinadigan turli resurslar miqdori (me'yori), hamda har bir resursning zahirasi quyidagi jadvalda keltirilgan. Chegaralangan resurslardan foydalanib savdo korxonasining daromadini maksimallashtiruvchi mahsulot sotish rejasini tuzing.

Resurslar	Har bir mahsulot birligiga sarf qilinadigan resurslar miqdori		Resurslar zahirasi
	I-mahsulot	II-mahsulot	
1	2	2	12
2	1	2	8
3	4	0	16
4	0	4	12
ahsulot birligini sotishdan olinadigan daromad	2	3	

4 – Ilova

Mustaqil bajarish uchun uyga vazifa

1. Mebel fabrikasida standart o'lchamdagi fanerlardan mos ravishda 24, 31 va 18 dona 3 xil buyumlar uchun tayyor qismlar qir qilishi kerak. Har bir faner tayyor qismlarga ikki xil usulda qir qilishi mumkin. Quyidagi jadvalda har bir qir qilish usulida olinadigan tayyor qismlar soni va bunda hosil bo'ladigan chiqindilar miqdori berilgan.

Tayyor qism turlari	Qir qilish usulida hosil bo'ladigan tayyor qismlar soni (dona)	
	I	II
I	2	6
II	5	4
III	2	3
Chiqindilar miqdori(sm ²)	12	16

Zarur miqdordan kam bo'lmagan tayyor qismlar qirqish va eng kam chiqindiga ega bo'lishi uchun fanerlardan nechtasini qaysi usulda qirqish kerak?

2. Firma o'z mahsulotini radio va televizion tarmoq orqali reklama qilish imkoniyatiga ega. Firma 1 oyda reklama uchun 1000 doll. miqdorida pul ajratgan. Radio orqali reklamani har bir minutiga 5 doll., televizor orqali reklamani har bir minutiga 100 doll. sarf qiladi. Firmaning radio reklamani telereklamaga nisbatan 2 marta ko'proq tashkil qilish hohishi bor. Oldingi yillardagi tajriba shuni ko'rsatadiki, bir minutli telereklama mahsulot sotilishini radioga nisbatan 25 marta ko'proq ta'minlaydi.

Firmaning har oyda reklama uchun ajratadigan mablag'ini radio va telereklamani o'rtasida optimal taqsimlang.

**“Chiziqli programmashtirish” mavzusi bo'yicha
ikkinchi amaliy mashg'ulotni o'qitish texnologiyasi modeli**

<i>Talabalar soni</i> 25-30	1-Mavzu, 2 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Individual topshiriqlarni bajarishga asoslangan amaliy mashg'ulot
<i>Mashg'ulot rejasi</i>	1.Chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechish. 2.Masalani umumiy holda yechish. 3. Chetki nuqtalar va ularning xossalari.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	Chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechishni o'rganish
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-chiziqli funksiyaning ekstremal xossasini tushuntirish; -tekislikda ikki o'qlchovli chiziqli tengsizliklar sistemasiga mos ko'pburchak yasashni o'rgatish; -chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechishni o'rgatish.	-chiziqli funksiyaning ekstremal xossasini biladi; -tekislikda ikki o'qlchovli chiziqli tengsizliklar sistemasiga mos ko'pburchak yasashni o'rganadi; -chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechaoladi.
<i>O'qitish usullari</i>	Savol-javob, aqliy hujum, amaliy ishlash usuli.
<i>O'qitish vositalari</i>	Doska, o'quv topshiriqlar, yo'riqnomalar,
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ish.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Oddiy o'quv auditoriyasi, komp'yuter, proyektor
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, og'zaki baholash, savol- javob.

**“Chiziqli programmashtirish” mavzusi bo'yicha
ikkinchi amaliy mashg'ulotni o'qitishning texnologik haritasi**

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Talaba faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (20 daqiqa)	1.1.Mavzu nomini aytadi. Mavzu rejasi haqida umumiy tushunchalar beradi. Talabalarni ushbu mashg'ulotdagi faoliyatini baholash ko'rsatkichlari va mezonlari bilan tanishtiradi (1-Ilova). 1.2. Mavzu bo'yicha savollar beradi: 1) Qanday tuzilgan sohaga yechim ko'pburchagi	Tinglaydi Mavzu nomini yozib oladi. Savollarga javob beradilar.

	deyiladi? 2)Gradiyent vektor qanday yasaladi? 3)Qanday shart bajarilganda optimal yechim mavjud bo'lmaydi?	
2-bosqich. Asosiy bo'lim (50 daqiqa)	2.1 Talabalarni 4-5 ta guruhga ajratadi. 2.2.Mavzu bo'yicha mashg'ulot topshiriqlarini har bir guruhga tarqatadi va guruhda ishlashni tashkil etadi (3-Ilova). 2.3.Topshiriqni bajarish yuzasidan yo'riqnoma beradi va yo'riqnomalarga amal qilishlarini so'raydi (2-Ilova). 2.4. Berilgan topshiriqlarni taqdimot qilishlarini ma'lum qiladi.	4-5 guruhga ajraladi. Topshiriqni bajaradilar. Taqdimot qiladilar.
3 – bosqich. Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. 3.2. Javoblar va taqdimot natijalari asosida talabalar bilimini baholaydi. (3-Ilova) 3.3. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun uyga vazifalar beradi. (4-Ilova)	Savollar beradi. Yozib oladi.

1-Ilova

Mavzu bo'yicha talabalar olishi mumkin bo'lgan baholash mezonlari

Reyting bo'yicha amaliy mashg'ulot:

1.2-1.5 ball – “a'lo”

0.8-1.1 ball – “yaxshi”

0.4-0.7 ball – “qoniqarli”

0-0.3 ball – “qoniqarsiz”

2-Ilova

Yo'riqnoma materiallari

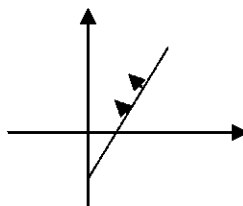
1.Chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechish

1.1-slayd

Chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechish, uni geometrik tasvirlashga asoslangan. Ikki o'lchovli fazoda (tekislikda) berilgan chiziqli programmashtirish masalalarini yechish uchun grafik usulni qo'llash maqsadga muvofiq. $n \geq 3$ o'lchovli fazoda berilgan masalalarni grafik usul bilan yechish noqulay, chunki bu holda, yechimlardan tashkil topgan qavariq ko'pburchakni yasash qiyinlashadi.

$4x_1 - 6x_2 \leq 3$ tengsizligi bilan aniqlanadigan yarimtekislikni chizmada ko'rsating.

$4x_1 - 6x_2 = 3$ to'g'ri chiziq tekislikda yasiladi. To'g'ri chiziq koordinata boshidan o'tmaganligi sababli $O(0,0)$ nuqtani tengsizlikka qo'yib, tekshirib ko'rish mumkin. Bunda $0 < 3$ noto'g'ri munosabat hosil bo'ladi. Demak, $4x_1 - 6x_2 \leq 3$ tengsizlik $O(0,0)$ nuqtani o'z ichiga oluvchi yarim tekislikni aniqlaydi.



2.Chiziqli programlashtirish masalasi yechilsin:

2.1-slayd

$$\begin{cases} 4x_1 + 3x_2 \leq 12 \\ 3x_1 + 4x_2 \leq 12 \end{cases}$$

2. Quyidagi CHPM ni grafik usulda yeching: $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0,$

$$y_{\max} = 2x_1 - 5x_2$$

Yechish. Yechimlardan tashkil topgan qavariq ko'pburchakni yasash uchun koordinatalar sistemasida

$$4x_1 + 3x_2 = 12, \quad (l_1)$$

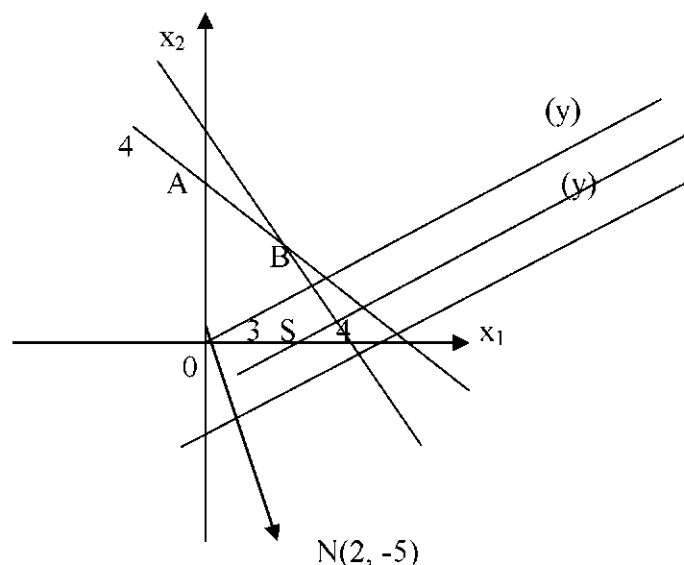
$$3x_1 + 4x_2 = 12, \quad (l_2) \text{ chiziqlarni yasaymiz.}$$

$$x_1 = 0, \quad x_2 = 0$$

Berilgan tengsizliklarni qanoatlantiruvchi yechim soxasi ko'pburchakni tashkil qiladi. Yendi koordinatalar boshidan $\overrightarrow{ON} = (2, -5)$ vektor yasiladi va unga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq o'tkaziladi. Bu to'g'ri chiziq

$2x_1 - 5x_2 = \text{const}$ tenglama orqali ifodalanadi. Uni $\overrightarrow{ON}$ vektor yoo'nalishida o'ziga paralel siljitib boramiz. Natijada chiziqli funksiyaga maksimal qiymat beruvchi $C = (3, 0)$ nuqtani topamiz. Bu nuqtaning koordinatalari $x_1 = 3, x_2 = 0$. Masalaning optimal yechimi $X = (3, 0)$ va $y_{\max} = 6$.

4-slayd



3-Ilova

Mustaqil o'rganish uchun savollar

1. Ikki o'lchovli chiziqli programlashtirish masalasi umumiy holda qanday ifodalaniladi?

2. Masalaning yechim soxasi qanday aniqlanadi?
3. Yo'naltiruvchi (gradiyent) vektor qanday yasaladi?
3. Maqsad funksiya chizig'i (satx chizig'i) qanday yasaladi?
4. Gradiyent vektor bilan satx chizig'i orasida qanday bog'lanish bor?
5. Maqsad funksiyaning ekstremum nuqtasi qanday aniqlanadi?

4-Ilova

Topshiriqlar

1 – topshiriq

Quyidagi tengsizliklar sistemalarining yechimlaridan iborat sohani geometrik tasvirlang.

$$\begin{cases} x_1 + 5x_2 \leq 10, \\ 3x_1 + 2x_2 \leq 1, \\ x_1 - x_2 \leq 7, \\ 7x_1 - 3x_2 \leq 1; \end{cases}$$

2 – topshiriq

Quyidagi tengsizliklar sistemalarining yechimlaridan iborat sohani geometrik tasvirlang.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 2, \\ x_1 + 2x_2 \leq 3, \\ x_1 + 3x_2 \leq 4, \\ x_1 - x_2 = 0; \end{cases}$$

3-topshiriq

Quyidagi masalaning matematik modelini tuzing va grafik usulda yeching.

Tadbirkor 2 xil mahsulot ishlab chiqarish uchun ikki xil resursdan foydalanadi. Resurslarning zaxirasi birinchi xildan-156 birlik, ikkinchi xildan-63 birlikni tashkil qiladi. Birinchi xil mahsulotning bir birligidan 400 so'm, ikkinchisidan-500 so'm daromad olinadi. Resurslarning taqsimlanish normasi jadvalda berilgan:

Resurslar	Bir birlik mahsulotga resursning sarflanishi	
	1	2
I	2	1,6
II	0,5	0,8
Daromad (so'm)	400	500

4-topshiriq

Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yeching:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 3, \\ x_1 - x_2 \leq 2, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \\ Y = 2x_1 + 2x_2 \rightarrow \max. \end{cases}$$

4-Ilova

Darsdan tashqari mustaqil yechishga doir masalalar

Quyidagi masalalar grafik usulda yechilsin:

- | | |
|---|---|
| <p>1. $\frac{2x_1 + x_2 \rightarrow \max}{x_1 - x_2 \leq 1}$</p> <p>$\frac{1}{2}x_2 - x_3 \leq 1$</p> <p>$2x_1 + x_3 \leq 2$</p> <p>$x_i \geq 0, i = 1, 2, 3$</p> | <p>2. $\frac{2x_1 - x_2 \rightarrow \max}{1 \leq x_1 + x_2 \leq 3}$</p> <p>$2 \leq x_1 - 2x_2 \leq 4$</p> <p>$\frac{1 \leq 2x_1 - x_2 \leq 3}{x_1 \geq 0, x_2 \geq 0}$</p> |
| <p>3. $\frac{-x_1 - x_2 + x_3 \rightarrow \min}{x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 3}$</p> <p>$x_1 - 4x_2 + x_3 = -2$</p> <p>$x_i \geq 0, i = 1, 4$</p> | <p>4. $\frac{1,5x_1 + 3x_2 \rightarrow \max}{-x_1 + 2x_2 \leq 2}$</p> <p>$-x_1 + x_2 \geq -2$</p> <p>$x_1 \geq 0,$</p> <p>$0 \leq x_2 \leq 3$</p> |

5– Ilova

Mustaqil o'rganish uchun
tavsiya qilinadigan masalalar

“Matematik dasturlashdan mashqlar to'plami” Jumayev X.N., Karimov J.K..21-22
betdagi masalalar

6– Ilova

Aqliy hujum qoidalari

- Aytilayotgan barcha g'oyalar bir –biriga nisbatan muhimlikda tengdir;
 - Kiritilayotgan g'oyalar tanqid qilinmasligi kerak;
 - G'oyani taqdim etayotgan paytda so'zlovchining gapini bo'lmaslik;
- So'zlovchiga nisbatan baholovchi komponent mavjud emas.

1. Guruhning barcha ishtirokchilariga bir mavzu bo'yicha bir savol qo'yiladi.
2. O'qituvchi o'quv jarayonida tashabbusni o'z qo'lga shunday tarzda oladi: u auditoriyadagi barcha talabalarga savol beradi va qandaydir maxsus mavzuga daxldor barcha mumkin bo'lgan fikrlarni aytishni so'raydi.
3. Barcha, hatto, axmoqona g'oyalarni ham aytishga ruxsat beriladi. Aytilayotgan fikrlar ichida birgina asosiy mavzu saqlanib qolishi shart.
4. Birortasining ham fikri sharhlanmaydi, tanqid qilinmaydi, baholanmaydi.
5. Asosiy fikrlarni o'qituvchi flip- karta, doskaga yozadi yoki ekranda ko'rsatadi.
6. Aqliy hujum tugagach, barcha g'oyalar to'planishi, guruhlariga ajratilishi yoki kategoriyalarga bo'linishi mumkin.

**“Chiziqli programmashtirish” mavzusi bo‘yicha ikkinchi ma’ruza
mashg‘ulotini o‘qitish texnologiyasi modeli**

<i>Talabalar soni</i>	25-60	2-Ma’ruza, 2 soat
<i>Mashg‘ulot shakli</i>		Mavzu bo‘yicha ma’ruza
<i>Ma’ruza rejasi</i>		1. Simpleks usulning asosiy g‘oyasi. 2. Simpleks jadval 3. Simpleks usulning analitik berilishi.
<i>O‘quv mashg‘ulotining maqsadi</i>		Chiziqli programmashtirish masalasining analitik - simpleks usulini o‘rganish.
<i>Pedagogik vazifalar:</i>		<i>O‘quv faoliyati natijalari:</i>
Umumiy holdagi chiziqli tenglama va chiziqli tengsizliklar sistemasining yechimlari haqidagi tushunchalarni qisqacha takrorlash; -simpleks usul mohiyati, qo‘llanilishi haqidagi ma’lumotlarni berish; - simpleks usul algoritmini tushuntirish; -masalaning berilganlarini simpleks jadvalga joylashtirishni va masalani yechish usulini tushuntirish.		Chiziqli tenglama va chiziqli tengsizliklarga oid tushunchalarni biladi; -simpleks usul algoritmini qanday masalalarni yechishga qo‘llashni o‘rganadi; - simpleks usul algoritmi bo‘yicha bajariladigan ishlar ketma – ketligini aytib beraoladi; - masalaning berilganlarini simpleks jadvalga joylashtirishni va masalani yechish usulini tushuntirish.
<i>O‘qitish usullari</i>		Ma’ruza, namoyish, muloqot-ma’ruza.
<i>O‘qitish vositalari</i>		Ma’ruza matni, kompyuter slaydlari, doska, proyektor.
<i>O‘qitish shakllari</i>		Frontal, kollektiv ish.
<i>O‘qitish sharoiti</i>		Doska va kompyuter bilan ta’minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>		Kuzatish,og‘zaki baholash, savol- javob

“

**“Chiziqli programmashtirish” mavzusi bo‘yicha ikkinchi ma’ruza
mashg‘ulotini o‘qitishning texnologik haritasi**

Ish bosqichlari	O‘qituvchi faoliyatining mazmuni	Talaba faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. O‘quv mashg‘uloti mavzusi, maqsadi va o‘quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.2. Ma’ruzani olib borish formasi, baholash mezonini aytadi(3-Ilova). 1.3. O‘quv mashg‘ulotini o‘tkazish usuli va uning alohida xususiyatlari bilan tanishtiradi.	Mavzu nomini yozib oladi Tinglaydi. Eshitadi
2-bosqich. Asosiy bo‘lim (60 daqiqa)	2.1. Savollarga javob berishni so‘raydi (1-Ilova) (aqliy hujum metodi). 1)Simpleks usul algoritmi deganda siz nimani tushunasiz? 2)Simpleks jadvalning umumiy ko‘rinishi qanday? 2.2. Savol javoblarini doskaga yozadi. 2.3. Olingan ma’lumotlarni kategoriya bo‘yicha sistemaga solishni so‘raydi. (1) Jamoa bilan muhokama qilishni so‘raydi. (2) Doskada jadval ko‘rinishda ma’lumotlarni jamoadan bir talaba	Savolga javob beradi. Jadvalning asosiy komponentalari tuzilishi haqida qaror qabul qiladi. Bu jadvallarga ma’lumotlarni kiritadi. Savolga javob beradi. Mavzuni o‘qiydi va belgilarni qo‘yib chiqadi.

	yo'zishini so'raydi. (3) "Siz qanday yangilikni bilishni hohlaysiz?" savoli orqali olingan bilimlarni umumlashtiradi. 2.4. Mavzuni yoritish materialini tarqatadi, mavzu bilan tanishib, asosiy deb hisoblagan qismiga belgi qo'yishni so'raydi (insert texnikasi)(3-Ilova). 2.5. Ishning borishini nazorat qiladi, ishlarni o'zaro tekshirishni taklif etadi va paydo bo'lgan savollarga javob beradi. 2.6. Guruhlarga ajralib, guruh javobini jadvalda (insert jadvalida) ifodalashni so'raydi. 2.7. Taqdimot qilishni so'raydi.	Savollarga javob beradi. Tarqatma material bilan tanishadi. Tarqatma materialni insert texnikasi asosida o'qiydi va insert jadvalini to'ldiradi Guruh a'zolari bilan birgalikda guruh insert jadvalini tayyorlaydi. Taqdimot qiladi
3 – bosqich. Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Olingan ma'lumotlarni izohlaydi, umumlashtiradi. 3.2. Talabalar savollariga javob beradi, zarur bo'lgan ma'lumotlarni e'lon qiladi. 3.3. Ma'lumotlarni tahlil qiladi va talabalar bilimini darsdagi faolligiga qarab baholaydi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.4. Mustaqil ishlash uchun savollar va test savollari ro'yxatini beradi. 3.5. Keyingi darsda muloqatga tayyorgarlik ko'rish uchun mo'ljallangan tarqatma materiallarni talabalarga tarqatadi.	Tinglaydi. Savollar beradi. Tinglaydi. Yozadi. Topshiriqlarni yozib oladi. Tarqatma materialni oladi

bo'ladi. Agar $y_j - c_j$ ayirma ba'zi j lar uchun musbat bo'lsa, topilgan tayanch reja optimal reja bo'lmaydi, bu rejani optimal rejaga yaqin bo'lgan boshqa reja bilan almashtirish kerak bo'ladi. Berilgan masalada dastlabki $P_1, P_2, \dots, P_m$ vektorlar m o'ldovli vektor fazodagi bazisni tashkil qilsin, ya'ni $V = (P_1, P_2, \dots, P_m) = I_m$ bo'lsin, bu yerda I_m - m o'ldovli birlik matritsa. Bu holda $V^{-1}V = I_m$ bo'lganligi sababli $X = R_0$ va $X_j = R_j$ bo'ladi.

Chiziqli sistemasi $AX = V$ ko'rinishda berilgan masala uchun $x_i = v_i$, $x_{ij} = a_{ij}$ deb qabul qilamiz. U_j - j vektor - ustunni S vektor - ustunga skalyar ko'paytmasidan iborat, ya'ni

$$u_0 = \sum_{i=1}^m c_i x_i, Y_i = \sum_{i=1}^m c_i x_{ij}, j=1, n.$$

u_0 va $y_j - c_j$ larni jadvalning $m+1$ qatoridagi tegishli ustunlarga joylashtiramiz. Bazis vektorlar uchun har doim $y_j - c_j = 0$ bo'ladi. Agar $y_j - c_j \leq 0$ ($j=1, n$) bo'lsa, $X = (x_1, x_2, \dots, x_m) = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ optimal reja bo'ladi. Bu rejadagi chiziqli funksiyaning qiymati u_0 ga teng.

3.Simpleks usulning analitik berilishi

1-slayd

Yuqoridagilardan xulosa qilib aytganda, simpleks jadval ustida tartib bilan quyidagi ishlarni bajarish kerak:

1. Har bir j uchun $y_j - c_j = \Delta_j$ lar tekshiriladi. Agar barcha j lar uchun $\Delta_j \leq 0$ bo'lsa, topilgan reja optimal reja bo'ladi.

2. Agar birorta j uchun $y_j - c_j > 0$ bo'lsa, bazisga kiritiladigan vektor tanlanadi. Bazisga $\max_{\Delta_j > 0} \Delta_j = \Delta_k$

shartni qanoatlantiruvchi R_k vektor kiritiladi

3. Bazisdan chiqarilishi kerak bo'lgan vektor aniqlanadi. Bazisdan $\min_{x_{ik} > 0} \left(\frac{x_i}{x_{ik}} \right) = \frac{x_i}{x_{ik}}$ ga mos keluvchi P_l vektor chiqariladi. Agar R_k vektorga mos

keluvchi barcha $x_{ik} \leq 0$ bo'lsa, chiziqli funksiya quyidan chegaralanmagan bo'ladi;

4. Aniqlovchi element $x_{ik} > 0$ tanlangandan so'ng simpleks jadval (24) formula orqali almashtiriladi.

Shunday yul bilan har bir iteratsiyada yangi tayanch reja topiladi. Simpleks usul yoki optimal rejani beradi, yoki masaladagi chiziqli funksiyaning chekli minimumiga ega emasligini aniqlaydi.

3- Ilova

V	+	-	?
---	---	---	---

Insert jadvali qoidasi:

V- olgan bilimiga to'g'ri keladi.

+ - yangi ma'lumot

- olgan bilimiga qarama-qarshi

? - tushunarsiz (aniqlanishi zarur bo'lgan ma'lumotlar)

Guruxlarga beriladigan savollr

4-Ilova

1-guruxga

1.Simpleks usulning asosiy mohiyati nimadan iborat?

2.Bazis o'zgaruvchilar deb qanday o'zgaruvchilarga aytiladi?

Guruh a'zolari bilan birgalikda savollarning javoblarini toping.

2-guruxga

1. Qanday ko'inishdagi jadvalga simpleks jadval deyiladi?
2. Tayanch reja qanday tuziladi.?

Guruh a'zolari bilan birgalikda savollarning javoblarini toping.

3-guruxga

1. Yangi simpleks jadvalga o'tish qoidasi qanday?
2. Tayanch yechimni optimallik kriteriysi nimadan iborat?
3. Optimal yechim mavjud emaslik kriteriysi qanday?

Guruh a'zolari bilan birgalikda savollarning javoblarini toping.

“Chiziqli programmashtirish” mavzusi bo'yicha uchinchi amaliy mashg'ulotni o'qitish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 20-30	1-mavzu: 3,4-mashg'ulotlar, 4 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Individual topshiriqlarni bajarishga asoslangan va talabalar bilimini chuqurlashtiruvchi amaliy mashg'ulot
<i>Mashg'ulot rejasi</i>	1.Simpleks usulning asosiy g'oyasi. 2.Simpleks usulining analitik berilishi. 3.Simpleks jadval. 4.Rejaning optimalik sharti. 5.Masalaning yechimga ega emaslik sharti. 6.Yechimni izlashni davom ettirish sharti
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	Iqtisodiy masalani simpleks usulda yechishni o'rganish
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-simpleks usulni qanday masalalarni yechishga qo'llash mumkinligini aytib berish; -simpleks jadval tuzishni o'rgatish; -algoritm bo'yicha masala yechib, tayanch yechimni topishni, rejaning optimalik shartini, masalaning yechimga ega emaslik shartini, yechimni izlashni davom ettirish shartini tushuntirish;	-chiziqli tenglamalar va chiziqli tengsizliklar sistemasini yechishni, simpleks usulni algoritmini tushuntirib bera oladi; -masala yechadi va bu jarayonda yechim haqidagi barcha shartlarni tekshiradi;
-IHP (iqtisodiy hisoblashlar programmasi) paketidan foydalanib masalalarning yechimini topishni o'rgatish; -berilgan masalani simpleks usulda ishlab uni komp'yuter yechimi bilan solishtirishni tushuntirish.	-IHP paketidan foydalanib masalalarning yechimini topishni o'rganadi; berilgan masalani simpleks usulda ishlab uni komp'yuter yechimi bilan solishtirishni o'rganadi.
<i>O'qitish usullari</i>	Topshiriqlar, 4 x 4 usuli, suhbat
<i>O'qitish vositalari</i>	Yo'riqnoma materiallar, kompyuter slaydlari, doska, proyektor.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ish guruxli
<i>O'qitish sharoiti</i>	Kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, og'zaki baholash, savol- javob.

“Chiziqli programmashtirish” mavzusi bo'yicha uchinchi amaliy mashg'ulotni o'qitishning texnologik haritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish	1.1.Mavzu nomini, maqsad va vazifalarini aytadi. 1.2.Mavzuni olib borish formasi va baholash	Mavzu nomini yozib oladi.

(10 daqiqa)	mezonlarini (5,6-Ilova)aytadi.	
2-bosqich	2.1.Talabalar 4-5 guruhga ajratiladi (4 x 4 usul 2-Ilova).	Guruhlarga ajraladi.
Asosiy bo‘lim	2.2. Har bir guruh a’zosiga alohida bittadan topshiriq (2-Ilova) beriladi.	Topshiriq bilan tanishadi, bajaradi.
(65 daqiqa)	2.3.Amaliy mashg‘ulotning topshiriqlarini bajarish uchun namunaviy yo‘riqnomani tarqatadi (1-Ilova) yoki doskada ko‘rsatadi.	Topshiriq yechimini e’lon qiladi.
	2.3. Hamma o‘z topshirig‘i yechimini ma’lum qilishini so‘raydi.	Topshiriq tanlab olinadi.
	2.4. Guruhdan bitta topshiriq to‘g‘ri deb tanlab olinishini aytadi.	Taqdimot qilinadi.
	2.5. To‘g‘ri deb tanlangan topshiriq taqdimotga tayyorlanishini so‘raydi.	
3 – bosqich	3.1. Topshiriqlar javobini tekshiradi	Tinglaydi.
Yakunlovchi	3.2. Talabalar bilimini baholaydi.	Savolar beradi.
(10 daqiqa)	3.3.Mustaqil ishlashga savollar va topshiriqlar beradi(7-Ilova).	Vazifani yozib oladi.

1-Ilova

Amaliy mashg‘ulotning topshiriqlarini bajarish uchun namunaviy misol

$y = x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4$ chiziqli funksiyaning maksimum qiymati quyidagi chegaraviy shartlarda aniqlansin:

$$x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 15$$

$$2x_1 + x_2 + 5x_3 = 20$$

$$x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 = 10$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, 3, 4.$$

Bu masala, qo‘yilgan shartlarda $-y = -x_1 - 2x_2 - 3x_3 + x_4$ - chiziqli funksiyaning minimum qiymatini, yuqoridagi chegaraviy shartlar saqlangan holda topish bilan ekvivalent. Chegaraviy shartlardagi uchinchi tenglama x_4 o‘zgaruvchiga nisbatan P_4 birlik vektorga ega. Qo‘shimcha ravishda ikkita P_5, P_6 sun‘iy bazis vektorlarni kiritish kifoya. Bu holda boshlang‘ich yechim $X = (0, 0, 0, 10, 15, 20)$ va chiziqli funksichning unga mos qiymati $10+35M$.

y_j larning har biri P_j va s vektorlarning skalyar ko‘paytmasiga teng. Masalan,

$$z_1 - c_1 = M + 2M + 1 - (-1) = 2 + 3M.$$

$(m+2, j)$ elementlarining eng kattasi $(m+2, 3)$ dagi 8 bo‘lgani uchun P_3 -vektorni bazisga kiritamiz. Unga mos $\theta_0 = \frac{20}{5}$ - ga to‘g‘ri kelgan P_6 bazisdan chiqariladi. Birinchi jadvaldan ikkinchisiga o‘tish uchun yuqoridagi Jordan-Gauss usulidan foydalanamiz.

1-jadval (iteratsiya).

i	bazis	s	P_0	-1	-2	$-\square$	1	M	M
				P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
1	P_5	M	15	1	2	3	0	1	0
2	P_6	M	20	2	1	5	0	0	1
3	P_4	1	10	1	2	1	1	0	0
4			10	2	4	4	0	0	0
5			35	3	3	8	0	0	0

2 -jadval (iteratsiya).

i	bazis	s	P_0	-1	-2	-3	1	M
-----	-------	-----	-------	----	----	----	---	-----

				P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
1	P_5	M	3	-1/5	7/5	0	0	1
2	P_3	-3	4	2/5	1/5	1	0	0
3	P_4	1	6	3/5	9/5	0	1	0
4			-6	2/5	16/5	0	0	0
5			3	-1/5	7/5	0	0	0

3 -jadval (iteratsiya).

i	bazis	s	P_0	-1	-2	-3	1
				P_1	P_2	P_3	P_4
1	P_2	-2	15/7	-1/7	1	0	0
2	P_3	-3	25/7	3/7	0	1	0
3	P_4	1	15/7	6/7	0	0	1
4			-90/7	6/7	0	0	0
5			0	0	0	0	0

4 -jadval (iteratsiya).

i	bazis	s	P_0	-1	-2	-3	1
				P_1	P_2	P_3	P_4
1	P_2	-2	5/2	0	1	0	1/6
2	P_3	-3	5/2	0	0	1	-3/6
3	P_1	-1	5/2	1	0	0	7/6
4			-15	0	0	0	-1

Bazis yechimlar: $X_1 = (x_5, x_6, x_4) = (15, 20, 10)$, $X_2 = (x_5, x_3, x_4) = (3, 4, 6)$,

$$X_3 = (x_2, x_3, x_4) = \left(\frac{15}{7}, \frac{25}{7}, \frac{15}{7}\right), \quad X_4 = (x_2, x_3, x_1) = \left(\frac{5}{2}, \frac{5}{2}, \frac{5}{2}\right)$$

4-jadvalning to'rtinchi qatorida joylashgan sonlar $y_j - c_j \leq 0$ tengsizlikni qanoatlantirgani uchun X_4 bazis yechim optimal yechim bo'ladi. Optimal yechimdagi funksiyaning maksimal qiymati $y_{\max} = 15$, chunki minimal qiymat $y_{\min} = -15$.

2-Ilova

4x4 usulini qo'llash qoidasi

1. Talabalarni 4 ta guruhga ajratish lozim.
2. To'rtta guruhga 4 ta savol beriladi.
3. Ma'lum bir vaqtdan so'ng topshiriqlarni yig'ib olish kerak.
4. Topshiriqlarni guruhlararo almashtirish kerak (4-marta).
5. Topshiriqlarni birinchi holatdagi guruhlariga qaytarish lozim.
6. Taqdimot qilinadi.
7. Kamchilik va yutuqlar aytiladi.

3-Ilova

1-topshiriq

Berilgan masalani simpleks usulda yechimlarini toping.

a)
$$\begin{aligned} & x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 \rightarrow \max \\ & x_1 + x_2 - 2x_3 + 3x_4 \leq 1, \\ & 2x_1 - x_2 - x_3 + 3x_4 \leq 2, \\ & x_i \geq 0, i = 1, 4; \end{aligned}$$

b)
$$\begin{aligned} & x_1 + x_2 \rightarrow \max \\ & x_1 - x_2 \leq 1, \\ & x_2 - x_3 \leq 1, \\ & x_1 + x_3 \leq 2, \\ & x_i \geq 0, i = 1, 3; \end{aligned}$$

2- topshiriq Quyidagi chizikli programmashtirish masalasini grafik va simpleks usulda yechib,yechimlarini solishtiring. a) $\frac{2x_1 + x_2 \rightarrow \max}{x_1 + x_2 \geq 1,}$ $-2x_1 + 3x_2 \leq 16,$ $4x_1 + x_2 \leq 12,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0;$ $\frac{x_1 + 2x_2 \rightarrow \max}{x_1 + x_2 \leq 1,}$ b) $\frac{x_1 - x_2 \leq 1,}{x_1 \geq 0, x_2 \geq 0;}$	
3- topshiriq Quyidagi chizikli programmashtirish masalasini grafik va simpleks usulda yechib,yechimlarini solishtiring. $\frac{2x_1 + x_2 \rightarrow \max}{x_1 + x_2 \geq 1,}$ $-2x_1 + 3x_2 \leq 16,$ $4x_1 + x_2 \leq 12,$ $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0;$ $\frac{x_1 + 2x_2 \rightarrow \max}{x_1 + x_2 \leq 1,}$ $\frac{x_1 - x_2 \leq 1,}{x_1 \geq 0, x_2 \geq 0;}$	
4- topshiriq .Berilgan masalaning sun'iy bazis usulida yechimlarini toping. $\frac{3x_1 + 5x_2 + 4x_3 \rightarrow \max}{3x_1 + 4x_2 + 2x_3 \leq 9,}$ $2x_1 + 5x_2 + x_3 \leq 8,$ $x_1 + 2x_2 + 4x_3 \geq 7,$ $x_i \geq 0, i = \overline{1,3};$ $\frac{12x_1 + 27x_2 + 6x_3 \rightarrow \min}{2x_1 + 3x_2 + 2x_3 \geq 14,}$ $x_1 + 3x_2 + x_3 \geq 6,$ $\frac{6x_1 + 9x_2 + 2x_3 \geq 22,}{x_i \geq 0, i = \overline{1,3}.}$	

4-Ilova

Takrorlash uchun savollar - Simpleks usulning asosiy mohiyati nimadan iborat? - Tayanch reja qanday tuziladi.? - Optimallik sharti qanday ifodalanadi? - Qanday jarayon simpleks iteratsiya deyiladi?
--

5 –Ilova

Guruh ishini baholanish mezonlari

Mezon		Guruh natijasining bahosi			
		1	2	3	4
Ma'lumot to'liq	1.0				
Illyustratsiyalash (ma'lumotlarni grafik ko'rinishi)	0.3				
Guruh faolligi (to'ldirish, savollar, javoblar)	0.2				
Eng yuqori ballar yig'indisi	1.5				

6-Ilova

Talabalar bilimini baholash mezonlari

1.5-1.0 ball – “a’lo”, 0.9-0.6 ball – “yaxshi”, 0.5-0.2 ball – “qoniqarli”, 0-0.2 ball – “qoniqarsiz”.

“Chizikli programmashtirish” mavzusi bo'yicha uchinchi

<i>Talabalar soni</i>	25-60	3-Ma'ruza, 2 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>		Mavzu bo'yicha ma'ruza
<i>Ma'ruza rejasi</i>		1.Su'niy bazis vektor usuli. 2.M-metodga mos simpleksjadval. 3. Maxsus hollar.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>		Sun'iy bazis vektor usulni o'rganish.
<i>Pedagogik vazifalar:</i>		<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-sun'iy bazis o'zgaruvchilar qanday ko'rinishdagi masalalar uchun kiritilishini tushuntirish; -suniy bazis o'zgaruvchilarni tanlash; -M-metodga mos jadvalni tuzishni tushuntirish; -simpleks jadvaldan foydalanishni tushuntirib berish; -tayanch yechimni optimallikka tekshirish. -su'iy bazis usulining mohiyati, qo'llanilishi haqidagi ma'lumotlar va uning algoritmini tushuntirish.		-sun'iy bazis o'zgaruvchilar qanday ko'rinishdagi masalalar uchun kiritilishini o'rganadi; -suniy bazis o'zgaruvchilarni tanlay oladi; -M-metodga mos jadvalni tuzishni o'rganadi; -simpleks jadvaldan foydalanaoladi; -tayanch yechimni optimallikka tekshirishni o'rganadi.
<i>O'qitish usullari</i>		Ma'ruza, namoyish, muloqot-ma'ruza.
<i>O'qitish vositalari</i>		Ma'ruza bo'yicha materiallar,projektor, tavsiya qilingan adabiyotlar, doska,
<i>O'qitish shakllari</i>		Frontal, kollektiv ish.
<i>O'qitish sharoiti</i>		Doska va kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>		Kuzatish,og'zaki baholash, savol- javob.

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Talaba faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Tayyorgarlik, ma'ruzaga kirish (10 daqiqa)	1.1. O'quv mashg'uloti mavzusi, maqsadi va o'quv faoliyati vazifalarini aytadi. 1.2. Ma'ruzani olib borish formasi va rejasini, baholash (2-Ilova) mezonini aytadi. 1.3. O'quv mashg'ulotini o'tkazish usuli va uning alohida xususiyatlari bilan tanishtiradi. 1.4. Mavzuga doir materiallarni (3-Ilova) talabalarga tarqatadi.	Mavzu nomini yozib oladi
2-bosqich Asosiy bo'lim (60 daqiqa)	2.1. Mavzu strukturasi tushuntiradi va bu haqida o'z fikrlarini aytadi. 2.2. Mavzu materiallarini tushuntirib beradi. 2.3. Talabalar bilan muloqot boshlaydi va talabalarga o'z fikrlarini aytishlarini taklif qiladi. Buning uchun oldindan tayyorlangan bir necha savollarni (1-Ilova) beradi: 1) Bazis o'zgaruvchilar va sun'iy bazis o'zgaruvchilar deb qanday o'zgaruvchilarga aytiladi? Ularning farqini tushuntiring. 2) Bazis o'zgaruvchiga nisbatan kengaytirilgan chiziqli programmashtirish masalasi qanday tuziladi? 3) Tayanch yechimning optimallik kriteriysi nimadan iborat? 2.4. Muloqotni faollashtiradi.	Ma'ruzalarni tinglaydi va yozib oladi, o'z fikrlarini aytadi, takliflar kiritadi, oraliq xulosalar qiladi. Javob beradi.
		Tinglaydi

	2.5. Xabarlashib o'rganish qoidasini (4-Ilova) qo'llaydi.	
3– bosqich	3.1. Ma'ruza ohirida asosiy qismlarni ajratib ko'rsatadi.	Savollar beradi.
Yakunlovchi	3.2. Ko'pchilik talabalarning fikriga mos keladigan savollarga e'tibor qaratadi.	Tinglaydi.
(10 daqiqa)	3.3. Natijaviy xulosalarga e'tibor berishni so'raydi. Savollarga berilgan javoblarning taqdimot qilishni so'raydi.	Javoblarning taqdimotini qiladi.
	3.4. Talabalar bilimni baholaydi (6-Ilova).	

1-Ilova

Mustaqil o'rganish uchun savollar

1. Sun'iy bazis usulning asosiy mohiyati nimadan iborat?
2. Bazis o'zgaruvchilar va sun'iy bazis o'zgaruvchilar deb qanday o'zgaruvchilarga aytiladi? Ularning farqini tushuntiring.
3. Bazis o'zgaruvchiga nisbatan kengaytirilgan chiziqli programmashtirish masalasi qanday tuziladi?
4. Qanday jadvalga simpleks jadval deyiladi?
5. Tayanch reja qanday tuziladi.?
6. Yangi simpleks jadvalga o'tish qoidasi qanday?
7. Tayanch yechimning optimallik kriteriysi nimadan iborat?
8. Optimal yechim mavjud emaslik kriteriysi qanday?

2-Ilova

Ma'ruza bo'yicha talabalar bilimni baholash mezonlari

1,0-1,5 ball – “a'lo”, 0,6-0,9 ball – “yaxshi”, 0,2-0,5 ball – “qoniqarli”, 0-0,2 ball – “qoniqarsiz”

3-Ilova

Ma'ruza bo'yicha materiallar

Sun'iy bazis vektor usulining qo'llanilishi

Birlik matritsa yordami bilan optimal yechimga o'tishga yordam beradigan yechimni tuzish mumkin. Agar chiziqli programmashtirish masalasining chegaraviy shartlari $AX \leq V$ ko'rinishda berilgan bo'lsa, qo'shimcha o'zgaruvchilar kiritib, to'g'ridan to'g'ri simpleks usul algoritmidan foydalanish mumkin.

Amalda uchraydigan ko'p chiziqli programmashtirish masalalari yechimga ega bo'lgan holda birlik matritsani o'z ichiga olmaydiyu Bunday masalalarni yechish uchun “sun'iy bazis vektor” usul qo'llaniladi.

Kengaytirilgan chiziqli programmashtirish masalasini tuzish

Umumiy holda berilgan chiziqli programmashtirish masalasini ko'ramiz:

$$x_1 + a_{1,m+1}x_{m+1} + \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

$$x_2 + a_{2,m+1}x_{m+1} + \dots + a_{2n}x_n = b_2$$

.....

$$x_m + a_{m,m+1}x_{m+1} + \dots + a_{mn}x_n = b_m$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}$$

$$y_{\min} = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

Vu masalaning shartlariga birlik matritsani kiritish uchun sistemadagi har bir tenglamaning chap qismiga sun'iy o'zgaruvchi deb ataladigan $x_{n+1} > 0$ noma'lumini mos

ravishda qo'shamiz hamda

$$y_{\min} = c_1x_1 + \dots + c_nx_n + Mx_{n+1} + Mx_{n+2} + \dots + Mx_{n+m}$$

Funksiyaning minimallashtirish bilan bog'liq bo'lgan quyidagi kengaytirilgan masalani hosil qilamiz:

$$x_1 + a_{1,m+1}x_{m+1} + \dots + a_{1n}x_n + x_{n+1} = b_1$$

$$x_2 + a_{2,m+1}x_{m+1} + \dots + a_{2n}x_n + x_{n+2} = b_2$$

.....

$$x_m + a_{m,m+1}x_{m+1} + \dots + a_{mn}x_n + x_{n+m} = b_m$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n+m}$$

$$y_{\min} = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n + M(x_{n+1} + x_{n+2} + \dots + x_{n+m})$$

Bu yerdagi M – kattalik oldindan berilmagan yetarlicha katta musbat son. $P_{n+1}, P_{n+2}, \dots, P_{n+m}$ – vektorlar sun'iy bazis vektorlar deyiladi. Agar boshlang'ich masala yechimga ega bo'lsa kengaytirilgan masalaning ham yechimi bo'ladi. Kengaytirilgan masalaga simpleks usulni qo'llab topilgan yechimda har bir x_{n+i} nolga teng bo'lsa, aniqlangan yechim masalaning ham yechimi bo'ladi.

Optimal yechim topish

Berilgan masalaning optimal yechimini topish uchun quyidagi teoremdan foydalanamiz.

Teorema. Agar kengaytirilgan masalaning $X = (x_1, x_2, \dots, x_n, x_{n+1}, \dots, x_{n+m})$ optimal yechimida $x_{n+i} = 0 \quad (i = \overline{1, m})$ bo'lsa, $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ yechim berilgan masalaning optimal yechimi bo'ladi.

Kengaytirilgan masalaning optimal yechimini topish uchun simpleks jadvaldan qo'shimcha $m+2$ qatori bilan farq qiluvchi simpleks jadvaldan foydalaniladi. Jadvalning $(m+1)$ va $(m+2)$ -qatorini to'ldirish uchun $y_j - c_j$ ayirma $y_j - c_j = \alpha_j + \beta_j M$ ko'rinishida ifodalanadi.

Ba'ziga $(m+2)$ - qatorning musbat elementlarining eng kattasi mos keluvchi vektor kiritiladi. Hamma sun'iy ba'zis vektorlar ba'zidan chiqarilguncha $(m+2)$ - qatordan, so'ngra, optimal yechim topilgunga qadar $(m+1)$ - qatordan foydalaniladi. Masalani simpleks usul qo'llab yechish jarayonida $m+2$ – qatordagi koeffitsiyentlarning barchasini manfiy bo'lsa, masala optimal yechimga ega bo'lmaydi yoki $\max \Delta_j$ ustinda birorta ham musbat element qatnashmasa, berilgan chiziqli programmashtirish masalasining ba'zis yechimi mavjud bo'lishi mumkin, lekin optimal yechimi mavjud bo'lmaydi. Simpleks usul algoritmi bu holda ham takrorlanadi. Buni misolda tushintirish va sun'iy ba'zis usulini afzalliklarini ko'rsatish kerak.

4-Ilova

Xabarlashib o'rganish qoidasi

1. Savollarga o'ylanib javob berishni suraydi.
2. Talabalar 4-5 guruhga ajratiladi.
3. Har bir guruhdan ekspertlarni aniqlashni so'raydi.
4. Ekspertlar bittadan savol bo'yicha guruh a'zolari tanishtirishi kerak.
5. Ekspertlar varag'ini tarqatadi va guruhda ishlashni tashkil etadi.
6. Ekspertlar taqdimot qilish kerakligini ma'lum qiladi.
7. Maslahatchi o'rnida sharhlaydi, aniqlik kiritadi.
8. Taqdimotni yakunlab, har bir guruhga har bir savol uchun xulosalar qiladi.

5-Ilova

Savollar

№1 Savol

Sun'iy bazis o'zgaruvchilarni tanlash, ular ishtirokida maqsad funksiya tuzish.

Ta'riflang, misollar asosida tushuntiring.

№2 Savol

Kengaytirilgan chiziqli programmashtirish masalasini tuzish yo'llari

Ta'riflang, misollar asosida tushuntiring.

№3 Savol

Kengaytirilgan chiziqli programmashtirish masalasini simpleks jadvalga joylashtirish.

Ta'riflang, misollar asosida tushuntiring.

№4 Savol

Tayanch yechimni optimallikka tekshirish, yechimning mavjud emaslik shartlari.

Ta'riflang, misollar asosida tushuntiring.

6-Ilova

Guruh ishini baholash mezon

Mezon		Guruh natijasining bahosi			
		1	2	3	4
Ma'lumot to'liq	0.5				
Illyustratsiyalash (ma'lumotlarni grafik ko'rinishi)	0.3				
Guruh faolligi (to'ldirish, savollar, javoblar)	0.2				
Eng yuqori ballar yig'indisi	1.0				

“Chiziqli programmashtirish” mavzusining uchinchi

amaliy mashg'ulotini o'qitish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i>	20-30	Amaliy mashg'ulot - 4 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>		Masalalar yechish va individual topshiriqlarni bajarishga asoslangan amaliy mashg'ulot
<i>Mashg'ulot rejasi</i>		1. Mavzu bo'yicha bilimlarni jonlantirish. 2. Yechish uchun masalalar qo'yish. 2. Suniy bazis o'zgaruvchilarni tanlash. 2. Masalani simpleks jadvalda yechish. 3. Tayanch yechimni optimallikka tekshirish.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>		Sun'iy bazis vektor usuliga doir masalalar yechishni o'rganish
<i>Pedagogik vazifalar:</i>		<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-sun'iy bazis usulni qanday ko'rinishdagi masalaga qo'llash mumkinligini va algoritmini tushuntirish;		-sun'iy bazis usulning algoritmini tushuntirib bera oladi;
-IHP (iqtisodiy hisoblashlar paketidan foydalanib, masalalarning yechimini topishni o'rgatish;		-IHP programmasi paketidan foydalanib masalalarning yechimini topishni o'rganadi;
-berilgan masalani sun'iy bazis usulda ishlab uni komp'yuter yechimi bilan		-berilgan masalani sun'iy bazis usulda ishlab uni komp'yuter yechimi bilan solishtirishni

solishtirish usullarini tushuntirish.	tushuntirib beraoladi.
<i>O'qitish usullari</i>	Topshiriqlar, 4×4 usuli, suhbat, savol-javob.
<i>O'qitish vositalari</i>	Masalalar to'plami, kompyuter slaydlari, doska, proyektor.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ish, guruxli.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, og'zaki baholash, savol- javob.

**“Chiziqli programmalashtirish” mavzusi bo'yicha uchinchi
amaliy mashg'ulotni o'qitishning texnologik haritasi**

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1.Mavzu nomini, maqsad va vazifalarini aytadi. 1.2.Mavzuni olib borish formasi va baholash mezonlarini (5,6-Ilova)aytadi.	Mavzu nomini yozib oladi.
2-bosqich Asosiy bo'lim (65 daqiqa)	2.1.Talabalar 4-5 guruhga ajratiladi (4 x 4 usul - 1-Ilova). 2.2. Har bir guruh a'zosiga alohida bittadan topshiriq (2-Ilova) beriladi. 2.3.Amaliy mashg'ulotning topshiriqlarini bajarish uchun namunaviy yo'riqnomani tarqatadi (3-Ilova) yoki doskada ko'rsatadi. 2.3. Hamma o'z topshirig'i yechimini ma'lum qilishini so'raydi. 2.4. Guruhdan bitta topshiriq to'g'ri deb tanlab olinishini aytadi. 2.5. To'g'ri deb tanlangan topshiriq taqdimotga tayyorlanishini so'raydi.	Guruhlarga ajraladi. Topshiriq bilan tanishadi, bajaradi. Topshiriq yechimini e'lon qiladi. Topshiriq tanlab olinadi. Taqdimot qilinadi.
3 – bosqich Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Topshiriqlar javobini tekshiradi 3.2. Talabalar bilimni baholaydi(5-Ilova). 3.3.Mustaqil ishlashga savollar va topshiriqlar beradi(6-Ilova).	Tinglaydi. Savolar beradi. Vazifani yozib oladi.

1 -Ilova

4×4 usulini qo'llash qoidasi

1. Talabalarni 4 ta guruhga ajratish lozim. 2. To'rtta guruhga 4 ta masala beriladi. 3. Ma'lum bir vaqtdan so'ng topshiriqlarni yig'ib olish kerak. 4. Topshiriqlarni guruhlararo almashtirish kerak. (4-marta) 5. Topshiriqlarni birinchi holatdagi guruhlariga qaytarish lozim. 6. Taqdimot qilinadi. 7. Kamchilik va yutuqlar aytiladi.
--

2-Ilova

Masalalar yechishga doir ko'rgazmali materiallar

1-slayd

Masala yechilsin. $y = x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4$ chiziqli funksiyaning maksimum qiymati quyidagi chegaraviy shartlarda aniqlansin: $x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 15$ $2x_1 + x_2 + 5x_3 = 20$ $x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 = 10$ $x_j \geq 0, j = 1, 2, 3, 4.$
--

Bu masala, qo'yilgan shartlarda $y = x_1 + 2x_2 + 3x_3 - x_4$ chiziqli funksiyaning minimum qiymatini, yuqoridagi chegaraviy shartlar saqlangan holda topish bilan ekvivalent. Chegaraviy shartlardagi uchinchi tenglama x_4 o'zgaruvchiga nisbatan P_4 birlik vektorga ega. Qo'shimcha ravishda ikkita P_5 , P_6 sun'iy ba'zis vektorlarni kiritish kifoya. Bu holda boshlang'ich yechim $X = (0, 0, 0, 10, 15, 20)$ va chiziqli funksiyaning unga mos qiymati $10 + 35M$.

y_j larning har biri P_j va s vektorlarning skalyar ko'paytmasiga teng. Masalan,

$$z_1 - c_1 = M + 2M + 1 - (-1) = 2 + 3M.$$

$(m+2, j)$ elementlarining eng kattasi $(m+2, 3)$ dagi 8 bo'lgani uchun P_3 -vektorni ba'zisga kiritamiz. Unga mos $\theta_0 = \frac{20}{5}$ - ga to'g'ri kelgan P_6 ba'zisdan chiqariladi. Birinchi jadvaldan ikkinchisiga o'tish uchun Jordan-Gauss va simpleks usullardan foydalanamiz.

1-jadval (iteratsiya)

i	ba'zis	s	P_0	-1	-2	-3	1	M	M
				P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
1	P_5	M	15	1	2	3	0	1	0
2	P_6	M	20	2	1	5	0	0	1
3	P_4	1	10	1	2	1	1	0	0
4			10	2	4	4	0	0	0
5			35	3	3	8	0	0	0

2-jadval (iteratsiya)

i	ba'zis	s	P_0	-1	-2	-3	1	M
				P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
1	P_5	M	3	-1/5	7/5	0	0	1
2	P_3	-3	4	2/5	1/5	1	0	0
3	P_4	1	6	3/5	9/5	0	1	0
4			-6	2/5	16/5	0	0	0
5			3	-1/5	7/5	0	0	0

3-jadval (iteratsiya)

i	ba'zis	s	P_0	-1	-2	-3	1
1	P_2	-2	15/7	-1/7	1	0	0
2	P_3	-3	25/7	3/7	0	1	0
3	P_4	1	15/7	6/7	0	0	1
4			-90/7	6/7	0	0	0
5			0	0	0	0	0

4-jadval (iteratsiya)

i	ba'zis	s	P_0	-1	-2	-3	1
				P_1	P_2	P_3	P_4
1	P_2	-2	5/2	0	1	0	1/6
2	P_3	-3	5/2	0	0	1	-3/6
3	P_1	-1	5/2	1	0	0	7/6

4			-15	0	0	0	-1
---	--	--	-----	---	---	---	----

4-slayd

Ba'zis yechimlar: $X_1 = (x_5, x_6, x_4) = (15, 20, 10)$, $X_2 = (x_5, x_3, x_4) = (3, 4, 6)$.

$$X_3 = (x_2, x_3, x_4) = \left(\frac{15}{7}, \frac{25}{7}, \frac{15}{7} \right), \quad X_4 = (x_2, x_3, x_1) = \left(\frac{5}{2}, \frac{5}{2}, \frac{5}{2} \right)$$

4-jadvalning to'rtinchi qatorida joylashgan sonlar $y_j - c_j < 0$ tengsizlikni qanoatlantirgani uchun X_4 ba'zis yechim optimal yechim bo'ladi. Optimal yechimdagi funksiyaning maksimal qiymati $y_{\max} = 15$, chunki minimal qiymat $y_{\min} = -15$.

3-Ilova

Guruxlarga beriladigan topshiriqlar

1-topshiriq

Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasini yeching:

$$\begin{aligned} & \underline{x_1 + 3x_2 + 5x_3 - x_4 \rightarrow \max} \\ & x_1 + 4x_2 + 4x_3 + x_4 = 6 \\ & \underline{x_1 + 6x_2 + 8x_3 + 2x_4 = 10} \\ & x_i \geq 0, \quad i = 1, 4 \end{aligned}$$

2-topshiriq

Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasini yeching:

$$\begin{aligned} & \underline{56x_1 + 37x_2 + 2x_3 \rightarrow \min} \\ & 4x_1 + 5x_2 - x_3 > 3 \\ & \underline{9x_1 + 3x_2 + 2x_3 > 4} \\ & x_j > 0, \quad j = 1, 2, 3. \end{aligned}$$

3-topshiriq

Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasini yeching:

$$\begin{aligned} & y = -3x_1 - 2x_2 - 3x_3 \rightarrow \max, \\ & 2x_1 + 4x_2 + x_3 < 40 \\ & 3x_1 - x_2 + 2x_3 > 30 \\ & x_1 > 0, \quad x_2 > 0, \quad x_3 > 0. \end{aligned}$$

4-topshiriq

Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasini yeching:

$$\begin{aligned} & y = 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max, \\ & x_1 + 3x_2 + 2x_3 < 14 \\ & 2x_1 - 3x_2 + 2x_3 > 4 \\ & x_1 > 0, \quad x_2 > 0, \quad x_3 > 0. \end{aligned}$$

4-Ilova

Xabarlashib o'rganish usuli qoidasi

9. Savollarga o'ylanib javob berishni suraydi.
10. Talabalar 4-5 guruhga ajratiladi.
11. Har bir guruhdan ekspertlarni aniqlashni so'raydi.
12. Ekspertlar bittadan savol bo'yicha guruh a'zolari tanishtirishi kerak.
13. Ekspertlar varag'ini tarqatadi va guruhda ishlashni tashkil etadi.
14. Ekspertlar taqdimot qilish kerakligini ma'lum qiladi.
15. Maslahatchi o'rinda sharhlaydi, aniqlik kiritadi.
16. Taqdimotni yakunlab, har bir guruhga har bir savol uchun xulosalar qiladi.

5-Ilova

Guruh ishini baholash mezon

Mezon		Guruh natijasining bahosi			
		1	2	3	4
Ma'lumot to'liq	0.5				
Illyustratsiyalash (ma'lumotlarni grafik ko'rinishi)	0.3				
Guruh faolligi (to'ldirish, savollar, javoblar)	0.2				
Eng yuqori ballar yig'indisi	1.0				

6-Ilova

Mustaqil ishlash uchun uyga vazifa

1-topshiriq

Quyidagi masalalarning iqtisodiy -matematik modellarini tuzib, simpleks usulda yeching:

Oyoq kiyimlar fabrikasi 3 turdagi oyoq kiyim ishlab chiqarishga moslashtirilgan, ya'ni etik, krasovka va botinka. Bu mahsulotlarni tayyorlash uchun uch xil S_1 , S_2 , S_3 xomashyodan foydalaniladi. Bir juft oyoq – kiyimga sarflanadigan xomashyo miqdori va bir kunga sarflanadigan xomashyo hajmi quyidagi jadvalda berilgan.

Xomashyo turi	1 juft oyoq kiyim uchun sarflanadigan xomashyo (sh.b.)			1 kunga sarflanadigan xomashyo (sh.b.)
	etik	krasovka	botinka	
S_1	5	3	4	2700
S_2	2	1	1	800
S_3	3	2	1	1600

Mahsulot ishlab chiqarishning kunlik hajmi topilsin.

2-topshiriq

Tikuv fabrikasida 4 turdagi mahsulot ishlab chiqarish uchun 3 artikuldagi gazlamalar ishlatiladi. Turli mahsulotning bittasini tikish uchun sarflanadigan turli artikuldagi gazlamalar normasi jadvalda keltirilgan. Fabrika ixtiyoridagi har bir artikuldagi gazlamalarning umumiy miqdori va mahsulotlar bahosi ham ushbu jadvalda berilgan. Fabrika har bir turdagi mahsulotdan qancha qmiqdorda ishlab chiqarsa, ishlab chiqarilgan mahsulotlar bahosi maksimal bo'ladi? Masalaning matematik modelini tuzing va yeching:

Gazlama artikuli	1ta mahsulotga sarflanadigan gazlama normasi (m)				Gazlamalarning umumiy miqdori (m)
	I	II	III	IV	
1	1	-	2	1	180
2	-	1	3	2	210
3	4	2	-	4	800
Mahsulotlar bahosi (ming so'm)	9	6	4	7	

3-topshiriq

Xo'jalik karam, kortoshka va ko'p yillik o'tlar ekishga moslashgan. Buning uchun xo'jalik ixtiyorida 850ga haydaladigan yer maydoni, 15000 tonna organik o'g'itlar, 50000 kishi/kunlar, mexnat resurslari mavjud. Mahsulotlar birligini ishlab chiqarish uchun sarf qilinadigan yer, organik o'g'it va mexnat resurslari harajati quyidagi jadvalda keltirilgan.

Xo'jalik karam, kortoshka va ko'p yillik o'tlardan qancha ishlab chiqarganda pul ifodasidagi yalpi mahsulot miqdori maksimal bo'ladi. Masalaning matematik modelini tuzing va yeching.

Ko'rsatkichlar	Ekin turi		
	Karam	kortoshka	Ko'p yillik o't
Mehnat sarfi (kishi/kun)	50	30	10
Organik o'g'itlar sarfi (t)	20	15	10
Yalpi mahsulot chiqimi (so'm)	1000	800	200

4-topshiriq

Ratsion P_1 va P_2 mahsulotlardan iborat. Ularning har biriga A, V va S vitaminlar kiradi. Bir sutkalik minimal iste'mol A vitamin uchun 100 birlik, V dan 80 birlik, S dan esa 160 birlikni tashkil qiladi. Bir birlik P_2 mahsulotning bahosi 0,3 so'm, P_1 niki esa 0,2 so'm. Quyidagi jadvalda har bir turdagi mahsulot tarkibidagi vitaminlar miqdori keltirilgan. Eng arzon tushadigan ratsion variantini topish masalasining matematik modelini tuzing va masalani yeching:

Vitaminlar	Bir birlik mahsulot tarkibidagi vitaminlar miqdori	
	P_1	P_2
A	0,1	0,5
V	0,25	0,1
S	0,2	0,4

5-topshiriq

Sex uchta texnologiya bo'yicha ishlashi mumkin. Birlik vaqt orasida har bir texnologiya bo'yicha resurslarni sarflanish normasi va har bir texnologiyani ish unumdorligi (pul birligida) jadvalda berilgan. Texnologiyalardan foydalanishning intensivligi aniqlansin:

Resurslar	Texnologiya			Resurs hajmi
	T-1	T-2	T-3	
Ish kuchi (odam/soat)	15	20	25	1200
Homashyo (t)	2	3	2,5	150
El/energiya (kvt/soat)	35	60	60	3000
Texnologiyani ish unumdorligi	300	250	450	

7- Ilova

Baholash varag'i

	Guruh bahosi	O'qituvchi bahosi
Savollarga to'liq javob berish		

Savollarga qo'shimcha kiritish		
Savolning to'g'ri qo'yilishi		
Jami		

2 -mavzu	Chiziqli programmalashtirishda ikkilanganlik nazariyasi
-----------------	--

1-Ma'ruza mashg'ulotini o'qitish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 25-60	2-Mavzu, 2soat
<i>O'quv mashg'ulotining shakli</i>	Ma'ruza - kuzatish
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1.Chiziqli programmalashda ikkilangan masalalar. 2.Ikkilanganlik nazariyasining asosiy natijalari. 3.Mavjudlik teoremasi.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	Ikkilangan masalalar haqidagi ma'lumotlar bilan tanishish
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-ikkilangan masala tushunchasiga ta'rif berish va misollar keltirish; -simmetrik va nosimmetrik ikkilangan masalaning matematik modelini tuzishni tushuntirish; -ikkilangan va to'g'ri masalalar yechimlari orasidagi bog'lanishlarni ko'rsatadigan teoremani tushuntirish.	-ikkilangan masalani ta'riflayoladi; -simmetrik va nosimmetrik ikkilangan masalalarni tuzishni o'rganadi; -simmetrik va nosimmetrik ikkilangan masalani tuzishni o'rganadi; -ikkilangan va to'g'ri masalalar yechimlari orasidagi bog'lanishlarni ko'rsatadigan teoremani tushunadi.
<i>O'qitish usullari</i>	Ma'ruza, namoyish, aqliy xujum, muloqat-ma'ruza.
<i>O'qitish vositalari</i>	Ma'ruza matni, tarqatma materiallar, doska, proyektor.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ish.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Doska, kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, og'zaki baholash, savol- javob.

Chiziqli programmalashtirishda ikkilanganlik nazariyasining 1-ma'ruza mashg'ulotini o'qitishning texnologik haritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzu nomini, maqsad va vazifalarini aytadi. 1.2. Ma'ruzani olib borish formasi va baholash (1-Ilova) mezonlarini aytadi. 1.3. O'quv mashg'ulotini o'tkazish usuli va alohida xususiyatlari bilan tanishtiradi.	Mavzu nomini yozib oladi Tinglaydi Eshitadi
2-bosqich Asosiy bo'lim (60 daqiqa)	2.1 Mavzu bo'yicha ma'ruza qiladi. 2.1.Savollar beradi (5-Ilova) va ularga javob berishni so'raydi (aqliy xujum metodi – 2-Ilova). “Siz qanday yangilikni bilishni xoxlaysiz?”savoli orqali olingan bilimlarni umulashtiradi. 2.4. Ma'ruzaga doir materiallarni (3-Ilova) tarqatadi, mavzu bilan tanishishni so'raydi (4-Ilova - insert texnikasi). 2.5.Ishning borishini nazorat qiladi, talabalar ishlarini o'zaro tekshirishni taklif etadi, yuzaga	Savollarga javob beradi. Jadvalga ma'lumotlarni kiritadi. Savolga javob beradi. Mavzuni o'qiydi. Tarqatma material bilan tanishadi va insert jadvalini to'ldiradi.

	kelgan savollarga javob beradi.	
3 – bosqich Yakunlovchi i (10 daqiqa)	3.1. Ish yakunida mavzu bo'yicha ixtiyoriy savolga guruhlardagi ixtiyoriy talabaga javob berishni taklif etadi. 3.2. Mavzu bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligini ma'lum qiladi. 3.3. Talabalar savollariga javob beradi, zarur bo'lgan ma'lumotlarni e'lon qiladi. 3.4. Talabalar bilimni darsdagi faolligiga qarab baholaydi (1-Ilova). 3.5. Keyingi darsga tayyorgarlik ko'rish uchun mo'ljallangan tarqatma materiallarni talabalarga tarqatadi.	Javob beradi Tinglaydi Topshiriqlarni yozib oladi

1-Ilova

Ma'ruza bo'yi baholash mezonlari

0.9-1.0 ball – “a'lo”, 0.6-0.8 ball – “yaxshi”, 0.3-0.5 ball – “qoniqarli”, 0-0.2 ball – “qoniqarsiz”

2-Ilova

Aqliy hujum metodi qoidasi:

- Aytilayotgan barchasi g'oyalar bir-biriga nisbatan muhimlikda tengdir .
 - Kiritilayotgan g'oyalar tanqid qilinmasligi kerak.
 - G'oyani taqdim etayotgan paytda so'zlovchining gapini bo'lmaslik.
 - So'zlovchiga nisbatan baholovchi komponent mavjud emas.
1. Guruhning barcha ishtiroqchilariga bir mavzu bo'yicha bir savol qo'yiladi.
 2. O'qituvchi o'quv jarayonida tashabbusni o'z qo'liga shunday tarzda oladi: u auditoriyadagi barcha talabalarga savol beradi va qandaydir maxsus mavzuga daxldor barcha mumkin bo'lgan fikrlarni aytishni so'raydi.
 3. Barcha, hatto, axmoqona g'oyalarni ham aytishga ruxsat beriladi. Aytayotgan fikrlar ichida birgina asosiy mavzu saqlanib qolishi shart.
 4. Birortasining ham fikri sharhlanmaydi, tanqid qilinmaydi, baholanmaydi.
 5. Asosiy fikrlarni o'qituvchi flip- karta, doskaga yozadi yoki ekranda ko'rsatadi.
 6. Aqliy hujum tugagach, barcha g'oyalar to'planishi, guruhlariga ajratilishi yoki kategoriyalarga bo'linishi mumkin.

3-Ilova

Ma'ruzaga doir materiallar

O'zaro ikkilangan chiziqli programmashtirish

masalasining iqtisodiy talqini

Har qanday chiziqli programmashtirish masalasi «ikkilangan» masala deb ataluvchi boshqa bir chiziqli programmashtirish masalasi bilan uzviy bog'liq bo'ladi. Masalalar orasidagi bog'lanish shundan iboratki, ulardan ixtiyoriy birini echib, ikkinchisining ham yechimini aniqlash mumkin. O'zaro bog'liq bo'lgan bunday masalalarni birgalikda ikkilangan masalalar deb ataymiz.

Misol sifatida ishlab chiqarishni rejalashtirish masalasini ko'ramiz. Korxonada n xil mahsulot ishlab chiqarilsin. Bu mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun korxonada m xil ishlab chiqarish vositalari b_i , $i = \overline{1, m}$ miqdorlarda mavjud bo'lsin. Har bir j xil $j = \overline{1, n}$ mahsulotning bir birligini ishlab chiqarish uchun sarf qilinadigan i - vositaning miqdori a_{ij} birlikni tashkil qilsin. Ishlab chiqarishni shunday rejalashtirish kerakki, natijada

chegaralangan vositalardan foydalanib pul ifodasida (c_j) korxona maksimal mahsulot ishlab chikarsin.

Ishlab chiqarilishi kerak bo'lgan j -xil mahsulotning miqdorini x_j bilan belgilaymiz. U holda masalaning matematik modeli quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\begin{aligned} AX &< b, \\ X &> 0, \end{aligned} \quad y_{\max} = CX.$$

Endi mahsulot ishlab chiqarish uchun sarf kilinadigan vositalarni baholaymiz. Vositalarning bahosi va ishlab chiqariladigan mahsulotning bahosi bir xil o'lchov birligiga ega deb faraz qilamiz. W_i ($i = \overline{1, m}$) bilan i -xil vositaning bir birligining bahosini belgilaymiz. U holda barcha j -xil mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun sarf qilinadigan ishlab chiqarish vositalarining bahosi $\min_{x_{ik} > 0} \left(\frac{x_i}{x_{ik}} \right) = \frac{x_i}{x_{ik}}$ birlikni tashkil qiladi. Sarf qilingan barcha

vositalarining bahosi ishlab chiqarilgan mahsulot bahosidan oshmasligi kerak, ya'ni

$$\sum_{i=1}^m a_{ij} w_i \geq c_j, \quad j = \overline{1, n}$$

Barcha mavjud vositalarning bahosi $\sum_{i=1}^m b_i w_i$ yig'indi orqali ifodalanadi. Shunday qilib, berilgan masalaga ikkilangan masalaning matematik modeli quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

Теорема.

Агар берилган масала ёки унга иккиланган масаладан бирортаси оптимал ечимга эга бўлса, у ҳолда иккинчиси ҳам ечимга эга бўлади, ҳамда бу масалалардаги чизикли функцияларнинг экстремал кийматлари узаро тенг бўлади, яъни

$$Y_{\min} = Z_{\max}$$

Агар бу масалалардан бирининг чизикли функцияси чегараланмаган бўлса, у ҳолда иккинчи масала ҳеч қандай ечимга эга бўлмайди

Симметрик бўлмаган иккиланган масалалар

шартлар тенгламалардан, иккиланган масаладаги чегараловчи шартлар эса тенгсизликлардан иборат бўлади. Масалан, симметрик бўлмаган иккиланган масалаларнинг матрицали ифодаси қуйидагича бўлади:

Берилган масала:
 $AX=b, \quad (1)$

$$X>0, \quad (2)$$

$$Y_{\min}=CX \quad (3)$$

Иккиланган масала:

$$WA < C$$

$$Z_{\max} = WB$$

Иккала масалада ҳам $C=(c_1, c_2, \dots, c_n)$ вектор қатор, $B=(b_1, b_2, \dots, b_m)$ - вектор устун, $A=(a_{ij})$ - чегараловчи шартларнинг коэффициентларидан ташкил топган матрица, $W=(w_1, \dots, w_m)$.

Chiziqli programlashtirish masalasi

$$\begin{aligned} AX &= b, \\ X &> 0, \\ U_{\min} &= CX \end{aligned}$$

ЧП масаласи

**Simmetrik ikkilangan chiziqli prgrammalashtirish
masalalari**

Berilgan masala:

$$AX > b,$$

$$X > 0,$$

$$y_{\min} = CX.$$

Berilgan masala:

$$AX < b,$$

$$X > 0,$$

$$y_{\max} = CX.$$

Ikkilangan masala:

$$WA < C$$

$$W_i > 0,$$

$$Z_{\max} = Wb.$$

Ikkilangan masala:

$$WA > C$$

$$W_i > 0,$$

$$Z_{\min} = Wb.$$

4 - Ilova

insert jadvali qoidasi:

V	+	-	?
V- olgan bilimiga to'g'ri keladi. + - yangi ma'lumot - olgan bilimiga qarama-qarshi ? -tushunarsiz (aniqlanishi zarur bo'lgan ma'lumotlar)			

Topshiriqlar

5 -Ilova

1 - topshiriq

- 1.O'zaro ikkilangan masalani tuzish.
- 2.Berilgan va unga ikkilangan masalalarning iqtisodiy ma'nolari.

2 - topshiriq

- 1.Berilgan va ikkilangan masalalarning shartlar sistemasidagi bog'lanishlar.
- 2.Berilgan va unga ikkilangan masalalarning maqsad funksiya koeffitsiyentlari va ozod hadlar orasidagi munosabat.

3 - topshiriq

1. Ikkilangan va berilgan masalalar yechimlari orasidagi bog'lanishlar.
- 2.Berilgan va ikkilangan masalalar optimal yechimlarining mavjudligi haqidagi teorema.

4 - topshiriq

1. Berilgan va ikkilangan chiziqli programmashtirish masalalarining optimal yechimlarini mavjud bo'lmashlik kriteriysi.
2. Dastlabki va ikkilangan masalalar maqsad funksiyalari qiymatlari orasidagi munosabat.

Muloqat ishtiroqchilariga eslatma

1. Muloqot bu – muammolarni hal qilish usulidir, munosabatlarni aniqlash emas.
2. Boshqalar ham o'z fikrlarini bildirib olishi uchun qisqa gapir!
3. Sening fikrlaring maqsadga erishishi uchun har bir gapni o'ylab, o'lchab, aniq gapir. Ta'sirchanlikni nazorat qila bil!
4. Opponentlarning nuqtai nazarini tushunishga harakat qil, ularga hurmat bilan qara.
5. O'z fikringni aniq ifodala, opponentning aytganlarini buzib ko'rsatma.
6. Faqat muloqot mavzusi bo'yicha fikr bildir. O'z eruditsiyangni va o'qimishli ekanligingni ko'rsatishga harakat qilma.
7. Kimlargadir yoqishga yoki qarshi bo'lishga harakat qiladiganlar bilan kurash.

Chiziqli programmashtirishda ikkilanganlik nazariyasi mavzusi bo'yicha 1-amaliy mashg'ulotni o'qitish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 25-30	2-Mavzu, 2 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Talabalar bilimni chuqurlashtiruvchi amaliy mashg'ulot.
<i>Mashg'ulot rejasi</i>	1. O'zaro ikkilangan masalalar tuzish. 2. Asosiy va ikkilangan masalalar orasidagi bog'lanishlar. 3. Simmetrik ikkilangan masalalarni yechish.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	O'zaro ikkilangan chiziqli programmashtirish masalalarining turlari va ular orasidagi bog'lanishlarni o'rganish
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-o'zaro ikkilangan iqtisodiy masalalarning matematik modellarini tuzishni o'rgatish; -simmetrik ikkilangan masalalar tuzishga misollar yechib ko'rsatish; -o'zaro ikkilangan iqtisodiy masalalarni tuzishni o'rgatish.	-o'zaro ikkilangan iqtisodiy masalalarning matematik modellarini tuzishni o'rganadi; -simmetrik ikkilangan masalalar tuzishga misollar yechadi; -o'zaro ikkilangan iqtisodiy masalalarni tuzishni o'rganadi;
<i>O'qitish usullari</i>	Topshiriqlar, 4×4 usuli, muloqat, Blits-so'rov
<i>O'qitish vositalari</i>	Doska, topshiriqlar, ko'rgazmali material.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, guruxda ishlash.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Oddiy dars auditoriyasi
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, baholash, savol-javob.

Chiziqli programmashtirishda ikkilanganlik nazariyasi mavzusi bo'yicha 1-amaliy mashg'ulotni o'qitishning texnologik haritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Talaba faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzu nomini, maqsad va vazifalarini aytadi. 1.2. Mavzuni olib borish formasi va baholash mezonlarini (1 va 5-Ilovalar) aytadi. 1.3. Shu mavzu bo'yicha ko'rgazmali materiallarni (2-Ilova) har bir talabaga tarqatadi.	Mavzu nomini yozib oladi.
2-bosqich.	2.1. Talabalarni 3-4 guruhga kartochkalar (4-Ilova)	3-4 guruhga

Asosiy bo'lim (65 daqiqa)	yordamida ajratadi. 2.2. Har bir guruh liderini o'qituvchi o'zi tanlaydi. 2.3. Guruhga topshiriqlarni (3-Ilova) tarqatadi. 2.4. Barchasi guruh topshiriqlarni bajarib bo'lgandan so'ng, guruh topshiriqlarini bir – biri bilan almashtiradi 3 marta (charxpalak usuli - 4-Ilova). 2.5. Guruh a'zolari topshiriqlarni bajarib bo'lgandan so'ng, topshiriqlar birinchi holatda o'z guruhlariga topshiriladi. 2.6. Guruhdan o'qituvchi tanlagan talaba taqdimotga tayyorlanishini aytadi.	ajraladi. Topshiriq bilan tanichadi, bajaradi. Boshqa guruh topshiriqlarini ham bajaradi. Taqdimotni amalga oshiradi.
3 – bosqich. Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Guruhlar taqdimotni baholash jadvalini to'ldirishini aytadi. 3.2. Taqdimotni yakunlab, taqdimot jadvalini yig'ib oladi va talabalar bilimini baholaydi. 3.2. Talabalar bilimini ma'ruza mashg'ulotida berilgan savollarining javoblari va darsdagi faolligi asosida baholaydi. 3.3. Mustaqil ishlashga savollar va topshiriqlar (6-Ilova) beradi	Savollar beradi. Tinglaydi. Yozadi. Savollarining javoblarini aytadi. Topshiriqni yozib oladi.

1 –Ilova

Talabalar bilimini baholash mezonlari

1.5-1.0 ball – “a'lo”, 0.9-0.6 ball – “yaxshi”, 0.5-0.2 ball – “qoniqarli”, 0-0.2 ball – “qoniqarsiz”

2 –Ilova

Ko'rgazmali materiallar - Micollar

1-misol. Berilgan masala:

$$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 - x_3 > 2, \\ x_1 - x_2 - 4x_3 < -3 \\ x_1 + x_2 - 2x_3 > 6 \\ 2x_1 + x_2 - 2x_3 > 3 \\ x_j \geq 0, (j = 1, 2, 3) \\ y_{\min} = x_1 + 2x_2 + 3x_3 \end{cases}$$

Bu masalaga ikkilangan masalani tuzishdan avval chegaralovchi shartlarni bir xil ko'rinishdagi tengsizliklarga keltiramiz. Buning uchun ikkinchi tengsizlikning belgisini almashtiramiz:

$$\begin{cases} 2x_1 + 2x_2 - x_3 > 2, \\ -x_1 + x_2 + 4x_3 > 3 \\ x_1 + x_2 - 2x_3 > 6 \\ 2x_1 + x_2 - 2x_3 > 3 \\ x_j > 0, (j = 1, 2, 3) \\ y_{\min} = x_1 + 2x_2 + 3x_3 \end{cases}$$

Hosil bo'lgan masalaga ikkilangan masalaning ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{cases} 2w_1 - w_2 + w_3 + 2w_4 < 1, \\ 2w_1 - w_2 + w_3 + w_4 < 2 \\ -w_1 + 4w_2 - 2w_3 - 2w_4 < 3 \\ w_i > 0, (i = 1, 4) \\ Z_{\max} = 2w_1 + 3w_2 + 6w_3 + 3w_4 \end{cases}$$

2-misol. Berilgan masala:

$$\begin{cases} x_1 - x_2 - x_3 \leq 4 \\ x_1 - 5x_2 + x_3 \geq 5 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 > 6 \\ x_j > 0, (j = 1, 2, 3) \\ y_{\min} = 2x_1 + x_2 + 5x_3 \end{cases}$$

Masalaning shartlari tengsizliklardan iborat, demak, berilgan masalaga simmetrik bo'lgan ikkilangan masala tuzish kerak. Bunga erishish uchun 1 tengsizlikni «-1» ga ko'paytiramiz. Natijada quyidagi simmetrik ikkilangan masalalarni hosil qilamiz:

Berilgan masala:

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 + x_3 > -4 \\ x_1 - 5x_2 + x_3 > 5 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 > 6 \\ x_j > 0, (j = 1, 2, 3) \\ y_{\min} = 2x_1 + x_2 + 5x_3 \end{cases}$$

Ikkilangan masala:

$$\begin{cases} -w_1 + w_2 + 2w_3 < 2 \\ w_1 - 5w_2 - w_3 < 1 \\ w_1 + w_2 + 3w_3 < 5 \\ w_i > 0, (i = 1, 2, 3) \\ Z_{\max} = -4w_1 + 5w_2 + 6w_3 \end{cases}$$

3-misol. Quyidagi masalaga ikkilangan masala tuzing:

$$\begin{cases} x_1 - x_2 - x_3 \leq 4 \\ x_1 - 5x_2 + x_3 > 5 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 > 6 \\ x_j > 0, (j = 1, 2, 3) \\ y_{\min} = 2x_1 + x_2 + 5x_3 \end{cases}$$

Masalaning shartlari tengsizliklardan iborat, demak, berilgan masalaga simmetrik bo'lgan ikkilangan masala tuzish kerak. Bunga erishish uchun 1 tengsizlikni «-1» ga ko'paytiramiz. Natijada quyidagi simmetrik ikkilangan masalalarni hosil qilamiz:

Berilgan masala:

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 + x_3 > -4 \\ x_1 - 5x_2 + x_3 > 5 \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 > 6 \\ x_j > 0, (j = 1, 2, 3) \\ y_{\min} = 2x_1 + x_2 + 5x_3 \end{cases}$$

Ikkilangan masala:

$$\begin{cases} -w_1 + w_2 + 2w_3 < 2 \\ w_1 - 5w_2 - w_3 < 1 \\ w_1 + w_2 + 3w_3 < 5 \\ w_i \geq 0, (i = 1, 2, 3) \\ Z_{\max} = -4w_1 + 5w_2 + 6w_3 \end{cases}$$

3 –Ilova

Topshiriqlar

1-topshiriq

Quyidagi CHPM ga ikkilangan CHP masalalari tuzilsin va har ikkala masalani yechib, yechimlarini

$$y = 9x_1 + 7x_2 + 12x_3 \rightarrow \max,$$

solishtiring: $5x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 6$

$$x_1 + 2x_2 + 5x_3 <$$

$$x_1 > 0, \quad x_2 > 0, \quad x_3 > 0.$$

2- topshiriq

Quyidagi CHPM ga ikkilangan CHP masalalari tuzilsin va har ikkala masalani yechib, yechimlarini

$$y = 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max,$$

solishtiring: $x_1 + 3x_2 + 2x_3 < 14$

$$2x_1 - 3x_2 + 2x_3 > 4$$

$$x_1 > 0, \quad x_2 > 0, \quad x_3 > 0.$$

3- topshiriq

Quyidagi CHPM ga ikkilangan CHP masalalari tuzilsin va har ikkala masalani yechib, yechimlarini

$$y = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \min,$$

solishtiring:

$$7x_1 + 2x_2 > 14$$

$$4x_1 + 5x_2 > 20$$

$$x_1 > 0, \quad x_2 > 0$$

4- topshiriq

Quyidagi CHPM ga ikkilangan CHP masalalari tuzilsin va har ikkala masalani yechib, yechimlarini solishtiring:

$$y = -3x_1 - 2x_2 - 3x_3 \rightarrow \max,$$

$$2x_1 + 4x_2 + x_3 < 40$$

$$3x_1 - x_2 + 2x_3 > 30$$

$$x_1 > 0, \quad x_2 > 0, \quad x_3 > 0.$$

4 -Ilova

Charxpalak usuli

1. Talabalarni 3-4 guruhga kartochkalar yordamida ajratadi.
2. Har bir guruh liderni o'qituvchi o'zi tanlaydi.
3. Guruhga topshiriqlarni tarqatadi.
4. Barcha guruh topshiriqlarni bajarib bo'lgandan so'ng, guruh topshiriqlarini bir – biri bilan almashtiradi 3 marta
5. Guruh a'zolari topshiriqlarni bajarib bo'lgandan so'ng, topshiriqlar birinchi holatda o'z guruhlariga topshiriladi.
6. Guruhdan o'qituvchi tanlagan talaba prezentatsiyaga tayyorlanadi.

5 -Ilova

Guruh ishini baholash mezon

Mezon		Guruh natijasining bahosi			
		1	2	3	4
Masala to'liq yechilgan	1				
Illiustratsiyalash (ma'lumotlarni grafik ko'rinishi)	0,3				
Guruh faolligi (to'ldirish, savollar, javoblar)	0.2				
Eng yuqori ballar yig'indisi	1,5				

6- Ilova

Mustaqil yechishga doir masalalar

Quyidagi chiziqli programmashtirish masalalariga ikkinlangan masalalar tuzing:

$$y = 9x_1 + 7x_2 + 12x_3 \rightarrow \max,$$

$$y = 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max,$$

$$1. \begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + 2x_3 < 6 \\ x_1 + 2x_2 + 5x_3 < 8 \\ x_1 > 0, \quad x_2 > 0, \quad x_3 > 0. \end{cases}$$

$$2. \begin{cases} x_1 + 3x_2 + 2x_3 < 14 \\ 2x_1 - 3x_2 + 2x_3 > 4 \\ x_1 > 0, \quad x_2 > 0, \quad x_3 > 0. \end{cases}$$

$$f_{\min} = x_1 + 2x_2 + 3x_3,$$

$$3. \begin{cases} 2x_1 + 2x_2 - x_3 \geq 2, \\ x_1 - x_2 - 4x_3 \leq -3, \\ x_1 + x_2 - 2x_3 \geq 6, \\ 2x_1 + x_2 - 2x_3 \geq 3, \\ x_j \geq 0, j = 1, 2, 3. \end{cases}$$

$$y = -3x_1 - 2x_2 - 3x_3 \rightarrow \max,$$

$$4. \begin{cases} 2x_1 + 4x_2 + x_3 \leq 40, \\ 3x_1 - x_2 + 2x_3 \geq 30, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0. \end{cases}$$

Chiziqli programmalashtirishda ikkilanganlik nazariyasi
mavzusi bo'yicha 2-amaliy mashg'ulotni o'qitish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 25-30	2-Mavzu, 2 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Talabalar bilimini chuqurlashtiruvchi amaliy mashg'ulot.
<i>Mashg'ulot rejasi</i>	1.Simmetrik bo'lmagan ikkilangan masalalarni tuzish. 2.Asosiy va ikkilangan masalalar orasidagi bog'lanishlar. 3.Ikkilangan simpleks usul.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	Simmetrik bo'lmagan ikkilangan masalalarni tuzish va yechish usulini o'rganish.
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-o'zaro ikkilangan simmetrik bo'lmagan ikkilangan masalalarni tuzishni o'rgatish; -ikkilangan simpleks usulni tanlangan masalani yechib tushuntirish; -oddiy simpleks usul bilan ikkilangan simpleks usul orasidagi farqni tushuntirish; -simmetrik va nosimmetrik ikkilangan masalalar farqini misolda ko'rsatish.	- o'zaro ikkilangan simmetrik bo'lmagan masalalarni tuzishni o'rganadi; --ikkilangan simpleks usulni o'rganadi; oddiy simpleks usul bilan ikkilangan simpleks usul orasidagi farqni tushuntirib beraoladi; -simmetrik va nosimmetrik ikkilangan masalalar farqini misolda ko'rsataoladi.
<i>O'qitish usullari</i>	Ko'rgazmali materiallar, topshiriqlar, zig-zag usuli, suhbat, Blits-so'rov,
<i>O'qitish vositalari</i>	Doska, topshiriqlar, tarqatma material.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, guruxda ishlash.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Oddiy dars auditoriyasi
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, baholash, savol-javob.

Chiziqli programmalashtirishda ikkilanganlik nazariyasi
mavzusi bo'yicha 2-amaliy mashg'ulotni o'qitishning texnologik haritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Talaba faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzu nomini, maqsad va vazifalarini aytadi. 1.2.Mavzuni olib borish formasi va baholash mezonlarini (1-Ilova) aytadi. 1.3. Shu mavzu bo'yicha ko'rgazmali materiallarni(2-Ilova) talabalarga tarqatadi.	Mavzu nomini yozib oladi.
2-bosqich. Asosiy bo'lim (65 daqiqa)	2.1. Talabalarni 3 guruhga ajratadi. 2.2. Har bir guruh liderini o'qituvchi o'zi tanlaydi. 2.3. Guruhga topshiriqlarni (6-Ilova) tarqatadi. 2.4. Barchasi guruh topshiriqlarni bajarib bo'lgandan so'ng, guruh topshiriqlarini bir – biri bilan almashtiradi 3 marta (3-Ilova - charxpalak usuli).	3 guruhga ajraladi. Topshiriq bilan tanichadi,

	2.5. Guruh a'zolari topshiriqlarni bajarib bo'lgandan so'ng, topshiriqlar birinchi holatda o'z guruhlariga topshiriladi. 2.6. Guruhdan o'qituvchi tanlagan talaba taqdimotga tayyorlanishini aytadi.	bajaradi. Boshqa guruh topshiriqlarini ham bajaradi. Taqdimotni amalga oshiradi.
3 – bosqich. Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Guruhlar taqdimotnini baholash jadvalini to'ldirishini aytadi. 3.2. Taqdimotnini yakunlab, taqdimot jadvalini yig'ib oladi va talabalar bilimni baholaydi. 3.2. Talabalar bilimni ma'ruza mashg'ulotida berilgan savollarning javoblari va darsdagi faolligi asosida baholaydi. 3.3. Mustaqil ishlashga savollar (4-Ilova) va topshiriqlar (7-Ilova) beradi	Savollar beradi. Tinglaydi. Yozadi. Savollarining javoblarini aytadi. Topshiriqni yozib oladi.

1 –Ilova

Talabalar bilimni baholash mezonlari

1.5-1.0 ball – “a'lo”, 0.9-0.6 ball – “yaxshi”, 0.5-0.2 ball – “qoniqarli”, 0-0.2 ball – “qoniqarsiz”

2 –Ilova

Ko'rgazmali material

1-misol. Quyidagi masalaga ikkilangan masala tuzing va ularning yechimlari orasidagi farqni tushuntiring:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 - x_3 + 5x_4 - x_5 = 8 \\ -x_2 - 3x_3 + 6x_4 - x_6 = 4 \\ 2x_1 + x_3 - x_4 - x_7 = 0 \\ x_j \geq 0, (j = \overline{1, 7}) \\ y_{\min} = 4x_1 + 3x_2 + 10x_3 + 5x_4. \end{cases}$$

Bu masalani x_5, x_6, x_7 qo'shimcha o'zgaruvchilarga mos keluvchi P_5, P_6, P_7 vektorlarni bazis vektorlarga aylantirish uchun berilgan masaladagi tenglamalarning har birini (-1) ga ko'paytiramiz. Natijada quyidagi masalaga ega bo'lamiz:

$$\begin{cases} -3x_1 - 2x_2 + x_3 - 5x_4 + x_5 = 8, \\ x_2 + 3x_3 - 6x_4 + x_6 = -4, \\ -2x_1 - x_3 + x_4 + x_7 = 0, \\ x_j \geq 0, j = \overline{1, 7}, \\ y_{\min} = 4x_1 + 3x_2 + 10x_3 + 5x_4. \end{cases} \quad \begin{cases} -3w_1 - 2w_3 \leq 4 \\ -2w_1 + w_2 \leq 3 \\ w_1 + 3w_2 - w_3 \leq 10 \\ -5w_1 - 6w_2 + w_3 \leq 5 \\ w_1 \leq 0 \\ w_2 \leq 0 \\ w_3 \leq 0 \\ Z_{\max} = -8w_1 - 4w_2. \end{cases}$$

Bular o'zaro ikkilangan masalalardir.

Birinchi masalada P_5, P_6, P_7 vektorlarni bazis vektorlar deb qabul qilib, simpleks jadvalni to'ldiramiz. $j=1,2,3,4,5,6,7$ uchun $\Delta_j = y_j - c_j \leq 0$ bo'ladi.

Demak, $X^o = B^{-1}b = (-8, -4, 0)$ - vektor masalaning chala tayanch yechimi bo'ladi.

Ikkilangan masalaning bu bazisdagi yechimi: $Y^o = C^o B^{-1} = (0, 0, 0)$.

Chala tayanch yechim X ning eng kichik manfiy elementiga mos keluvchi P_5 vektorni bazisdan chiqaramiz va $\theta = \min_{x_j > 0} \frac{\Delta_j}{x_{1j}} = \min_{x_j > 0} \frac{y_j - c_j}{x_{1j}} = \frac{\Delta_5}{x_{1,4}} = 1 > 0$ shartni qanoatlantiruvchi P_4 vektorni bazisga kiritamiz. $x_{1,4}$ - aniqlovchi element bo'ladi. Yangi simpleks jadvalda barcha

$$j \text{ lar uchun } \Delta_j = y_j - c_j \leq 0$$

Berilgan masalaning yangi chala tayanch yechimi $X' = (8/5, 28/5, -8/5)$ bo'ladi. Yangi bazisga mos keluvchi ikkilangan masala (III) ning tayanch yechimi $Y^0 = (-1, 0, 0)$ vektordan iborat va chiziqli funksiyaning unga mos keluvchi qiymati:

$$Y' = Y(X') = Z = Z(Y') = 8$$

2-misol. Berilgan va unga ikkilangan masalaning yechimini toping:

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 - x_3 + 2x_5 = 7, \\ -2x_2 + 4x_3 + x_4 = 12, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 1, x_3 \geq 2, x_4 \geq 8, x_5 \geq 0, x_6 = 10, \\ Z = x_2 - 3x_3 + 2x_5 \rightarrow \min. \end{cases}$$

Yechish. Berilgan masalaga ikkilangan masalani tuzamiz:

$$\begin{aligned} 3y_1 - 2y_2 - 4y_3 &\leq 1, \\ -y_1 + 4y_2 + 3y_3 &\leq -3, \\ 2y_1 + 8y_3 &\leq 2, \\ y_1 \leq 0, y_2 \leq 0, y_3 \leq 0, \\ F = 7y_1 + 12y_2 + 10y_3 &\rightarrow \max. \end{aligned}$$

Berilgan masalani simpleks jadvalga joylashtirib, simpleks usul bilan yechamiz:

Bazis vektor	C_{baz}	P_0	0	1	-3	0	2	0
			P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
P_1	0	7	1	3	-1	0	2	0
P_4	0	12	0	-2	4	1	0	0
P_6	0	10	0	-4	3	0	8	1
Δ_j		0	0	-1	3*	0	-2	0
P_1	0	10	1	5/2	0	1/4	2	0
P_3	-3	3	0	-1/2	1	1/4	0	0
P_6	0	1	0	-5/2	0	-3/4	8	1
Δ_j		-9	0	1/2*	0	-3/4	-2	0
P_2	1	4	2/5	1	0	1/10	4/5	0
P_3	-3	5	1/5	0	1	3/10	2/5	0
P_6	0	11	1	0	0	-1/2	10	1
Δ_j		-11	-1/5	0	0	-4/5	-12/5	0

Uchinchi iteratsiyada optimal yechimga ega bo'lamiz:

$$X^0 = (0; 4; 5; 0; 0; 11); \quad C^0 = (1; -3; 0);$$

$$B^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{2}{5} & \frac{1}{10} & 0 \\ 1 & 3 & 0 \\ 5 & 10 & 0 \\ 1 & -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix};$$

$$Y^0 = C^0 B^{-1} = (1 \quad -3 \quad 0) \begin{pmatrix} \frac{2}{5} & \frac{1}{10} & 0 \\ 1 & 3 & 0 \\ 5 & 10 & 0 \\ 1 & -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & -4 & 0 \\ 5 & 5 & 0 \end{pmatrix}.$$

Jadvaldan ko'rinadiki, ikkinchi (ikkilangan) masalaning yechimini hisoblamaslik ham mumkin. Oxirgi simpleks jadvalda B^{-1} matritsa bazisga kiruvchi (P_1, P_4, P_6) vektorlarga mos keluvchi $m+1$ qator elementlari Y^0 vektorning (ikkilangan masala yechimining) elementlarini beradi. $m+1$ qatorning P_0 vektorga mos kelgan element esa optimal yechimga mos keluvchi Z_{min} va F_{max} funksiyalarning

$$Z(X^0) = Z_{min} = F(Y^0) = F_{max} = -11.$$

qiymatini beradi. Shunday qilib, aytish mumkinki, optimal yechimda o'zaro ikkilangan chiziqli programmashtirish masalalarining maqsad funksiyalarining optimal qiymatlari teng bo'ladi.

3 -Ilova

Charxpalak usuli

1. Talabalarni 3-4 guruhga kartochkalar yordamida ajratadi.
2. Har bir guruh liderni o'qituvchi o'zi tanlaydi.
3. Guruhga topshiriqlarni tarqatadi.
4. Barcha guruh topshiriqlarni bajarib bo'lgandan so'ng, guruh topshiriqlarini bir – biri bilan almashtiradi 3 marta
5. Guruh a'zolari topshiriqlarni bajarib bo'lgandan so'ng, topshiriqlar birinchi holatda o'z guruhlariga topshiriladi.
6. Guruhdan o'qituvchi tanlagan talaba prezentatsiyaga tayyorlanadi.

4 –Ilova

Takrorlash uchun savollar

1. Qanday masalalar o'zaro ikkilangan masala deyiladi?
2. Ishlab chiqarish masalasiga ikkilangan masala tuzing.
3. Simmetrik ikkilangan masalalarning chegaraviy shartlari qanday?
4. Simmetrik bo'lmagan ikkilangan masalalarning chegaraviy shartlari qanday?
5. Ikkilangan masalalar yechimlari orasida qanday munosabat mavjud?
6. Ikkilangan simpleks usul qanday masalalar uchun qo'llaniladi?
7. Ikkilangan simpleks usulda yechim yo'qlig' shartini qanday aniqlash mumkin?
8. Ikkilangan simpleks usulda optimal yechim topilganini qanday aniqlash mumkin?

6-Ilova

Topshiriqlar 1-topshiriq

Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasiga ikkilangan chiziqli programmashtirish

$$\begin{cases} 3x_1 - x_2 - x_3 = 4, \\ x_1 - x_2 - x_3 - x_4 = 1, \\ 2x_1 + x_2 + 2x_3 + x_5 = 7, \end{cases}$$

masalasi tuzilsin:

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

$$F = -5x_1 + x_2 - x_3 \rightarrow \max.$$

2-topshiriq

Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasiga ikkilangan chiziqli chiziqli programmashtirish masalasi tuzilsin:

$$\begin{cases} x_1 - 4x_2 + x_3 = -2, \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 3, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

$$F = x_1 - x_2 + x_3 + 2x_4 \rightarrow \min, (\max).$$

3-topshiriq

Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasiga ikkilangan chiziqli chiziqli programmashtirish masalasi tuzilsin:

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 + 2x_4 = 4, \\ -x_1 + 3x_2 + 5x_3 + x_4 = 8, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

$$F = x_1 - 2x_2 + 2x_3 + 3x_4 \rightarrow \max, (\min).$$

4-topshiriq

Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasiga ikkilangan chiziqli chiziqli programmashtirish masalasi tuzilsin va ikkilangan simpleks usulda yechilsin:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 7x_3 - 3x_4 - 7x_5 = 13, \\ x_1 + 2x_2 + 13x_3 + 2x_4 - 14x_5 = 20, \\ x_1 + 3x_2 + 20x_3 + 6x_4 - 23x_5 = 19, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0,$$

$$F = 2x_1 + x_2 + 6x_3 - 12x_4 - 9x_5 \rightarrow \max.$$

5-topshiriq

Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasiga ikkilangan chiziqli chiziqli programmashtirish masalasi tuzilsin : va ikkilangan simpleks usulda yechilsin:

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 + 2x_4 = 2, \\ 3x_1 + x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 5, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0,$$

$$F = 2x_1 + x_2 + 6x_3 - 12x_4 \rightarrow \max$$

7-Ilova

Uyda mustaqil yechishga vazifalar:

Quyidagi masalalarga ikkilangan chiziqli programmashtirish masalalar tuzing va ularning har ikkalasini yechib, yechimlarini solishtiring:

1. $y = -3x_1 - 2x_2 - 3x_3 \rightarrow \max,$
 $2x_1 + 4x_2 + x_3 \leq 40$
 $3x_1 - x_2 + 2x_3 \geq 30$
 $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0.$
2. $12x_1 + 5x_2 \leq 400$
 $4x_2 \leq 180$
 $22x_1 + 7x_2 \geq 200$
 $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
 $Z_{\min} = 11x_1 + 9x_2$
3. $10x_1 + 5x_2 \leq 400$
 $10x_2 \leq 180$
 $20x_1 + 7x_2 \geq 200$
 $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
 $Z_{\min} = 9x_1 + 11x_2$
4. $10x_1 \geq 400$
 $20x_1 + 14x_2 \geq 180$
 $7x_2 \geq 200$
 $x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$
 $Z = 9x_1 + 11x_2$

3-mavzu	Chiziqli programmashtirishning maxsus masalalari
----------------	---

3-Ma'ruza mashg'ulotini o'qitish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 30-60	3-Mavzu, 2 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza- kuzatish
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1.Chiziqli programmashtirishning maxsus masalalarining klassifikatsiyasi. 2.Yopiq tipdagi transpot masalasi. 3.Dastlabki rejani topish usullari. 4.Potensiallar usuli.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	Transport masalasi haqida umumiy tushunchalar berish hamda uning tayanch va optimal yechimlarini topish usullarini o'rganish.
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-chiziqli programmashtirishning maxsus masalalari haqida ma'lumot berish; -transport masalasi haqida tushuncha berish; -transport masalasini transport jadvaliga yozishni tushuntiriladi; -ochiq va yopiq modeli transport masalalari ko'rsatiladi; -umumiy holda mahsulotni qanday taqsimlashni tushuntirish.; -boshlang'ich tayanch yechimni topishning minimal harajatlar va shimoliy - g'arb burchak tushuntirish; -ta'minotchi va iste'molchilarning harajat potentsiallari kiritishni tushuntirish; -topilgan tachnch yechimni optimallikka tekshirish (potensial usul)ni tushuntirish;	-maxsus masalalar haqida ma'lumot oladi; -transport masalasida harajat nimaligini tushuntirib beraoladi; -transport masalasini jadvalga ko'chiraoladi; -ochiq modeli transpot masalani yopiq modeli transport masalasiga keltiraoladi; -umumiy holda mahsulot taqsimlay oladi; -transport masalasining boshlang'ich yechimini minimal harajatlar va shimoliy - g'arb burchak usuli yordamida aniqlashni o'rganadi; -potensial o'zgaruvchilar kiritishni o'rganadi; -tayanch yechimni optimallikka tekshirishni o'rganadi.
<i>O'qitish usullari</i>	Ma'ruza, namoyish, aqliy hujum, insert

	texnikasi, muloqot-ma'ruza.
<i>O'qitish vositalari</i>	Doska, topshiriqlar, tarqatma materiallar, proyektor.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv, guruhda ishlash.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, og'zaki baholash, savol- javob, savollar.

**Transport masalasi bo'yicha 1- ma'ruza mashg'ulotini
o'qitishning texnologik haritasi**

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Talaba faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. O'quv mashg'uloti mavzusi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.2. Ma'ruzani olib borish formasi baholash mezonini aytadi. 1.3. O'quv mashg'ulotini o'tkazish usuli va uning alohida xususiyatlari bilan tanishtiradi.	Mavzu nomini yozib oladi Tinglaydi. Eshitadi
2-bosqich. Asosiy bo'lim (60 daqiqa)	2.1. Mavzuni yoritib beradi. 2.2 Savollar beradi (5-Ilova) va savollarga javob berishni so'raydi (blits-so'rov (1-Ilova) va aqliy hujum metodi). Masalan, transport masalasining matematik modeli qanday? 2.3. Mavzu bo'yicha materiallarni (3-Ilova) tarqatadi, mavzu bilan tanishib, chiqishni so'raydi (4-Ilova - insert texnikasi). 2.4. Olingan ma'lumotlarni kategoriya bo'yicha sistemaga solishni so'raydi. (1) Jamoa bilan muhokama qilishni so'raydi. (2) Doskada jadval ko'rinishda ma'lumotlarni jamoadan bir talaba yozishini so'raydi. (3) "Siz qanday yangilikni bilishni hohlaysiz?" savoli orqali olingan bilimlarni umumlashtiradi. 2.5. Ishning borishini nazorat qiladi, ishlarni o'zaro tekshirishni taklif etadi va paydo bo'lgan savollarga javob beradi. 2.6. Guruhlarga ajralib, guruh javobini jadvalda (insert jadvalida) ifodalashni so'raydi.	Tinglaydi Savolga javob beradi. Jadvalning asosiy komponentalari tuzilishi haqida qaror qabul qiladi. Bu jadvallarga ma'lumotlarni kiritadi. Savolga javob beradi. Mavzuni o'qiydi va belgilarni qo'yib chiqadi. Savollarga javob beradi. Tarqatma material bilan tanishadi. Tarqatma materialni insert texnikasi asosida o'qiydi va insert jadvalini to'ldiradi Guruh a'zolari bilan birgalikda guruh insert jadvalini tayyorlaydi.
3 – bosqich. Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Olingan ma'lumotlarni izohlaydi, umumlashtiradi. 3.2. Talabalar savollariga javob beradi, zarur bo'lgan ma'lumotlarni e'lon qiladi. 3.3. Ma'lumotlarni tahlil qiladi va talabalar bilimini darsdagi faolligiga qarab baholaydi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi.	Tinglaydi. Savollar beradi. Tinglaydi.

	3.4. Mustaqil ishlash uchun savollar va test savollari ro'yxatini beradi. 3.5. Keyingi darsda muloqatga tayyorgarlik ko'rish uchun mo'ljallangan tarqatma materiallarni talabalarga tarqatadi.	Yozadi. Topshiriqlarni yozib oladi. Tarqatma materialni oladi
--	---	---

1-Ilova

Blits-so'rov

1.Transport masalalari qanday modeli bo'ladi?	1. Ochik va yopiq.
2.Optimal yechim deganda nimani tushunasiz?	2. Eng kam transport harajatli yechim
3.Transport jadvali qanday tuziladi?	3. Mahsulotga bo'lgan talab va taklif hamda harajatlar joylashtirilgan jadval
4.Harqanday transport masala yechimga egami?	4. Ha
5. Harqanday transport masala optimal yechimga egami?	5. Ha.
6. Chegaraviy shartlarda chiziqli bog'lanmagan tenglamalar soni nechta?	6. $m+n-1$ ta

2-Ilova

Tayanch iboralar

Boshlang'ich tayanch iboralar tartibi	Tayanch iboralarining ketma-ketligi
1. Shimoli – g'arbiy burchak usuli.	1.Yuk tashish rejasi.
2. Yopiq model.	2.Transport harajatlari.
3. Minimal element usuli.	3.Yopiq model.
4. Yuk tashish rejasi.	4.Ochiq model.
5. Ochiq model.	5.Optimal yechim.
6.Potensial usul.	6.Shimoli –g'arbiy burchak usuli.
7.Transport harajatlari.	7.Minimal element usuli.
8.Optimal yechim.	8.Potensial usul

3-Ilova

Mavzu bo'yicha materiallar

Transport masalasining qo'yilishi

m ta punktlarning (ta'minotchilarning) a_i ($i = \overline{1, m}$) miqdorda bir hil mahsuloti mavjud bo'lib, ularni talab birliklari b_j ($j = \overline{1, n}$) bo'lgan n ta iste'molchilarga tashish kerak. i -nchi ($i = \overline{1, m}$) ta'minotchidan j ($j = \overline{1, n}$) nchi iste'molchiga bir birlik mahsulot tashish uchun sarflanadigan harajat c_{ij} pul birligini tashkil kilsin.

Mahsulot tashishni shunday tashkil qilish kerakki:

1) Ta'minotchilardagi mahsulotlar to'la tashib ketilsin; 2) Har bir iste'molchining mahsulotga bo'lgan talabi to'la qondirilsin; 3) Mahsulot tashish uchun sarflangan transport harajatlar eng kam bo'lsin. Bunday ko'yilgan iqtisodiy masala, odatda, transport masalasi deb ataladi.

Transport masalasining matematik modeli

Transport masalasining matematik modelini tuzish uchun x_{ij} bilan $i = \overline{1, m}$ ta' minotchidan $j (j = \overline{1, n})$ iste'molchiga tashiladigan mahsulot miqdorini belgilaylik.

U holda masalaning 1) sharti - ta'minotchilarning mahsulotlari to'la tashib ketilishi va 2) sharti - iste'molchilarning mahsulotga bo'lgan talabarlari to'la qondirilishi quyidagi

tenglamalar sistemasida ifodalanadi :
$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad \sum_{j=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = \overline{1, n} \quad \text{Bu}$$

ikki shartdan albatta $\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$ tenglik ham bajarilishi kelib chiqadi va $x_{ij} > 0$ tashiladigan mahsulot miqdori.

Ochiq va yopiq modeli transport masalalar

Agar ishlab chiqarilgan mahsulotlar yig'indisi unga bo'lgan talablar yig'indisiga teng bo'lsa, u holda bu masalani yopiq modeli transport masalasi, aks holda esa ochiq modeli transport masalasi deyiladi. Lekin har qanday ochiq transport masalasini yopiq masalaga keltirish mumkin. Buni ikki holda ko'rish mumkin:

1) - hol. $\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j$. Bu holda masala shartiga aslida mavjud bo'lmagan (aktiv) $n+1$

- inchi shunday iste'molchi kiritiladiki, uning mahsulotga bo'lgan talab birligi $b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$ -ga teng va $c_{i, n+1} = 0, i = \overline{1, m}$.

2) - hol. $\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j$. Yuqoridagiga o'xshash, bu holda mahsulot miqdori

$a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i$ - ga teng bo'lgan $m+1$ - nchi ta'minotchi masala shartiga kiritiladi

va $c_{m+1, j} = 0, j = \overline{1, n}$. Har ikkala holda ham hosil bo'ladigan kengaytirilgan transport masala boshlang'ich masalaga ekvivalent bo'ladi.

«shimoli-g'arbiy burchak» usuli

«Shimoli-g'arbiy burchak» usulining g'oyasi quyidagilardan iborat. Eng avval shimoli-g'arbda joylashgan. x_{11} noma'lumning qiymatini aniqlaymiz. $x_{11} = \min(a_1, b_1)$. Agar $a_1 \leq b_1$ bo'lsa, $x_{11} = a_1$ va $x_{1j} = 0$, agar $b_1 < a_1$ bo'lsa, $x_{11} = b_1$ va $x_{1j} = 0 (j=2, n)$ bo'ladi. Faraz qilaylik, 1-hol bajarilsin. Bu holda 1-qadamdan so'ng masalaning yechimlaridan tashkil topgan matritsa quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

1-qadam.

$$\begin{array}{cccccc} x_{11}=a_1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2n} & a_2 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \dots & x_{mn} & a_m \\ b_1-a_1 & b_2 & b_3 & \dots & b_n & \end{array}$$

Endi ikkinchi qatordagi birinchi elementning qiymatini topamiz:

Agar $a_2 > b_1 - a_1$ bo'lsa, $x_{21} = b_1 - a_1$ va $x_{2i} = 0, (i=3, m)$.

Agar $a_2 < b_1 - a_1$ bo'lsa, $x_{21} = a_2$ va $x_{2j} = 0, (j=2, n)$.

Faraz qilaylik, yangi matritsa uchun ham birinchi hol bajarilsin, u holda

$$\begin{array}{cccccc} x_{11}=a_1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ x_{21}=b_1-a_1 & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2n} & a_2=b_1+a_1 \end{array}$$

2-qadam.

$$\begin{array}{cccccc} \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \dots & x_{mn} & a_m \\ b_1-a_1 & b_2 & b_3 & \dots & b_n & \end{array}$$

Xuddi shunday har bir qadamda birorta x_{ij} ning qiymati topiladi. $x_{ij} = \min(a_i, b_j)$ va a_i yoki b_j nolga aylantiriladi.

Bu jarayon barcha a_i va b_j lar nolga aylanguncha takrorlanadi. Ma'lumki, har bir x_{ij} ning qiymati a_i va b_j larning turli kombinatsiyalarini ayirish yoki qo'shish yordami bilan topiladi, shuning uchun a_i va b_j lar butun bo'lganda topilgan tayanch bilan butun sonli bo'ladi. Bundan tashqari tayanch rejadagi noldan farqli x_{ij} noma'lumlar soni $m+n-1$ dan oshmaydi.

Minimal element usuli

Minimal harajatlar usuli. Transport masalasining yechimini topish uchun kerak bo'ladigan iteratsiyalar soni boshlang'ich tayanch rejasini tanlashga bog'liq. Optimal rejaga yaqin bo'lgan tayanch rejani topish masalaning optimal yechimini topishni tezlashtiradi. Adabiyotda transport masalasining boshlang'ich rejasini topish uchun transport harajatlari nazarga oluvchi ko'p usullar ma'lum. Ularning hammasi shimoliy-g'arb burchak usulining transport harajatlari nazarga oluvchi modifikatsirlangan holidir.

Asosiy teoremlar

1-teorema. Har qanday ko'rinishdagi yopiq modelli transport masalasi yechimga ega.

2-teorema. Transport masalasining shartlaridan tuzilgan matritsaning rangi $m + n - 1$ ga teng.

3-teorema. Ixtiyoriy transport masalasining optimal yechimi mavjuddir.

4-teorema. Transport masalasining har qanday yechimidagi x_{ij} ($x_{ij} > 0$) larning soni $m+n-1$ dan ortmaydi. Bunday x_{ij} larga mos P_{ij} vektorlar chiziqli bog'liqsiz bo'ladi.

Potensial usul g'oyasi

Transport masalasining boshlang'ich tayanch yechimidan boshlab, optimal yechimga yaqinroq bo'lgan yangi tayanch yechimlarga o'tib borib, chekli sondagi interaktsiyadan so'ng masalaning optimal yechimini topish masalasini hal qilishda potensiallar usulidan foydalanish mumkin. Har bir interaktsiyada topilgan tayanch yechim optimal yechim ekanini tekshirish uchun har bir mahsulot ishlab chiqaruvchi (ta'minotchi) va iste'mol qiluvchi (iste'molchi) punktda uning potentsiali deb ataluvchi u_i va v_j sonlar mos qo'yiladi. Bu potentsiallar shunday tanlanadiki, bunda o'zaro bog'langan ta'minotchi va iste'molchilarga mos keluvchi potentsiallar yig'indisi s_{ij} ga teng bo'lishi kerak.

4- Ilova

V	+	-	?

Insert jadvali qoidasi:

V- olgan bilimiga to'g'ri keladi.

+ - yangi ma'lumot

-- - olgan bilimiga qarama-qarshi

? – tushunarsiz (aniqlanishi zarur bo'lgan ma'lumotlar)

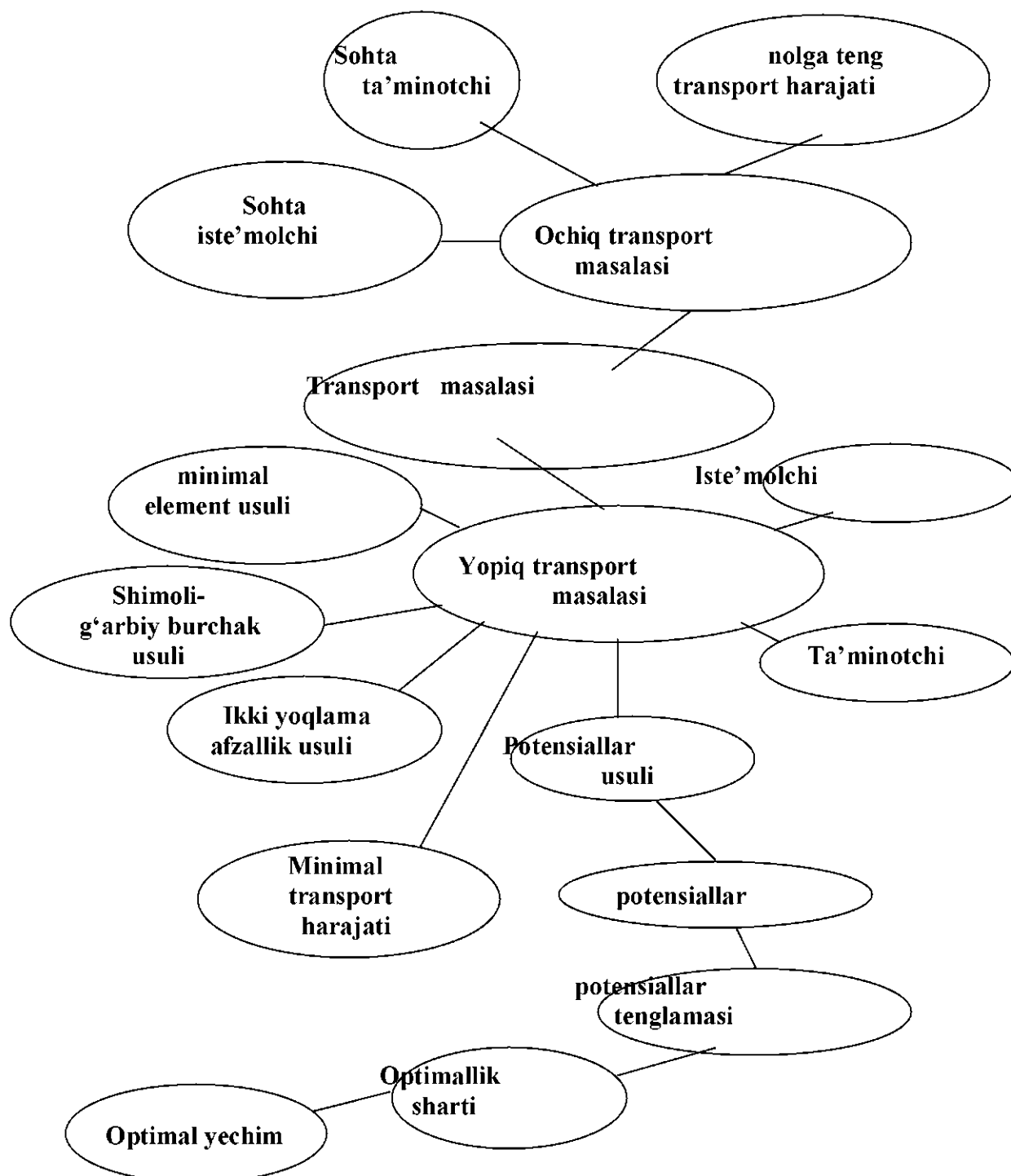
5-Ilova

Mavzuni jonlantiruvchi savollar

1. Tayanch reja tuzish usullari qanday?
2. Iste'molchi tushunchasi ayting?
3. Ta'minotchi tushunchasi ayting?
4. Harajat tushunchasi ayting?
5. Transport masalasining boshlang'ich tayanch rejasini topish usullarini ayting?

Klaster tuzish qoidalari

1. Hayolingga nima kelsa shuni yoz. Fikrlarning sifatiga e'tibor bermang.
2. Yozuvning orfografik va boshqa hatolariga e'tibor bermang.
3. Ajratilgan vaqt tugamaguncha yozishni to'xtatmang.
4. Agar fikrlar hech kelavermasa, to yangi fikrlar kelguncha qog'ozga rasmlar chizing.
5. Iloji boricha ko'proq bog'lanishlarni qurishga harakat qiling. Fikrlar sonini va ular orasidagi bog'lanishlar sonini chegaralamang.



Chiziqli programmashtirishning maxsus masalalari
mavzusi bo'yicha 1- amaliy mashg'ulotni o'qitish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 25-30	3-Mavzu - 2 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Individual topshiriqlarni bajarishga asoslangan amaliy mashg'ulot

<i>Mashg'ulot rejası</i>	1.Transport masalasiga keltiriladigan masalalar. 2.Ochiq va yopiq tipdagi transport masalalari. 3.Boshlang'ich tayanch yechimni topishning minimal harajatlar usuli.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	Transport masalasining boshlang'ich tayanch rejasini topish usullarini o'rgatish.
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-transport masalasining ochiq va yopiq turlariga misollar ko'rsatish va ochiq masalani yopiq masalaga keltirishni tushuntirish; -transport masalasidagi iqtisodiy tushunchalarning ma'nosini tushuntirish; -minimal harajatlar usulini tushuntirish;	-transport masalasining ochiq va yopiq turlariga misollar ko'rsataoladi va ochiq masalani yopiq masalaga keltirishni o'rganadi; -transport masalasidagi iqtisodiy tushunchalarni aytib bera oladi; - transport masalasini minimal harajatlar usulini qo'llab yechadi;
<i>O'qitish usullari</i>	topshiriqlar, amaliy ishlash usuli, suhbat, 3×3 usuli
<i>O'qitish vositalari</i>	Namunaviy materiallar, doska, proyektor.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ish.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Doska va kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>	Ko'zatish,og'zaki baholash, savol- javob.

Chiziqli programmalashtirishning maxsus masalalari
mavzusi bo'yicha 1- amaliy mashg'ulotni o'qitishning texnologk haritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzu nomini, maqsad va vazifalarini aytadi. 1.2.Amaliy mashg'ulotni olib borish formasi va baholash mezonlarini aytadi. 1.3. Shu mavzu bo'yicha namunaviy (1-Ilova) materiallarni talabalarga tarqatadi	Mavzu nomini yozib oladi. Tinlaydi. Tarqatma materiallar bilan tanishadi.
2-bosqich Asosiy bo'lim (55 daqiqa)	2.1. Har bir talabaga mavzuga oid savollar beradi. 2.2. Guruhlarga ajratadi va mavzuga oid topshiriqlar (4-Ilova) beradi. 2.3. 15 daqiqadan so'ng topshiriqlarni yig'ib oladi va topshiriqlarni guruhlararo almashtiradi. (3-Ilova 3×3 usuli). 2.4. Topshiriqlarni birinchi holatdagi guruhlarga qaytaradi. 2.5. Taqdimot qilishni so'raydi. Kamchilik va yutuqlarni aytadi.	Savollarga javob beradi. Guruhlarga ajraladi, topshiriqni bajaradi. Boshqa guruh topshiriqlarini bajaradi. O'z topshiriqlarini taqdimot qiladi.
3 – bosqich Yakunlovchi (15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. 3.2. Mavzu maqsadiga erishishdagi talabalar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi. 3.3. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun topshiriqlar beradi. Mustaqil ishlash uchun uy vazifalarini (5-Ilova) topshiradi.	Savollar beradi Yozib oladi.

1-Ilova

Minimal element usuliga misol

Bir xil mahsulotlarga ega bo'lgan uchta ta'minotchining mahsulot miqdorlari: $a_1 = 120$, $a_2 = 130$, $a_3 = 110$ birliklarni tashkil qilsin. Bu mahsulotlarga talab birliklari: $b_1 = 115$, $b_2 = 135$, $b_3 = 110$. Ta'minotchilardan iste'molchilarga bir birlik mahsulot tashishga sarflanadigan transport harajatlar matritsasi berilgan:

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 4 & 8 & 3 \\ 5 & 9 & 6 \\ 5 & 8 & 3 \end{pmatrix}.$$

Masalaning boshlang'ich yechimini minimal elementlar usulida topish uchun masala shartlarini transport jadvalga joylashtiramiz va jadvalning o'rta kataklariga ta'minotchilardan istemolchilarga etkazib berilishi mumkin bo'lgan mahsulot miqdorini yozamiz.

Transport masalasining boshlang'ich tayanch yechimini minimal element usulini qo'llab topaylik.

$a_i \backslash b_j$	115	135	110
120	4 10	8	3 110
130	5 105	9 25	6
110	5	8 110	3

Avval eng kichik transport harajatli ($c_{13} = 3$) kattaga $x_{13} = 110$ birlik mahsulot taqsimlaymiz. Uchinchi iste'molchining mahsulotga bo'lgan talabi qondirilgani uchun uchinchi ustunning boshqa qatorlariga mahsulot taqsimlanmaydi, ya'ni bu ustunning ikkinchi, uchinchi qatorlari e'tibordan chetda qoldiriladi. Endi keyingi kichik transport harajatli (kichik elementli) katakni mahsulot taqsimlashga tanlaymiz $c_{12} = 4$ bo'lgan (1,2) katakka mahsulot taqsimlaymiz. $a_1 - b_3 = 120 - 110 = 10$ va $b_1 = 115$ sonlarining kichigini $x_{12} = 10$ deb qabul qilamiz. Birinchi ta'minotchining mahsuloti taqsimlab bo'lingani uchun birinchi qator boshqa qaralmaydi. $c_{21} = 5$ bo'lgan (2,1) katakka $x_{21} = 105$ birlik mahsulot taqsimlaymiz, $x_{11} + x_{21} = 10 + 105 = 120 = b_1$ bo'lgani uchun birinchi ustunga boshqa mahsulot taqsimlanmaydi. Mahsulot taqsimlash jarayonini ta'minotchilarning mahsulotlari to'la taqsimlanguncha va ikkinchi iste'molchining ham talabi qondirilguncha davom etib, transport masalasining boshlang'ich yechimini topamiz: $x_{11} = 10$, $x_{13} = 110$, $x_{21} = 105$, $x_{22} = 25$, $x_{32} = 110$.

2 -Ilova

Mavzuga oid savollar

1. Transport masalasining modeliga keltiriladigan masalalarning qanday turlarini bilasiz?
2. Transport masalasining berilishi va matematik modeli qanday?
3. Qanday shartlar bajarilganda transport masalasi yopiq deyiladi?
4. Qanday shartlar bajarilganda transport masalasi ochiq deyiladi?
5. Transport masalasida mahsulotni necha xil usulda taqsimlash mumkin?
6. Minimal element usulini tushuntiring.

3 -Ilova

3 × 3 usulini qo'llash qoidasi

1. Talabalarni 3 ta guruhga ajratish lozim.
2. Uchta guruhga 3 ta savol beriladi.
3. Ma'lum bir vaqtdan so'ng topshiriqlarni yig'ib olish kerak.
4. Topshiriqlarni guruhlararo almashtirish kerak. (3-marta)
5. Topshiriqlarni birinchi holatdagi guruhlarga qaytarish lozim.
6. Taqdimot qilinadi.
7. Kamchilik va yutuqlar aytiladi.

Topshiriqlar

4-Ilova

1-topshiriq

Quyidagi transport masalalarining dastlabki rejasini minimal element usulida toping va maqsad funksiyaning mos qiymatini hisoblang:

a)

a_i/b_j	30	40	20
29	7	6	3
40	4	6	1
30	3	2	4

b)

a_i/b_j	20	26	30	26
40	4	2	6	7
30	6	0	3	1
30	6	4	2	6

2-topshiriq

Quyidagi transport masalalarining dastlabki rejasini minimal element usulida toping va maqsad funksiyaning mos qiymatini hisoblang:

a)

a_i/b_j	30	40	20
20	7	6	3
40	4	6	1
30	3	2	4

b)

a_i/b_j	20	26	30	26
40	4	2	6	7
30	6	0	3	1
30	6	4	2	6

3-topshiriq

Quyidagi transport masalalarining dastlabki rejasini minimal element usulida toping va maqsad funksiyaning mos qiymatini hisoblang:

a_i/b_j	30	40	20
	7	6	3
40	4	6	1
30	3	2	4

a_i/b_j	20	26	30	26
40	4	2	6	7
30	6	0	3	1
30	6	4	2	6

4-topshiriq

Quyidagi transport masalalarining dastlabki rejasini minimal element usulida toping va maqsad funksiyaning mos qiymatini hisoblang:

a)

a_i/b_j	60	60	60
50	7	6	3
40	4	6	1
30	3	2	4

b)

a_i/b_j	20	26	30	26
40	4	2	6	7
30	6	0	3	1
32	6	4	2	6

minimal element usulida toping va maqsad funksiyaning mos qiymatini hisoblang.

a_i/b_j	200	200	100
200	8	3	6
150	5	7	9
50	6	9	4

a_i/b_j	60	30	20
20	11	9	7
55	6	8	12
35	10	5	4

a_i/b_j	60	35	20
60	5	4	1
60	4	2	6

35	7	3	5
----	---	---	---

a_i / b_j	200	150	50
130	3	5	7
100	1	4	6
170	5	2	12

a_i / b_j	150	140	100
75	5	6	3
150	28	25	50
80	8	1	4
17	3	5	2
43	11	4	6
17	5	2	12

Shimoli-g'arb burchak usuliga misol

Bir hil mahsulotlarga ega bo'lgan uchta ta'minotchining mahsulot miqdorlari: $a_1 = 120$, $a_2 = 130$, $a_3 = 110$ birliklarni tashkil qilsin. Bu mahsulotlarga talab birliklari: $b_1 = 115$, $b_2 = 135$, $b_3 = 110$. Ta'minotchilardan iste'molchilarga bir birlik mahsulot tashishga sarflanadigan transport harajatlar matritsasi berilgan:

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 4 & 8 & 3 \\ 5 & 9 & 6 \\ 5 & 8 & 3 \end{pmatrix}.$$

Masalaning boshlang'ich yechimini shimoliy-g'arbiy burchak usulida topish uchun masala shartlarini transport jadvalga joylashtiramiz va jadvalning o'rta kataklariga ta'minotchilardan istemolchilarga etkazib berilishi mumkin bo'lgan mahsulot miqdorini yozamiz.

$a_i \backslash b_j$	115	135	110
120	4	8	3
	115	5	
130	5	9	6
		130	0
110	5	8	3
			110

Yuqorida isbotlangan 2-teoremadan transport jadvalida mahsulot taqsimlangan kataklar soni $m+n-1$ ga teng bo'lishi kerakligi kelib chiqadi. Shunga ko'ra jadvalning (3,2) katagiga $x_{23} = 0$ miqdorda mahsulot taqsimlandi. Demak, berilgan masalaning boshlang'ich yechimi: $x_{11} = 115$, $x_{12} = 5$, $x_{22} = 130$, $x_{33} = 110$.

Shimoliy-g'arb va minimal element minimal element usullarini solishtirish

Berilgan transport masalasining shimoliy-g'arb burchak usulida va hozir ko'rilgan minimal element usulida topilgan yechimlaridagi umumiy transport harajatlarni solishtiraylik:

1) $y = 115 \cdot 4 + 5 \cdot 8 + 130 \cdot 9 + 110 \cdot 3 = 2000$ - shimoliy-g'arb burchak usulida topilgan $x_{11} = 115$, $x_{12} = 5$, $x_{22} = 130$, $x_{33} = 110$ - yechimdagi umumiy transport harajat.

2) $y_1 = 10 \cdot 4 + 110 \cdot 3 + 105 \cdot 5 + 25 \cdot 9 + 110 \cdot 8 = 2000$ - minimal element usulida topilgan $x_{11} = 10$, $x_{13} = 110$, $x_{21} = 105$, $x_{22} = 25$, $x_{32} = 110$ - yechimdagi umumiy transport harajat.

Bu misolimizda har ikkala usulda ham umumiy transport harajatlar teng bo'ldi, lekin bunday tenglik har qanday transport masalasi uchun bajariladi degan xulosani keltirib chiqarmaydi. Bunga misol qilib yana bir transport masalasini ko'raylik.

Shimoliy-g'arb burchak usulida mahsulot taqsimlangan masala:

$a_i \backslash b_j$	120	145	115
100	4 100	2	3
150	3 20	7 130	6
130	5	8 15	10 115

Boshlang'ich tayanch yechim: $x_{11} = 100$, $x_{21} = 20$, $x_{22} = 130$, $x_{32} = 15$, $x_{33} = 115$ va
 $y = 100 \cdot 4 + 20 \cdot 3 + 130 \cdot 7 + 15 \cdot 8 + 115 \cdot 10 = 2640$.

Minimal element usulida mahsulot taqsimlangan masala:

$a_i \backslash b_j$	120	145	115
100	4	2 100	3
150	3 120	7 30	6
130	5	8 15	10 115

Boshlang'ich tayanch yechim:

$x_{12} = 100$, $x_{21} = 120$, $x_{22} = 30$, $x_{32} = 15$, $x_{33} = 115$,

$y_1 = 100 \cdot 2 + 120 \cdot 3 + 30 \cdot 7 + 15 \cdot 8 + 115 \cdot 10 = 2040$

Boshlang'ich yechim qanday tuzilganidan qat'iy nazar (xatto optimal yechim turlicha bo'lishi mumkin), transport masalasining umumiy minimal (optimal) transport harajatlari yagonadir.

4-Ilova

Topshiriqlar

1-topshiriq

Quyidagi transport masalalarining dastlabki rejasini shimoliy-g'arb burchak usulida toping va maqsad funksiyaning mos qiymatini hisoblang:

a)

$a_i \backslash b_j$	30	40	20
7	7	6	3
40	4	6	1
30	3	2	4

b)

$a_i \backslash b_j$	20	26	30	26
40	4	2	6	7
30	6	0	3	1
30	6	4	2	6

2- topshiriq

Quyidagi transport masalalarining dastlabki rejasini shimoliy-g'arb burchak usulida toping va maqsad funksiyaning mos qiymatini hisoblang:

a)

$a_i \backslash b_j$	30	40	20
20	7	6	3
40	4	6	1
30	3	2	4

b)

$a_i \backslash b_j$	20	26	30	26
40	4	2	6	7
30	6	0	3	1
30	6	4	2	6

3-topshiriq

Quyidagi transport masalalarining dastlabki rejasini shimoliy-g'arb burchak usulida toping va maqsad funksiyaning mos qiymatini hisoblang:

a)

$a_i \backslash b_j$	30	40	20
7	7	6	3
40	4	6	1
30	3	2	4

b)

$a_i \backslash b_j$	20	26	30	26
40	4	2	6	7
30	6	0	3	1
30	6	4	2	6

4-topshiriq

Quyidagi transport masalalarining dastlabki rejasini shimoliy-g'arb burchak usulida toping va maqsad funksiyaning mos qiymatini hisoblang:

a)

$b_j \backslash a_i$	60	60	60
50	7	6	3
40	4	6	1
30	3	2	4

b)

$b_j \backslash a_i$	20	26	30	26
40	4	2	6	7
30	6	0	3	1
32	6	4	2	6

qiymatlarini solishtiring:

a_i / b_j	200	200	100
200	8	3	6
150	5	7	9
50	6	9	4

a_i / b_j	60	30	20
20	11	9	7
55	6	8	12
35	10	5	4

a_i / b_j	60	35	20
60	5	4	1
60	4	2	6
35	7	3	5

a_i / b_j	150	140	100
75	5	6	3
150	9	2	5
80	8	1	4

a_i / b_j	200	150	50
130	3	5	7
100	1	4	6
170	5	2	12

a_i / b_j	28	22	50
17	3	5	2
43	11	4	6
17	5	2	12

Chiziqli programmashtirishning maxsus masalalari mavzusi bo'yicha ikkinchi amaliy mashg'ulotni o'qitish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 25-30	3 Mavzu -4 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Individual topshiriqlarni bajarishga asoslangan amaliy mashg'ulot
<i>Mashg'ulot rejas</i>	1.Potensiallar usuli. 2.Mahsulotlarni taqsimlashda iste'molchi va ta'minotchining potensiallarining iqtisodiy ma'nosi. 3.Yangi tayanch yechimg o'tish qoidasi. 4.Masalalar yechish. 5.Maxsus hollar
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	Transport masalasining tayanch rejasini optimallikka tekshirishni o'rgatish
<i>Pedagogik vazifalar:</i> -shimol – g'arbiy burchak va minimal element usullarini takrorlab o'tish; -mahsulotlarni taqsimlashda iste'molchi va ta'minotchining potensiallarini tanlash va ularning iqtisodiy ma'nosini misollarda tushuntirish; -potensial usulda misol yechib	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i> -shimoli-g'arbiy burchak va minimal element usullarini biladi; -tinglaydi va yozib oladi;

ko'rsatish;	-potensial usulda misol yechishni o'rganadi.
O'qitish usullari	topshiriqlar, amaliy ishlash usuli, 3×3 usuli
O'qitish vositalari	Namunaviy materiallar, doska, multimedia, proyektor.
O'qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish, guruxli.
O'qitish sharoiti	Kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
Monitoring va baholash	Ko'zatish, o'zaki baholash, savol- javob.

Chiziqli programmalashtirishning maxsus masalalari
mavzusi bo'yicha ikkinchi amaliy mashg'ulotni o'qitishning texnologik haritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzu nomini, maqsad va vazifalarini aytadi. 1.2. Amaliy mashg'ulotni olib borish formasi va baholash mezonlarini (5-Ilova) aytadi. 1.3. Shu mavzu bo'yicha namunaviy materiallarni (1-Ilova) talabalarga tarqatadi	Mavzu nomini yozib oladi. Tinlaydi. Tarqatma materiallar bilan tanishadi.
2-bosqich Asosiy bo'lim (55 daqiqa)	2.1. Har bir talabaga mavzuga oid savollar(2-Ilova) beradi. 2.2. Guruhlarga ajratadi va mavzuga oid topshiriqlar beradi. 2.3. 15 daqiqadan so'ng topshiriqlarni yig'ib oladi va topshiriqlarni guruhlararo almashtiradi. (3-marta, 3×3 usuli). 2.4. Topshiriqlarni birinchi holatdagi guruhlariga qaytaradi. 2.5. Taqdimot qilishni so'raydi. Kamchilik va yutuqlarni aytadi.	Savollarga javob beradi. Guruhlariga ajraladi, topshiriqni bajaradi. Boshqa guruh topshiriqlarini bajaradi. O'z topshiriqlarini taqdimot qiladi.
3 – bosqich Yakunlovchi (15 daqiqa)	3.1. Mavzu bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. 3.2. Mavzu maqsadiga erishishdagi tinglovchilar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi. 3.3. Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqurlashtirish uchun topshiriqlar beradi. Mustaqil ishlash uchun uy vazifalarini (6-Ilova) topshiradi.	Savollar beradi Yozib oladi.

1-Ilova

Namunaviy materiallar

Transport masalalarini potensial usulda yechish uchun ko'rgazmali misol

Transport jadvalida berilgan quyidagi masalaning boshlang'ich yechimini shimoliy-g'arb burchak usulida topib, optimal yechimni potensiallar usuli yordamida aniqlaylik.

a_i / b_j	30	20	10	u_i
20	1 - 20	3 1 + θ	6 1	0
15	2 + 10	5 - 5	7 1	1

25	4	-2	5	8	1
			15	10	
v_j	1		4	7	

Boshlang'ich tayanch yechim: $x_{11} = 20$, $x_{21} = 10$, $x_{22} = 5$, $x_{32} = 15$, $x_{33} = 10$.

Bu yechimga mos potensial tenglamalar sistemasini tuzamiz:

$$u_1 + v_1 = 1,$$

$$u_2 + v_1 = 2,$$

$$u_2 + v_2 = 5,$$

$$u_3 + v_2 = 5,$$

$$u_3 + v_3 = 8$$

Sistemadagi u_1 ning qiymatini 0 ga teng deb olaylik. U holda potensiallarning $v_1 = 1$, $u_2 = 1$, $v_2 = 4$, $u_3 = 1$, $v_3 = 7$ qiymatlarini hosil

a_i / b_j	30	20	10	u_i
20	1	3	6	0
	15	5	0	
15	2	5	7	1
	15	-1	0	
25	4	5	8	2
	-1	15	10	
v_j	1	3	6	

qilamiz hamda mahsulot taqsimlanmagan (bo'sh) kataklar uchun $\Delta_{ij} = u_i + v_j - c_{ij}$ formula yordamida topilgan $\Delta_{12} = 1$, $\Delta_{13} = 1$, $\Delta_{23} = 1$, $\Delta_{31} = -2$ -qiymatlarni jadvalning mos kataklarining yuqori o'ng burchaklariga joylashtiramiz. Bu yerda $\Delta_{12} = \Delta_{13} = \Delta_{23} = 1$ bir xil eng katta qiymat bo'lgani uchun $\min(c_{12} = 3, c_{13} = 6, c_{31} = 7) = 3$ ga mos (1,2) katakka θ noma'lum sonni yozamiz va uning qiymatini aniqlaymiz:

$\theta = \min(x_{11} = 20, x_{22} = 5) = 5$. $x_{22} = 5$ bo'lgan (2,2) katakni bo'shatamiz, "+" ishora qo'yilgan kataklardagi mahsulot miqdorlariga 5 birlik qo'shamiz,

"-" ishoradagilardan ayiramiz va natijani yangi transport jadvaliga ko'chiramiz va bu jadval uchun potensial qiymatlar hamda bo'sh kataklar uchun Δ_{ij} - larning qiymatlarini hisoblaymiz.

Ikkinchi jadvalda barchasi i, j lar uchun $\Delta_{ij} < 0$ tengsizlik bajarildi. Demak, quyidagi yechim berilgan transport masalasining optimal yechimi bo'ladi.

2-Ilova

Mavzuga oid savollar

1. Tayanch reja qanday tuziladi.?
2. Transport masalasining matematik modeli nimadan iborat?
3. Shimoliy -g'arb burchak usulini ayting?
4. Minimal element usuli nimadan iborat?
5. Qanday shartlar bajarilganda transport masalasi yopiq deyiladi?
6. Qanday shartlar bajarilganda transport masalasi ochiq deyiladi?
7. Transport masalasida mahsulotlarni necha xil usulda taqsimlash mumkin.
8. Potensial o'zgaruvchilar qanday tanlanadi?
9. Potensial tenglamalar sistemasi qanday tuziladi?
10. Bir transport jadvaldan ikkinchisiga o'tish qanday amalga oshiriladi?
11. Tayanch yechimni optimallik sharti qanday?

3-Ilova

Topshiriqlar

1-topshiriq

Quyidagi transport masalalarni potensial usulda yeching:

a)

$a_i \backslash b_j$	30	40	20
20	7	6	3
40	4	6	1
20	2	2	4

b)

$a_i \backslash b_j$	20	26	30	26
40	4	2	6	7
30	6	0	3	1
20	6	4	2	6

2- topshiriq

Quyidagi transport masalalarni potensial usulda yeching:

a)

$a_i \backslash b_j$	30	40	20
20	7	6	3
40	4	6	1
30	3	2	4

b)

$a_i \backslash b_j$	20	26	30	26
40	4	2	6	7
30	6	0	3	1
30	6	4	2	6

3-topshiriq

Quyidagi transport masalalarni potensial usulda yeching:

a)

$a_i \backslash b_j$	30	40	20
	7	6	3
40	4	6	1
20	2	2	4

b)

$a_i \backslash b_j$	20	26	30	26
40	4	2	6	7
30	6	0	3	1
30	6	4	2	6

4-topshiriq

Quyidagi transport masalalarni potensial usulda yeching:

a)

$a_i \backslash b_j$	60	60	60
50	7	6	3
40	4	6	1
30	3	2	4

b)

$a_i \backslash b_j$	20	26	30	26
40	4	2	6	7
30	6	0	3	1
32	6	4	2	6

1. Talabalarni 3 ta guruhga ajratish lozim.
2. Uchta guruhga 3 ta savol beriladi.
3. Ma'lum bir vaqtdan so'ng topshiriqlarni yig'ib olish kerak.
4. Topshiriqlarni guruhlararo almashtirish kerak. (3-marta)
5. Topshiriqlarni birinchi holatdagi guruhlariga qaytarish lozim.
6. Taqdimot qilinadi.
7. Kamchilik va yutuqlar aytiladi.

5-Ilova

Baholash varag'i

	Guruh bahosi	O'qituvchi bahosi
Savolarga to'liq javob berish		
Savollarga qo'shimcha kiritish		
Savolning to'g'ri qo'yilishi		
Jami		

6-Ilova

Mustaqil ishlash uchun misollar

Quyidagi transport masalalarini yopiq transport masalalariga keltirib, dastlabki rejasini toping va uni potensial usul yordamida optimallikka tekshiring:

a_i / b_j	200	200	100
200	8	3	6

150	5	7	9
50	6	9	4

a_i/b_j	60	30	20
20	11	9	7
55	6	8	12
35	10	5	4

a_i/b_j	60	35	20
60	5	4	1
60	4	2	6
35	7	3	5

a_i/b_j	150	140	100
75	5	6	3
150	9	2	5
80	8	1	4

a_i/b_j	200	150	50
130	3	5	7
100	1	4	6
170	5	2	12

a_i/b_j	28	22	50
17	3	5	2
43	11	4	6
17	5	2	12

4-MAVZU	CHIZIQSIZ PROGRAMMALASHTIRISH MASALASI
----------------	---

Mavzuning birinchi ma'ruzasini olib borish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 25-60	4-Mavzu, 2 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza axborot hamda vizual ma'ruza
<i>O'quv mashg'ulotining rejasi</i>	1. Chiziqli programmashtirish masalasining klassifikatsiyasi va umumiy ko'rinishdagi matematik modeli. 2. Lokal va global ekstremal yechimlar va ularga mos qiymatlar. 3. Chiziqli programmashtirish masalasining geometrik talqini. 4. Cheklashlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalar.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	Chiziqli programmashtirish masalasi haqidagi umumiy ma'lumotlarni va geometrik talqinini o'rganish.
<i>Pedagogik vazifalar</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-chiziqli programmashtirish masalalari haqida tushuncha berish; -chiziqli va chiziqli programmashtirish masalalarning farqini tushuntirish; -lokal va global ekstremumlar tushunchalariga ta'rif berish; -chiziqli programmashtirish masalasining qo'yilishini geometrik ravishda tushuntirish; -cheklashlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalarning matematik modellarini ko'rsatib berish.	chiziqli programmashtirish masalalari haqida tushunchaga ega bo'ladi; -chiziqli va chiziqli programmashtirish masalalarini bir-biridan ajrataoladi; -lokal va global ekstremumlar tushunchasiga ega bo'ladi; -chiziqli programmashtirish masalasining qo'yilishini geometrik jihatdan tushuntiraoladi; -cheklashlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalarning matematik modellarini yozib oladi.
<i>O'qitish usullari</i>	Ma'ruza, namoyish, aqliy hujum, insert texnikasi.
<i>O'qitish vositalari</i>	ma'ruza materiallari, doska, proyektor.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ish.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, og'zaki baholash, savol- javob.

Chiziqli programmashtirish mavzusi bo'yicha birinchi ma'ruza mashg'ulotini o'qitishning texnologik haritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Talaba faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzu nomini, maqsad va vazifalarini aytadi. 1.2. Ma'ruzani olib borish formasi va baholash mezonlarini (3-Ilova) aytadi. 1.3. Shu mavzu bo'yicha mavzuga doir(1-Ilova) materiallarni har bir talabaga tarqatadi.	Mavzu nomini yozib oladi; Tinglaydi; Taninishadi
2-bosqich Asosiy bo'lim	2.1. Savollarga (5-Ilova) javob berishni so'raydi (aqliy hujum metodi). Chiziqli dasturlash masalasining geometrik talqini deganda siz nimani tushunasiz? Biror	Savolga javob beradi.

(60 daqiqa)	masalaning yechimini grafikda chizib tushuntirishni so'raydi. 2.3. Chizilgan grafiklarni to'g'riligini tekshirishni so'raydi. (1) Jamoa bilan muhokama qilishni so'raydi. (2) Dostkada grafiklarni jamoadan bir talaba ko'rsatishini so'raydi. (3) "Siz qanday yangilikni bilishni hohlaysiz?" savoli orqali olingan bilimlarni umumlashtiradi. 2.4. Tarqatma materiallar beradi, mavzu bilan tanishib, har bir grafikni to'g'riligiga belgi qo'yishni so'raydi (insert texnikasi) 2.5. Ishning borishini nazorat qiladi, ishlarni o'zaro tekshirishni taklif etadi va paydo bo'lgan savollarga javob beradi. 2.6. Guruhlarga ajralib, guruh javobini jadvalda (insert jadvalida) ifodalashni so'raydi. 2.7. Taqdimot qilishni so'raydi.	Jadvalning asosiy komponentalari, tuzilishi haqida qaror qabul qiladi. Bu jadvallarga grafiklarni kiritadi. Savolga javob beradi. Savollarga javob beradi. Guruh jadvalini tayyorlaydi. Taqdimot qiladi
3 – bosqich Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Olingan ma'lumotlarni izohlaydi, xulosa qiladi. 3.2. Talabalar savollariga javob beradi, zarur bo'lgan ma'lumotlarni e'lon qiladi. 3.3. Ma'lumotlarni tahlil qiladi va baholaydi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.4. Mustaqil ishlash uchun savollar(6-Ilova) ro'yxatini beradi.	Tinglaydi. Savollar beradi. Tinglaydi. Yozadi.

1-Ilova

Ma'ruza bo'yicha materiallar

Chiziqsiz programmalashtirish masalasining berilishi haqida

Deylik, n o'lchovli Evklid fazosi E_n da $f(X), g_1(X), \dots, g_m(X)$ funksiyalar berilgan bo'lsin. Quyidagi

$$g_1(X) < 0$$

$$g_2(X) < 0$$

.....

$$g_m(X) < 0$$

shartlarnig barchasini qanoatlantiruvchi $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektorlarni joiz vektorlar, yoki qisqacha qilib joiz nuqtalar deb ataymiz. Agar $f(X), g_1(X), \dots, g_m(X)$ funksiyalardan kamida bittasi chiziqsiz bo'lsa berilgan masala chiziqsiz programmalashtirish masalasi deyiladi.

Barcha joiz nuqtalar orasidan $f(X)$ funksiyaga ekstremal qiymat beruvchi nuqtani topish masalasini shartli ekstremum masalasi deb ataymiz. Masala simvolik ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$$f(X) \rightarrow \min(\max) \quad (1)$$

$$g_i(X) < 0, i = \overline{1, m} \quad (2)$$

Bu yerda $g_i(x) < 0, i = \overline{1, m}$, munosabatlar qo'yilgan shartlarni ifodalaydi. Shu sababli, mos masalaga shartli ekstremum masalasi deb ataladi. Agar masalada $i=0$ bo'lsa, ya'ni (2) kabi yoki boshqacha shartlar qo'yilmasa, mos masalaga shartsiz ekstremum masalasi deyiladi va bunday masalalar matematik analiz kursida yetarli darajada o'rganilgan. Biz bu yerda asosiy e'tiborni shartli ekstremum masalasiga qaratimiz.

Shartlari tengsizlik tarzida bo'lgan shartli ekstremum masalasi

Yuqorida bayon etilgan (1)-(2) masala berilgan $f(X)$ va $g_i(X)$, $i = \overline{1, m}$ funksiyalarning tabiatiga qarab, turlicha nomlanadi va tadbiiq etiladi. Agar funksiyalardan kamida bittasi chiziqli bo'lsa, masala chiziqli programmashtirish masalasi deb ataladi. Shunga o'xshash chiziqli programmashtirish, kvadratik programmashtirish, kavarik programmashtirish kabi qator masalalarni keltirish mumkin.

Biz quyida, $\min f(X) = \max (-f(x))$ ekanligini e'tiborga olib, masalani minimum terminida o'rganamiz, ya'ni quyidagi masalani qaraymiz:

$$f(X) \rightarrow \min \quad (3)$$

$$g_i(X) \leq 0, i = \overline{1, m} \quad (4)$$

Odatda (3)-(4) masalani shartlari tengsizlik tarzida bo'lgan shartli ekstremum masalasi deb ataladi.

Biroq bu masalani yordamchi o'zgaruvchilar kiritish yuli bilan tenglik tipidagi masalaga keltirish mumkin:

$$f(x) \rightarrow \min \quad (5)$$

$$g_i(x) + x_{n+i} = 0, i = \overline{1, m} \quad (6)$$

Bu yerda x_{n+i} , $i = \overline{1, m}$ - qo'shimcha o'zgaruvchilar deb ataladi.

Lokal va global yechimlar haqida

Ta'rif: Masalada $f(x)$ funksiyaga minimum qiymat beruvchi X^0 joiz nuqta masalaning yechimi deb ataladi, ya'ni:

$$f(X^0) \rightarrow \min \quad (7)$$

$$g_i(X) = 0, i = \overline{1, m} \quad (8)$$

Umuman olganda bunday shartli minimum nuqta mutloq (global) shartli minimum nuqta deyiladi.

Shunga o'xshash nisbiy (lokal) shartli minimum nuqtani ham ta'riflash mumkin.

Ta'rif. Biror yetarli $\varepsilon > 0$ berilganda X^0 ning ε atrofidan olingan barcha X joiz nuqtalar uchun $f(X^0) < f(X)$ shart bajarilsa, X^0 -nisbiy (lokal) shartli minimum nuqta deb ataladi.

Chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechish tartibi

Chiziqli programmashtirish masalasining optimal yechimini geometrik talqinidan foydalanib topish uchun quyidagi ishlarni bajarish kerak. Masalaning chegaraviy shartlarini qanoatlantiruvchi nuqtalar to'plamini, ya'ni mumkin bo'lgan rejalar to'plamini yasash kerak (agar bu to'plam bo'sh bo'lsa, masala yechimga ega bo'lmaydi)

$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = Q$ gipersirti yasash kerak.

Q ning qiymatini o'zgartirib borib, eng past sath gipersirt topiladi yoki funksiyaning quyidan chegaralanmagan ekanligi aniqladi.

Mumkin bo'lgan rejalar to'plamining eng past sath gipersirt bilan kesishgan nuqtasi aniqlanadi va f funksiyaning bu nuqtadagi qiymati topiladi.

2-Ilova

Tayanch iboralar

Joiz nuqta, shartli va shartsiz ekstremumlar, qo'shimcha o'zgaruvchilar, mutloq(global) nuqta, lokal nuqtalar, uzluksizlik, klassik usul, gipersirt.

3-Ilova

Baholash varag'i

	Guruh bahosi	O'qituvchi bahosi
Savolarga to'liq javob berish		
Savollarga qo'shimcha kiritish		
Savolning to'g'ri qo'yilishi		
Jami		

4-Ilova

Zig-zag usulining qo'llanilishi

1. Ekspert varag'ining savollari guruhning har bir talabasi o'quv materialidan zarur ma'lumotlarni topadi. 2. "Ekspertlar uchrashuvi" – turli guruhlarda bir xil materialni o'rganayotganlar o'zaro uchrashadi, ekspert sifatida ma'lumotlarni almashadi, o'z savollariga birgalikda javob topadi va bu ma'lumotlarini o'z guruhlaridagi talabalarga qanday qilib yetkazish kerakligini rejalashtiradi. 3. "Ekspertlar" o'z guruhlariga qaytib, ma'lumotlarni o'z guruhi a'zolaiga tushuntiradi. 4. Bir –biriga savollar berib, bir- birlarining bilimlarini baholaydi.

5-Ilova

1-topshiriq

Qanday ko'rinishdagi masalaga chiziqsiz programmashtirish masalasi deyiladi?

2 - topshiriq

Qanday nuqtaga joiz nuqta deyiladi?

3 -topshiriq

Chiziqsiz programmashtirish masalasining geometrik talqini tushuntiring.

6-Ilova

Mustaqil ishlash uchun savollar

1. Matematik programmashtirish nima? 2. Chiziqsiz programmashtirish masalasining modeli qanday tuziladi? 3. Matematik programmashtirish masalalarini yechishning qanday usullari bor? 4. Rejalar to'plamini qurish. 5. Funksiyani ekstremumga tekshirish. 6. Masalaning geometrik talqini. 7. Chiziqli dasturlash masalasining chiziqsiz programmashtirish masalasidan farqini ayting.	
--	--

Chiziqsiz programmashtirish mavzusi bo'yicha birinchi amaliy o'quv mashg'ulotini o'qitish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 25-30	4-mavzu, 2 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Individual topshiriqlarni bajarishga asoslangan amaliy mashg'ulot
<i>Mashg'ulot rejasi</i>	1. Ba'zi chiziqsiz programmashtirish masalalarini grafik usulda yechish. 2. Lokal va global ekstremal yechimlarni aniqlash. 3. Shartsiz ekstremum masalasini yechish.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	-chiziqsiz programmashtirish masalalarini grafik usulda yechib, lokal va global ekstremal yechimlarni aniqlash.

<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-tenglik tipidagi chegaraviy shartlarni tushuntirish; -tengsizlik tipidagi chegaraviy shartlarni tushuntirish; -chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda optimal yechimini topish o'rgatish.	-tenglik tipidagi cheklashlar bilan berilgan masalalarni biladi; -tengsizlik tipidagi cheklashlar bilan berilgan masalalarni biladi; -chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechadi.
<i>O'qitish usullari</i>	Topshiriqlar, charxpalak usuli, amaliy ishlash usuli.
<i>O'qitish vositalari</i>	Namunaviy materiallar, doska, proyektor.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ish, guruxli.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, og'zaki baholash, savol- javob.

**Chiziqli programmashtirish mavzusi bo'yicha birinchi
amaliy o'quv mashg'ulotini o'qitishning texnologik haritasi**

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzu nomini, maqsad va vazifalarini aytadi. 1.2. Ma'ruzani olib borish formasi va baholash mezonlarini aytadi. 1.3. Shu mavzu bo'yicha namunaviy materiallarni (1-Ilova) har bir talabaga tarqatadi.	Mavzu nomini yozib oladi.
2-bosqich Asosiy bo'lim (60 daqiqa)	2.1. Talabalarni 3-4 guruhga kartochkalar yordamida ajratadi. 2.2. Tayanch iboralarga e'tibor qilishni so'raydi (4-Ilova). 2.2. Har bir guruh liderini o'qituvchi o'zi tanlaydi. 2.3. Guruhga topshiriqlarni (2-Ilova) tarqatadi. 2.4. Barcha guruh topshiriqlarni bajarib bo'lgandan so'ng, guruh topshiriqlarini bir – biri bilan 3 marta almashtiradi (charxpalak usuli). 2.5. Guruh a'zolari topshiriqlarni bajarib bo'lgandan so'ng, topshiriqlar birinchi holatda o'z guruhlariga topshiriladi. 2.6. Guruhdan o'qituvchi tanlagan talaba taqdimotga tayyorlanishini aytadi.	3-4 guruhga ajraladi. Topshiriq bilan tanishadi, bajaradi. Boshqa guruh topshiriqlarini ham bajaradi. Taqdimotni amalga oshiradi.
3 – bosqich Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Topshiriqlar javobini tekshiradi 3.2. Talabalar bilimni baholaydi. 3.3. Mustaqil ishlashga savollar (5-Ilova) va topshiriqlar (3-Ilova) beradi.	Savollar beradi. Tinglaydi. Yozadi.

1-Ilova

Namunaviy masalalar

1-slayd

Masala. Berilgan S yuzali metall listdan gaz yoki neft mahsulotlari saqlash uchun eng katta sig'imli idish yasash talab etilayotgan bo'lsin. Bosimga chidamlilik va tashishga qulaylik kabi parametrlar idishni silindr shaklida yasashni taqozo etadi. Shunday qilib, to'la sirti S bo'lgan barcha silindrlar ichidan eng katta hajmga ega bo'lganini topish masalasini qaraylik.

Yechish. Masalani analitik ifodalaymiz.

$$\pi x^2 u \rightarrow \max \quad (1)$$

$$2\pi x^2 + 2\pi x u = S \quad (2)$$

munosabatdan

$$u = (S - 2\pi x^2) / 2\pi x$$

qiymatni (1) ga qo'yidagi shartsiz ekstremum masalasiga kelimiz:

$$f(X) = x/2(S - 2\pi x^2) \rightarrow \max$$

Bundan shartsiz maksimumning zaruriy shartiga ko'ra, hosila olib topamiz:

$$f'(x) = 1/2(S - 6\pi x^2)$$

$f'(x) = 0$ dan $x_0 = \sqrt{\frac{S}{6\pi}}$, $u_0 = 2\sqrt{\frac{S}{6\pi}}$ larga ega bulamiz. x_0 nuqta atrofida 1-tartibli hosila o'z ishorasini musbatdan manfiyga o'zgartirishini hisobga olib, x_0 , u_0 -miqdorlar biz izlagan miqdorlar ekanligiga ishonch hosil qilamiz.

Shunday qilib, eng katta sig'imli silindr- asosining diametri balandligiga teng bo'lgan silindrdir. Bu masalani mohiyati shundaki, tejalgan har bir bo'lak metall katta iqtisodiy foyda keltiradi.

2-slayd

Chiziqsiz programmashtirish masalasining optimal yechimini geometrik talqinidan foydalanib topish uchun quyidagi ishlarni bajarish kerak.

1. Masalaning chegaraviy shartlarini qanoatlantiruvchi nuqtalar to'plamini, ya'ni mumkin bo'lgan yechimlar to'plamini qurish kerak (agar bu to'plam bo'sh bo'lsa, masala yechimga ega bulmaydi)

2. $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = Q$ gipersirtini yasash kerak.

3. Q ning qiymatini o'zgartirib borib, eng past sath gipersirt topiladi yoki furksiyaning quyidan chegaralanmagan ekanligi aniqladi.

Mumkin bo'lgan yechimlar to'plamining eng past sath gipersirt bilan kesishgan nuqtasi aniqlanadi va f funksiyaning bu nuqtadagi qiymati topiladi.

2-Ilova

Topshiriqlar

1-topshiriq

$$y = x^3 - 2x^2 - x + 2 \text{ funksiyaning lokal maksimumlari topilsin}$$

2-topshiriq

$$y = x^3 + x^2 - 4x - 4 \text{ funksiyaning lokal minimumlari topilsin.}$$

3-topshiriq

$$f = 6 - 4x_1 - 3x_2$$

funksiyaning $x_1^2 + x_2^2 = 1$ shartdagi shartli ekstremumi grafik usulda topilsin.

3-Ilova

Mustaqil yechishga doir masalalalar

Quyidagi chiziqsiz programmalash masalalari grafik usuldayechilsin:

1. $f = 6 - 4x_1 - 3x_2$, *azap*
 $x_1^2 + x_2^2 = 1$ *biyica*
2. $f = x_1 + 2x_2 - 0,5x_1^2 - 0,5x_2^2 - 5 \rightarrow \max$,
 $\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 = 6 \\ x_1 + 4x_2 = 5 \end{cases}$
3. $f = x_1 \cdot x_2 \rightarrow \max$,
 $x_1 + x_2 = 1$
4. $f = x_1 - 2x_2 \rightarrow \max$,
 $x_1^2 + x_2^2 = 1$

4-Ilova

Tayanch iboralar

Masalaning matematik modeli, shartsiz va shartli chiziqsiz programmashtirish masalasi, joiz nuqta, lokal yechim, global yechim, koordinatalar sistemasi, yechim soxa, funksiya chiziqlari, optimal nuqta.

5-Ilova

Nazorat savollari

1. Masalaning matematik modeli kandy yoziladi?
2. Shartsiz chiziqsiz programmashtirish masalasini tushuntiring.
3. Shartli chiziqsiz programmashtirish masalasini tushuntiring
4. Qanday nuqtaga joiz nuqta deyiladi?
5. Satx chiziqlari grafikda qanday yasaladi?
6. Lokal yechimlar qanday aniqlanadi?
7. Lokal yechimlar bilan optimal yechim orasidagi farqni tushuntiring.

Chiziqsiz programmashtirish mavzusi bo'yicha ikkinchi ma'ruza o'quv mashg'ulotini o'qitish texnologiyasi modeli

Talabalar soni 25-60	4-mavzu, 2 soat
Mashg'ulot shakli	Mavzu bo'yicha ma'ruza
Ma'ruza rejasi	1. Shartli ekstremal masalalar. 2. Lagranj funksiyasini tuzish. 3. Lagranj kupaytuvchilar usuli.
O'quv mashg'ulotining maqsadi	Lagranj ko'paytuvchilari usulini o'rganish.
Pedagogik vazifalar:	O'quv faoliyati natijalari:
-Lagranj ko'paytuvchilariga oid tushunchalar berish; -Lagranj funksiyasi qanday tuzilishi tushuntirish; -Lagranj ko'paytuvchilarining amaliy ahamiyati haqida gapirib berish.	-Lagranj ko'paytuvchilarining vazifasini o'rganadi; -Lagranj funksiyasi qanday tuzilishini o'rganadi; -Lagranj ko'paytuvchilarining amaliy ahamiyatini tushunadi.
O'qitish usullari	Ma'ruza, namoyish, zig-zag usuli.
O'qitish vositalari	Ma'ruza materiallar, doska, multimedia, proyektor.
O'qitish shakllari	Frontal, kollektiv ish.
O'qitish sharoiti	Kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
Monitoring va baholash	Ko'zatish, og'zaki baholash, savol- javob.

Chiziqsiz programmashtirish mavzusi bo'yicha ikkinchi ma'ruza o'quv mashg'ulotini o'qitishning texnologik haritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich.	1.1. Mavzu nomini, maqsad va	Mavzu nomini yozib oladi

Mavzuga kirish (10 daqiqa)	vazifalarini aytadi. 1.2. Ma'ruzani olib borish formasi va baholash mezonlarini aytadi. 1.3. Shu mavzu bo'yicha mavzuni yorituvchi materiallarni (2-Ilova) talabalarga tarqatadi.	
2-bosqich Asosiy bo'lim (60 daqiqa)	2.1. Ma'ruza mashg'uloti ustida ishlash uchun talabalarni guruhlariga ajratadi. Qilinishi kerak bo'lgan ishning xususiyatlarini tushuntiradi, ekspert varag'ini tarqatadi (3-Ilova -zig-zag usuli). 2.3. Guruhning har bir a'zosi umumiy topshiriqning (1-Ilova) alohida ma'lum bir qismini olishini suraydi. 2.4. Guruhning har bir a'zosi o'z topshirig'i doirasida ekspert bo'lishini suraydi.	2.1. Ekspert varag'ining savolllariga guruhning har bir talabasi o'quv materialidan zarur ma'lumotlarni topadi. 2.2. "Ekspertlar uchrashuvi" – turli guruhlarda bir xil matirialni o'rganayotganlar o'zaro uchrashadi, ekspert sifatida ma'lumotlarni almashadi, o'z savollariga birgalikda javob topadi. 2.3. "Ekspertlar" o'z guruhlariga qaytib, ma'lumotlarni o'z guruhi a'zolariga tushuntiradi. 2.4. Bir –biriga savollar berib, bir-birlarining bilimlarini baholaydi.
3 – bosqich Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Ish yakunida mavzu bo'yicha ixtiyoriy savolga guruhlardagi ixtiyoriy talabaga javob berishni taklif etishi mumkin. 3.2. Mavzu bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligini ma'lum qiladi.	Savollar beradi. Tinglaydi.

1-Ilova

Gurux ishtirokchilariga beriladigan vazifalar

1-guruxga

1. Lagranj usulining g'oyasi.
2. Shartli optimallashtirish masalasining qo'yilishi.

2-guruxga

Lagranj funksiyasi.

1. Lagranj funksiyasining ko'rinishi.
2. Lagranj ko'paytuvchilar usulini qo'llab yechish uchun masaladagi funksiyalarga qo'yiladigan asosiy shartlar.
3. Hususiy hosilalarga nisbatan tenglamalar sistemasini tuzish.

3-guruxga

Optimal yechimni topish.

1. Hususiy hosilalarga nisbatan tenglamalar sistemasini yechish.
2. Ekstremal nuqtani topish.
3. Optimal yechimni hisoblash.

Mavzuni yorituvchi materiallar

Lagranj ko'paytuvchilar usulini qo'llab yechish uchun masaladagi funksiyalarga qo'yiladigan asosiy shartlar.

$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_i, i = \overline{1, m}$

tenglamalar sistemasini qanoatlantiruvchi va

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

funksiyaga maksimum (minimum) qiymat beruvchi $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ nuqtani topish kerak bo'lsin.

$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ va $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyalar va ularning hamma $x_1, x_2, \dots, x_n$

noma'lumlar bo'yicha olingan hususiy hosilalari uzluksiz deb faraz qilanadi.

Noma'lumlarga nomanfiylik sharti qo'yilmaganda masalani Lagranjning aniqmas ko'paytuvchilar usulini qo'llab yechish mumkin.

Lagranjning aniqmas ko'paytuvchilar usulining g'oyasi

Lagranj usulining g'oyasini quyidagi hususiy holda ko'ramiz. Faraz qilaylik, quyidagi masala berilgan:

$$g(x_1, x_2) = b_1$$

$$Z = f(x_1, x_2) \rightarrow \max(\min).$$

$g(x_1, x_2)$ va $f(x_1, x_2)$ funksiyalar uzluksiz va differensiallanuvchi funksiyalar bo'lsin. $X^0 = (x_1^0, x_2^0)$ nuqta $g(x_1, x_2) = b$ tenglamani qanoatlantirib, $Z = f(x_1, x_2)$ funksiyaga lokal maksimum (minimum) qiymat berishi uchun qanday zaruriy shartlar bajarilishi kerakligi ahamiyatga egadir.

Zaruriy shartlar

Zaruriy shartlarni quyidagi formal usul bilan hosil qilish mumkin. Uning uchun

$$F(X, \lambda) = f(X) + \lambda(b - g(X))$$

funktsiyani tuzamiz. Bu funksiyadan x_1, x_2, λ lar bo'yicha hususiy hosilalar olib, ularni nolga

tenglaymiz:

$$\frac{\partial F}{\partial x_j} = \frac{\partial f}{\partial x_j} - \lambda \frac{\partial g}{\partial x_j} = 0, j = 1, 2$$

$$\frac{\partial F}{\partial \lambda} = b - g(X) = 0$$

Bu yerda F-Lagranj funksiyasi, λ - Lagranjning aniqmas ko'paytuvchilari deb ataladi.

Lagranj usulining amaliy ahamiyati

Lagranj usulining amaliy ahamiyati shundan iboratki, bunda bir o'zgaruvchilarni boshqalari orqali ifodalash yoki hamma o'zgaruvchilarning o'zaro bog'lik emasligini nazarga olish talab qilinmaydi hamda shartli optimallashtirish masalasiga keltiriladi.

Bundan tashqari shunday masalalar ham uchraydiki, ularning ekstremal yechimlari mavjud bo'lishiga qaramay, mos sistema yechimga ega bo'lmaydi.

Zig-zag usulining qo'llanilishi

1. Ekspert varag'ining savollari guruhning har bir talabasi o'quv materialidan zarur ma'lumotlarni topadi.
2. "Ekspertlar uchrashuvi" – turli guruhlarda bir xil materialni o'rganayotganlar o'zaro uchrashadi, ekspert sifatida ma'lumotlarni almashadi, o'z savollariga birgalikda javob topadi va bu ma'lumotlarini o'z guruhlaridagi talabalarga qanday qilib yetkazish kerakligini rejalashtiradi.
3. "Ekspertlar" o'z guruhlariga qaytib, ma'lumotlarni o'z guruhi a'zolariga tushuntiradi.
4. Bir –biriga savollar berib, bir- birlarining bilimlarini baholaydi.

Chiziqsiz programmashtirish mavzusi bo'yicha ikkinchi amaliy o'quv mashg'ulotni o'qitish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 25-30	11-mavzu, 4 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Muammoli amaliy mashg'ulot
<i>Mashg'ulot rejasi</i>	1. Lagranj funksiyasini tuzish. 2. Xususiy hosilalar yordamida zaruriy shartlarni (sistemani) tuzish. 3. Lagranj ko'paytuvchilari usuli. 4. Masalalar yechish.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	Lagranj ko'paytuvchilari usulida masala yechishni o'rganish.
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
Lagranj funksiyasi qanday tuzilishini tushuntirish; Lagranj ko'paytuvchilarining amaliy ahamiyatini tushuntirish; Lagranj ko'paytuvchilari usulini tushuntirish.	Lagranj funksiyasi qanday tuzilishini aytib bera oladi; Lagranj ko'paytuvchilarining amaliy ahamiyatini tushunadi va xulosalar qiladi; Lagranj ko'paytuvchilari usulini mohiyatini aytib oladi va misollar yechishni o'rganadi.
<i>O'qitish usullari</i>	Topshiriqlar, muammoli o'qitish usuli, amaliy ishlash usuli, suhbat, aqliy xujum
<i>O'qitish vositalari</i>	Namunaviy materiallar, doska, proyektor.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ish.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>	Ko'zatish, og'zaki baholash, savol- javob.

Chiziqsiz programmashtirish mavzusi bo'yicha ikkinchi amaliy o'quv mashg'ulotining texnologik haritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Talaba faoliyatining mazmuni
Tayyorgarlik (5 daqiqa)	1.1. Mashg'ulotni olib borish formasi va baholash mezonlarini aytadi. Qo'yilgan bilim maqsadiga mos keluvchi o'quv topshiriqlarini talabalarga aytadi. 1.2. Guruhdagi ishni effektivligini ta'minlash uchun yozma instruksiya (3-Ilova) tayyorlaydi.	Mavzu nomini yozib oladi.
1-bosqich Kirish 10 daqiqa	1.1. Mavzu nomini, maqsad va vazifalarini aytadi. 1.3. Suhbat shaklida talabalar bilimini jonlantiradi. 1.4. O'quv muammosini hal qilish jarayonida faol ishtirok etish uchun talabalarga kerak bo'ladigan zaruriy bilimlar darajasini belgilaydi.	Tinglaydi. Savollar beradi.
2-bosqich	2.1. Topshiriqlarni (1-Ilova) tarqatadi, talabalar	Topshiriqlarni

Asosiy bo'lim (55 daqiqa)	bilan yechish usullarini muhokama qiladi. 2.2. Ish ohirida qanday natijalar kutilishini tushuntiradi. Guruhlardagi talabalarning birgalikdagi faoliyati natijalarini taqdimot etish formalarini aytadi. Har bir talaba va guruh uchun baholash mezonini aytadi. 2.3. Talabalarni guruhlarga ajratadi. Topshiriqlarni guruhlarga tarqatadi, topshiriq bajarishda qanday qo'shimcha materiallardan foydalanish mumkinligini tushuntiradi. 2.4. Kuzatuvchi sifatida guruhda ishlashni tashkil etadi, ammo bunda: - Ishlayotgan guruhni nazorat qiladi, lekin ularni boshqarmaydi. - Yakka tartibda ishlashga e'tibor beradi, topshiriqlarni bajarishda aqlni shakllantirish uchun savollar (2-Ilova) beradi: "Nimaga siz shunday deb o'ylaysiz?", "Nega aynan shu usul?". - Talabalar ishini izohlaydi, ularga talabalar bilimini baholash uchun aniq ma'lumotlar beradi, aniq tanbehlar qiladi. 2.5. Taqdimot boshlanishini aytadi. Guruh lideri guruh a'zolari ishining natijasini va bahosini muhokama qiladi. 2.6. Topshiriqlarni bajarish jarayonida guruhlarning natijalarini o'zaro tekshirishni tashkil etadi. 2.7. Guruhlar natijalarini tekshiradi.	muhokama qiladi. Mashg'ulot materiali va instruksiyasi bilan tanishadi. Guruhlarga ajraladi. Guruh ichida savollarni bo'ladi. Instruksiya bilan tanishadi. Guruhda ishlaydi. Taqdimot qiladi.
1- bosqich Yakunlov- chi 10 daqiqa	3.1. Natijalarni tahlil qiladi. 3.2. Topshiriq bajarilishini yakunlaydi va baholaydi. 3.3. Oldiga qo'yilgan maqsadga erishganligi haqida xulosa qiladi va uyga vazifalar (4-Ilova) beradi.	Tinglaydi.

1-Ilova

Topshiriqlar

1-topshiriq $\begin{cases} x_1 * x_2 \rightarrow extr, \\ 2. \begin{cases} x_1 + x_2 - 1 = 0 \end{cases} \end{cases}$ masala Lagranj ko'paytuvchilari usulida yechilsin.	
2-topshiriq Lagranj ko'paytuvchilari usulida yechimlar topilsin: $1. \begin{cases} \frac{x}{a_1} + \frac{x_2}{b} \rightarrow extr, \\ x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0 \end{cases} \quad 2. \begin{cases} x_1^2 + 12x_1x_2 + 2x_2^2 \rightarrow extr, \\ 4x_1^2 + x_2^2 - 25 = 0 \end{cases}$	
3-topshiriq Lagranj ko'paytuvchilari usulida yechimlar topilsin. $1. \begin{cases} \cos^2 x_1 + \cos^2 x_2 \rightarrow extr, \\ x_1 - x_2 - \frac{p}{4} = 0 \end{cases} \quad 2. \begin{cases} x_1 - 2x_2 + 2x_3 \rightarrow extr, \\ x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 - 1 = 0 \end{cases}$	

Mavzuni jonlantiruvchi savollar

1. Matematik dasturlash nima?
2. Chiziqli dasturlash masalasining modeli qanday tuziladi?
3. Matematik dasturlash masalalarini yechishning qanday usullari bor?
4. Rejalar to'plamini qurish.
5. Chiziqli funksiyani ko'pburchakda ekstremumga tekshirish.
6. Soha chegaralanmagan hol.
7. Joiz rejalar to'plamining hossalari.
8. Normal masaladan kanonik masalaga o'tish.
9. Lagranj ko'paytuvchilari nima?
10. Lagranj usuli nimadan iborat?

Guruh ishini baholash (instruksiya)

Guruh	To'liq, aniq va ravshan javob	Taqdim etilgan ma'lumotning ravshanligi	Har bir guruh a'zosining faolligi	Jami ballar yig'indisi	Baho
1					
2					
3					

Har bir guruh qolgan guruh chiqishlarini baholaydi. (yuqorida ko'rsatilgan jadval orqali) Guruh to'plagan ball, guruhning har bir a'zosi olgan ball hisoblanadi: 0,8-1,0 ballgacha "a'lo", 0,5-0,7 ballgacha "yaxshi", 0,2-0,4 ballgacha "qoniqarli", 0-0,1 "qoniqarsiz".

Mustaqil ishlash uchun uyga vazifalar

Lagranj ko'paytuvchilar usulini qo'llab quyidagi chiziqsiz programmalashtirish masalalari yechilsin:

1. $Z = x_1 \cdot x_2 \rightarrow \max(\min)$
 $x_1^2 + x_2^2 = 2$
 $x_1^2 + x_2^2 = 19$
2. $x_1 + 2x_2 \cdot x_3 = 11$
 $Z = 3x_1^2 + 2x_1 + 2x_2^2 + 4x_2 \cdot x_3 \rightarrow \min(\max)$
 $2x_1 \cdot x_2 + x_2 \cdot x_3 = 12$
5. $2x_1 - x_2 = 8$
 $Z = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \rightarrow \min(\max)$
3. $x_1 + x_2 = 5$
 $Z = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \min(\max)$
 $\mathcal{K}: x_1 = \frac{5}{2}, x_2 = \frac{5}{2}; Z_{\min} = 25$
 $Z = x_1 + x_2 \rightarrow \max(\min)$
4. $\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = 11$
 $x_1 + x_2 = 3$
 $x_2 + x_3 = 3$
 $Z = x_1 \cdot x_2 + x_2 \cdot x_3 \rightarrow \min(\max)$

5 - MAVZU	Qavariq programmalashtirish
------------------	------------------------------------

5- Mavzuning ma'ruzasini olib borish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 30-60	5-Mavzu, 2 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Ma'ruza- kuzatish
<i>Ma'ruza rejası</i>	1. Qavariq to'plamlar va ularning xossalari. 2. Qavariq funksiyalar va ularning xossalari. 3. Qavariq programmalashtirish masalasi.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	Qavariq programmalashtirish masalasini o'rganish.
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-qavariq to'plamni ta'riflash va misollar keltirish; -chiziqli va qavariq kombinatsiyalarning ta'riflarini beriish hamda ular orasidagi farqni tushuntirish. -chiziqli programmalashtirish masalasining yechimlarini qavariqligi va chiziqli funksiyaning qavariq to'plamdagi ekstremal xossasini tushuntirish; - qavariq programmalashtirish masalasining qo'yilishi va yechilish usullari tushuntirish.	-qavariq to'plamni ta'riflayoladi va misollar keltirib, tushuntirib bera oladi; -chiziqli va qavariq kombinatsiyalarga oid tushunchalarga ega bo'ladi; -chiziqli funksiyaning qavariq to'plamdagi ekstremal xossasini tushuntirib bera oladi. qavariq programmalashtirish masalasining qo'yilishi va yechilish usullarini biladi.
<i>O'qitish usullari</i>	Ma'ruza, namoyish, aqliy hujum, insert texnikasi, pindbord texnikasi, interaktiv usullari.
<i>O'qitish vositalari</i>	tarqatma materiallar, doska, multimedia, proyektor.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ish.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, og'zaki baholash, savol- javob.

**Qavariq programmalashtirish mavzusi bo'yicha birinchi
ma'ruza o'quv mashg'ulotini o'qitishning texnologiyasi modeli**

	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Talaba faoliyatining mazmuni
1-bosqich. Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. O'quv mashg'uloti mavzusi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalarini aytadi. 1.2. Ma'ruzani olib borish formasi baholash mezonini aytadi. 1.3. O'quv mashg'ulotini o'tkazish usuli va uning alohida xususiyatlari bilan tanishtiradi.	Mavzu nomini yozib oladi
2-bosqich Asosiy bo'lim (60 daqiqa)	2.1. Savollarga javob berishni so'raydi (aqliy hujum metodi) 2.2. Savol javoblarini doskaga yozadi. 2.3. Olingan ma'lumotlarni kategoriya bo'yicha sistemaga solishni so'raydi. (1) Jamoa bilan muhokama qilishni so'raydi. (2) Doskada jadval ko'rinishda ma'lumotlarni jamoadan bir talaba yozishini so'raydi. (3) "Siz qanday yangilikni bilishni hohlaysiz?" savoli orqali olingan bilimlarni umimlashtiradi. 2.4. Ma'ruzaning mazmuni bo'yicha materiallarni beradi, mavzu bilan tanishib, har bir bo'limga belgi qo'yishni so'raydi (insert texnikasi). 2.5. Ishning borishini nazorat qiladi, ishlarni o'zaro tekshirishni taklif etadi va paydo bo'lgan savollarga javob beradi. 2.6. Guruhlarga ajralib, guruh javobini jadvalda (1-Ilova) insert jadvalida ifodalashni so'raydi. 2.7. Taqdimot qilishni so'raydi.	Savolga javob beradi. Jadvalning asosiy komponentalari tuzilishi haqida qaror qabul qiladi. Bu jadvallarga ma'lumotlarni kiritadi. Savolga javob beradi. Mavzuni o'qiydi va belgilarni qo'yib chiqadi. Savollarga javob beradi. Guruh jadvalini tayyorlaydi. Taqdimot qiladi
3 – bosqich Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Olingan ma'lumotlarni izohlaydi, umimlashtiradi. 3.2. Talabalar savollariga javob beradi, zarur bo'lgan ma'lumotlarni e'lon qiladi. 3.3. Ma'lumotlarni tahlil qiladi va baholaydi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 3.4. Mustaqil ishlash uchun savollar ro'yxatini beradi.	Tinglaydi. Savollar beradi. Tinglaydi. Yozadi.

1-Ilova

V	+	-	?

Insert jadvali qoidasi:

V- olgan bilimiga to'g'ri keladi.
+ - yangi ma'lumot
-- - olgan bilimiga qarama-qarshi
? – tushunarsiz (aniqlanishi zarur bo'lgan ma'lumotlar)

Ma'ruzaning mazmuni bo'yicha materiallar

Qavariq kombinatsiya

Chiziqli programmashtirish masalasining xossalari qavariq to'plam xossalari bilan uzviy

Faraz qilaylik $X_1, X_2, \dots, X_n$ vektorlar (nuqtalar) n - o'lchovli Y_{E_n} Yevklid fazosining sin.

1-ta'rif. $X_1, X_2, \dots, X_n$ nuqtalarning qavariq kombinatsiyasi deb,

$$\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1, \quad \alpha_i > 0 \quad (i = \overline{1, m})$$

shartlarni qanoatlantirib, ixtiyeriy α_i sonlarga nisbatan tuzilgan

$$\alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_n X_n \quad \text{yig'indiga aytiladi.}$$

Tekislikda $A_1(x_1^1, x_1^2)$ va $A_2(x_2^1, x_2^2)$ nuqtalarning qavariq kombinatsiyasini un shu nuqtalarni tutashtiruvchi yo'naltirilgan $A_1 A_2$ kesmani olamiz. A_1 va A_2 nuqtalarning A_2 kesmada yotgan ixtiyeriy $A(x_1, x_2)$ nuqtaning x_1, x_2 koordinatalarini topamiz.

$A_1 A_2 = (x_1 - x_1^1, x_2 - x_1^2)$ va $A_1 A_2 = (x_2^1 - x_1^1, x_2^2 - x_1^2)$ vektorlar o'zaro parallel va bir xil yunalgan. $\lambda(A_1 A_2), 0 \leq \lambda \leq 1$.

Bundan esa

$$\begin{aligned} x_1 - x_1^1 &= \lambda(x_2^1 - x_1^1) \\ x_2 - x_1^2 &= \lambda(x_2^2 - x_1^2) \end{aligned} \quad \text{yoki}$$

$$\begin{aligned} x_1 &= (1 - \lambda)x_1^1 + \lambda x_2^1 \\ x_2 &= (1 - \lambda)x_1^2 + \lambda x_2^2 \end{aligned}$$

Bu tengliklarda $1 - \lambda = \lambda_1, \quad \lambda = \lambda_2$ belgilanishlar kiritsak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned} x_1 &= \lambda_1 x_1^1 + \lambda_2 x_2^1 \\ x_2 &= \lambda_1 x_1^2 + \lambda_2 x_2^2 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\lambda_1 > 0, \lambda_2 > 0 \text{ va } \lambda_1 + \lambda_2 = 1 \quad (2)$$

(1) tengliklarda A nuqtaning koordinatalri A_1 va A_2 nuqtalarning qavariq kombinatsiyasidan

Agar $\lambda_1 = 1$ va $\lambda_2 = 0$ bo'lsa A nuqta $A_1 A_2$ kesmaning A_1 uchi bilan;

$\lambda_1 = 0$ va $\lambda_2 = 1$ bo'lsa A_2 nuqta bilan ustma- ust tushadi va A_1 va A_2 nuqtalar $A_1 A_2$ kesmaning chhlari deyiladi.

Qavariq to'plam

2- ta'rif. G -to'plam qavariq to'plam deyiladi, agar u o'zining ixtiyeriy ikkita nuqtasi bilan birga, ularning qavariq kombinatsiyasini ham o'z ichiga olsa. Chetki nuqta qavariq to'lamning boshqa hechqanday 2 ta nuqtasining qavariq kombinatsiyasi bo'lmaydi.

3-ta'rif. Chiziqli programmashtirish masalasining bo'sh to'plam bo'lmagan joiz yechimlar to'plami masalaning yechim ko'pburchagi yoki yechim soxasi deyiladi.

Tekislikda qavariq ko'pburchak chekli uchlariga ega bo'lgan chegaralangan, yopiq to'plamdir.

Chiziqli programmalashtirish masalasining yechimlar to'plami haqida

1-teorema. Chiziqli programmalashtirish masalasining mumkin bo'lgan yechimlar to'plami (agar bo'sh to'plam bo'lmasa) qavariq to'plam bo'ladi.

2-teorema. Chegaralangan, yopiq, qavariq ko'pburchak o'zining uchlarini qavariq kombinatsiyasidan iborat.

4-ta'rif. Agar chiziqli programmalash masalasining joiz yechimlari, yechim ko'pburchagining chetki nuqtalariga mos kelsa, ular bazis yechimlar deyiladi.

Bu ta'rifdan, musbat komponentli bazis yechimlar tayanch yechimlar bo'lishi kelib chikadi.

Bunday masalani kononik formaga, ya'ni chegaraviy shartlarni faqat chiziqli tenglamalardan iborat bo'lgan ko'rinishga o'tkazish uchun masalani kengaytirilgan tengkuchli masalaga aylantiriladi

Qavariq programmalashtirish masalasining qo'yilishi

«qavariq programmalash masalasi» deganda

$$g_i(x) = g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i \quad (i=1, \dots, m), \quad (1)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j=1, \dots, n), \quad (2)$$

$$Z = f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min. \quad (3)$$

ko'rinishdagi masala nazarda tutiladi, bunda $g_i(x)$, $f(x)$ funksiyalar $G \subseteq E_n$ qavariq to'plamda aniqlangan, pastga qavariq funksiyadir. Agar $f(x)$, $g_i(x)$ funksiyalar G da aniqlangan yuqoriga qavariq funksiyalar bo'lsa, u holda qavariq programmalash masalasi quyidagi ko'rinishda beriladi:

$$g_i(x) = g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq b_i \quad (i=1, \dots, m), \quad (4)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j=1, \dots, n), \quad (5)$$

$$Z = f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max. \quad (6)$$

Qavariq va botiq funksiyalar va ularning ekstremumlari

Agar $f(x)$ funksiya $G \subseteq E_n$ qavariq to'plamda aniqlangan bo'lib, ixtiyoriy $x_1 \in G$, $x_2 \in G$ nuqtalar va $0 < \alpha < 1$ son uchun

$$f(\alpha x_2 + (1-\alpha)x_1) < \alpha f(x_2) + (1-\alpha)f(x_1)$$

tengsizlik o'rinli bo'lsa, $f(x)$ funksiya «botiq (pastga qavariq) funksiya» deyiladi. Boshqacha aytganda, $Z = f(x)$ gipertekislik pastga qavariq bo'lishi uchun uning ixtiyoriy ikkita (x_1, Z_1) va (x_2, Z_2) nuqtalarini tutashtiruvchi kesma gipertekislikning sirtida yoki undan yuqorida yotishi kerak.

Agar $f(x)$ funksiya $G \subseteq E_n$ qavariq to'plamda aniqlangan bo'lib, ixtiyoriy $x_1 \in G$, $x_2 \in G$ nuqtalar va $0 < \alpha < 1$ son uchun

$$f(\alpha x_2 + (1-\alpha)x_1) > \alpha f(x_2) + (1-\alpha)f(x_1)$$

tenglik o'rinli bo'lsa, $f(x)$ funksiya yuqoriga «qavariq funksiya» deb ataladi.

Agar $Z = f(x)$ gipertekislik yuqoriga qavariq bo'lsa, uning ixtiyoriy ikki (x_1, Z_1) va (x_2, Z_2) nuqtalarini tutashtiruvchi kesma shu gipertekislikning sirtida yotadi yoki uning pastidan o'tadi.

3-ta'rif Agar ixtiyoriy ikkita $x_1 \in G$, $x_2 \in G$ nuqtalar va $0 < \alpha < 1$ son uchun

$$f(\alpha x_2 + (1-\alpha)x_1) < \alpha f(x_2) + (1-\alpha)f(x_1)$$

yoki

$$f(\alpha x_2 + (1-\alpha)x_1) > \alpha f(x_2) + (1-\alpha)f(x_1)$$

tengsizliklar o'rinli bo'lsa, $G \subset E_n$ qavariq to'plamda aniqlangan $f(x)$ funksiya qat'iy pastga qavariq yoki qat'iy yuqoriga qavariq funksiya deyiladi.

Agar $f(x)$ funksiya $G \subset E_n$ da qat'iy yuqoriga qavariq bo'lsa, u holda - $f(x)$ funksiya qat'iy pastga qavariq bo'ladi va aksincha.

Agar $f(x)$ funksiya G qavariq to'plamda aniqlangan pastga qavariq funksiya bo'lsa, ixtiyoriy sondagi $x_1, x_2, \dots, x_n \in G$, nuqtalar uchun quyidagi

$$\begin{cases} f\left(\sum_{j=1}^n \lambda_j x_j\right) \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j f(x_j), \\ \lambda_j > 0, \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1. \end{cases}$$

munosabat o'rinli bo'ladi.

Xuddi shuningdek, agar $f(x)$ funksiya G qavariq to'plamda aniqlangan yuqoriga qavariq funksiya bo'lsa, ixtiyoriy sondagi $x_1, x_2, \dots, x_n \in G$ nuqtalar uchun

quyidagi munosabat o'rinli bo'ladi:

$$\begin{cases} f\left(\sum_{j=1}^n \lambda_j x_j\right) \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j f(x_j), \\ \lambda_j > 0, \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1. \end{cases}$$

Qavariq funksiya xossalari

1. G qavariq to'plamda berilgan $f(x)$ funksiya pastga qavariq bo'lsa, ixtiyoriy haqiqiy b son uchun $f(x) \leq b$ tengsizlikni qanoatlantiruvchi nuqtalar to'plami ham pastga qavariq bo'ladi.
2. G qavariq to'plamda berilgan $f(x)$ funksiya yuqoriga qavariq bo'lsa, b ixtiyoriy son bo'lganda $f(x) > b$ tengsizlikni qanoatlantiruvchi nuqtalar to'plami ham yuqoriga qavariq bo'ladi.
3. Ikkita G_1 va G_2 qavariq to'plamning kesishmasi ham qavariq to'plam bo'lganligi sababli yuqoridagi 1-2 xossalardan quyidagi xulosani chiqarish mumkin. G qavariq to'plamda aniqlangan $g_i(x)$ ($i=1, \dots, m$) funksiyalar pastga (yuqoriga) qavariq bo'lib, b_i ($i=1, \dots, m$) ixtiyoriy sonlar bo'lsa,

$$g_i(x) < b_i, \quad (g_i(x) > b_i), \quad (i=1, \dots, m);$$

tengsizliklar sistemasini qanoatlantiruvchi nuqtalar to'plami pastga (yuqoriga) qavariq to'plam bo'ladi.

4. G qavariq to'plamda aniqlangan $g_i(x)$ ($i=1, \dots, m$) funksiyalar pastga (yuqoriga) qavariq bo'lsa, ularning nomanfiy chiziqli kombinatsiyasidan iborat bo'lgan

$$\mathbf{g}(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^m \lambda_i \mathbf{g}_i(\mathbf{x}), \quad \lambda_i \geq 0, \quad \mathbf{i} = \overline{1, m}$$

funksiya ham pastga (yuqoriga) qavariq bo'ladi.

5. G qavariq to'plamda aniqlangan $f(x)$ funksiyalar pastga (yuqoriga) qavariq bo'lishi uchun u o'z ichiga olgan noma'lumlarning ixtiyoriy biri bo'yicha, qolganlarining tayin qiymatlarida, pastga (yuqoriga) qavariq bo'lishligi zarur va yetarlidir.

6. Agar $f_1(x), f_2(x), \dots, f_h(x)$ funksiyalar qavariq G to'plamda aniqlangan qavariq funksiyalar bo'lsa, $f_i(x) = \max_{1 \leq i \leq m} f_i(x)$ funksiya ham qavariq bo'ladi.

Qavariq funksiyaning ekstremumi haqidagi asosiy teoremlar

1-teorema. Agar $f(x)$ funksiya G qavariq to'plamda aniqlangan pastga qavariq funksiya bo'lsa, uning ixtiyoriy mahalliy minimumi global minimum bo'ladi.

2-teorema. Agar $f(x)$ funksiya G qavariq to'plamda pastga (yuqoriga) qavariq bo'lib, bu to'plamga tegishli ikkita $x_1, x_2 \in G$ nuqtalarda global ekstremumga erishsa, shu nuqtalarning qavariq kombinatsiyasidan iborat bo'lgan ixtiyoriy nuqtada ham global ekstremumga erishadi.

3-teorema. Agar $f(x)$ funksiya G qavariq to'plamda aniqlangan qat'iy pastga (yuqoriga) qavariq funksiya bo'lsa, u o'zining global minimumiga (maksimumiga) shu to'plamning faqat bitta nuqtasida erishadi.

4-teorema. Agar $f(x)$ funksiya G qavariq to'plamda aniqlangan pastga (yuqoriga) qavariq va differensiallanuvchi funksiya bo'lib, ixtiyoriy $x^0 \in G$ nuqtada $\nabla f(x^0) = 0$ bo'lsa, $f(x)$ funksiya x^0 nuqtada global minimumga (maksimumga) erishadi.

**Logranj funksiyasining egar nuqtasi.
Kun-Takker shartlari**

Qavariq programmashtirish masalasi uchun Lagranj funksiyasini tuzamiz:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m) = \lambda_0 f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \sum_{i=1}^m \lambda_i (b_i - g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)) \quad (14)$$

Ta'rif. Agar $X^0 = (x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$ nuqtada $F(X^0, \Lambda)$ funksiya minimumga erishib, $\Lambda^0 = (\lambda_1^0, \lambda_2^0, \dots, \lambda_m^0)$ nuqtada $F(X, \Lambda^0)$ funksiya maksimumga erishsa, (X^0, Λ^0) nuqta $F(X, \Lambda)$ «Lagranj funksiyasining egar nuqtasi» deb ataladi. Agar (X^0, Λ^0) nuqta (1)-(3) masala uchun tuzilgan Lagranj funksiyasi $F(X, \Lambda)$ ning egar nuqtasi bo'lsa, X^0 ning kichik ε kichikdagi $(\varepsilon(x^0) = \{x | |x - x^0| < \varepsilon\})$ ixtiyoriy

$$x_j > 0 \text{ uchun } \Lambda^0 \text{ ning } \varepsilon \text{ kichikdagi } (\varepsilon(\Lambda^0) = \{\Lambda | |\Lambda - \Lambda^0| < \varepsilon\}) \text{ ixtiyoriy } \Lambda > 0 \text{ uchun} \\ F(X^0, \Lambda) \leq F(X^0, \Lambda^0) \leq F(X, \Lambda^0) \quad (1)$$

munosabat o'rinli bo'ladi.

Agar $F(X, \Lambda)$ Lagranj funksiyasi (4)-(6) masala uchun tuzilgan bo'lsa (1) munosabat quyidagi ko'rinishda bo'ladi: $F(X, \Lambda^0) < F(X^0, \Lambda^0) < F(X^0, \Lambda)$. (2)

(1), (2) munosabatlar $F(X, \Lambda)$ Lagranj funksiyasi egar nuqtasining mavjudligi haqida, $f(x)$ va $g_i(x)$ ($i=1, \dots, m$) funksiyalar differensiallanuvchi bo'lmagan xol uchun zaruriy va yetarlilik shartlaridan iborat.

$f(x)$ va $g_i(x)$ ($i=1, \dots, m$) funksiyalar differensiallanuvchi bo'lgan holda Lagranj funksiyasi $F(X, \Lambda)$ funksiyaning egar nuqtasi mavjudligining zaruriy va yetarlilik shartlari berilgan masala uchun quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial x_j} \geq 0, \quad (3)$$

$$x_j^0 \frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial x_j} = 0; \quad x_j^0 > 0; \quad (4)$$

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_j} \leq 0; \dots; \quad (5)$$

$$\lambda_j^0 \frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_j} = 0; \quad \lambda_j^0 \geq 0. \quad (6)$$

Maqsad funksiyaning maksimumi qidiriladigan (4)-(6) masala uchun esa bu shartlar quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial x_j} \leq 0; \quad (7)$$

$$x_j^0 \frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial x_j} = 0; \quad x_j^0 \geq 0; \quad (8)$$

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_j} \geq 0, \dots; \quad (9)$$

$$\lambda_i^0 \frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_i} = 0; \quad \lambda_i^0 \geq 0. \quad (10)$$

Osonlik bilan ko‘rish mumkinki, agar (3)-(6) va (7)-(10) munosabatlar bajarilsa, (3) va 4) munosabatlar o‘z-o‘zidan bajariladi. Shuning uchun (3)-(6) va (7)-(10) munosabatlarni Lagranj funksiyasi egar nuqtasining mavjudligi haqida Kun-Takker shartlari deb ataymiz.

3-Ilova

Topshiriqlar

1-topshiriq

$X_1, X_2, \dots, X_n$ vektorlar (nuqtalar)ning qavariq kombinatsiyasi deb qanday vektor (nuqta) ga aytiladi? Qavariq kombinatsiya shartlari qanday?

2-topshiriq

Qanday to‘plam qavariq to‘plam deyiladi? Chiziqli programmalashtirish masalasining yechimlar to‘plami nima uchun qavariq to‘plam bo‘ladi?

3-topshiriq

Chiziqli programmalashtirish masalasining qanday bazis yechimi tayanch yechim bo‘lishini tushuntiring. Qanday to‘plamga chiziqli programmalashtirish masalasining yechim ko‘pburchagi deyiladi?

4-topshiriq

Qavariq programmalashtirish masalasining qo‘yilishi qanday?
Qavariq va botiq funksiyalar va larning ekstremumi. Qavariq funksiya xossalarini tushuntirib, ularga mos tengsizliklarni yozing va tushuntirib bering.

4-Ilova

Xabarlashib o‘rganish usuli

1. Savollarga o'ylanib javob berishni suraydi.
2. Talabalar 4-5 guruhga ajratiladi.
3. Har bir guruhdan ekspertlarni aniqlashni so'raydi.
4. Ekspertlar bittadan savol bo'yicha guruh a'zolari tanishtirishi kerak.
5. Ekspertlar varag'ini tarqatadi va guruhda ishlashni tashkil etadi.
6. Ekspertlar taqdimot qilish kerakligini ma'lum qiladi.
7. Maslahatchi o'rnida sharhlaydi, aniqlik kiritadi.
8. Taqdimotni yakunlab, har bir guruhga har bir savol uchun xulosalar qiladi.

6-MAVZU

DINAMIK PROGRAMMALASHTIRISH

Mavzuning birinchi ma'ruzasini olib borish texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 25-60	6- mavzu, 2 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Mavzu bo'yicha ma'ruza
<i>Ma'ruza rejasi</i>	1. Dinamik programmalashtirish masalalarining qo'yilishi va hususiyatlari. 2. Optimal rejalashtirish masalasi. 3. Ishlab chikarishni rejalashtirish masalasi.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	Dinamik programmalashtirishning hususiy iqtisodiy masalalarini o'rganish.
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
- dinamik programmalashtirish masalasining mohiyatini, bir davrga mos keluvchi va tub manfaatni ko'zlovchi yechimlar ketma-ketligini topishni tushuntirish; - dinamik programmalashtirish yordami bilan yechilayotgan ko'p bosqichli masalaning ma'lum bir bosqichi uchun topilgan yechimni undan oldingi bosqichlardagi yechimlarni topishni tushuntirish; - optimal joylashtirish va ishlab chikarishni rejalashtirish masalalarini dinamik programmalashtirish usullari bilan yechish mumkinligini tushuntirish.	- ko'p bosqichli jarayonning birdan-bir yagona yechimini emas, balki har bir davrga mos keluvchi va tub manfaatni ko'zlovchi yechimlar ketma-ketligini topa oladi; - dinamik programmalashtirish yordami bilan yechilayotgan ko'p bosqichli masalaning ma'lum bir bosqichi uchun topilgan yechimi undan oldingi bosqichlarda topilgan yechimga bog'liq bo'lmaydi. Unda faqat shu bosqichni ifodalovchi faktlarni yoritib bera oladi; - ko'p bosqichli iqtisodiy masalalarni dinamik programmalashtirish usullari bilan yechish mumkinligi bilan tanishadi.
<i>O'qitish usullari</i>	topshiriqlar, suhbat, insert texnikasi, BBB texnikasi, pinbord texnikasi.
<i>O'qitish vositalari</i>	ma'ruza matni, mavzu bo'yicha materiallar, doska, proyektor.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ish.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, savol- javob.

Dinamik programmalashtirish mavzusining birinchi ma'ruzasini o'qitishning texnologik haritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Talaba faoliyatining mazmuni
-----------------	----------------------------------	------------------------------

1-bosqich. Mavzuga kirish (5 daqiqa)	1.1. O'quv mashg'uloti mavzusi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalarini aytadi 1.2. Baholash mezonini aytadi.	Mavzu nomini yozib oladi
2- Motivatsion bosqich (15 daqiqa)	2.1. Asosiy tushunchalarini (1-Ilova) doskaga yozadi va talabalardan ularni ta'riflashni so'raydi. 2.2. Tayanch iboralariga (3-Ilova) e'tibor qilishni so'raydi 2.3. Mustaqil o'rganishga vazifa beradi va berilgan vazifani insert texnikasi yordamida o'qib, BBB (ZXU) (6-Ilova) jadvalini to'ldirishni so'raydi (yakka tartibda).	Jadvalni to'ldiradi. Har bir tayanch tushuncha va iboralarini muhokama qiladi.
3 – Infor- matsion bosqich (50 daqiqa)	3.1. Ma'ruza mazmuni bilan qisqacha tanishtiradi va mavzu bo'yicha materiallarni (2-Ilova) tarqatadi. 3.2. Kartochkalar yordamida guruhlariga ajratadi. 3.3. Gurux a'zolariga savollar beradi. 3.4. Har bir guruhdan ekspertni o'zi tanlashni aytadi. 3.5. Maslahatchi sifatida ekspertlarni tayinlab, taqdimot qilishni so'raydi.	Guruhlar vazifalarga javob tayyorlaydi, natijani guruh bilan muhokama qiladi. Har bir guruh 5-6 daqiqadan taqdimot qiladi. Guruh ekspertlari o'zlari o'zlash-tirgan mavzu uchun javob beradi, boshqa guruh a'zolari taqdimot qilayotgan guruh kamchiliklarini to'ldiradi va baholaydi.
4-yakunlovchi bosqich 10 daqiqa	4.1. Guruhlarga bir- birini baholarini e'lon qilishini so'raydi. 1- o'rin 1 ball; 2-o'rin 0.8 ball; 3-o'rin 0.7 ball. 4.2. Mustaqil bajarish uchun BBB (ZXU) (6-Ilova) jadvalining uchinchi ya'ni B(U) bo'limini to'ldirishni so'raydi. 4.3. Mavzu bo'yicha yakunlovchi xulosalar qiladi. Mavzu bo'yicha olingan bilimlarni qayerda ishlatish mumkinligi ma'lum qiladi. 4.4. Mavzu maqsadiga erishishdagi tinglovchilar faoliyati tahlil qilinadi va baholanadi. 4.5. Keyingi mavzu bo'yicha tayyorlanib kelish uchun savollar (4-Ilova) beradi.	Baholarni e'lon qiladi. Yozib oladi. Tinglaydi. Savollar beradi. Yozib oladi.

1-Ilova

Asosiy tushunchalar

1. Dinamik programmashtirish.	6. Bellmanning asosiy tenglamasi.
2. O'xshash turkum masalalar.	7. Bellmanning rekurrent munosabatlari .
3. Optimal yechimni topish.	8. Optimal rejalashtirish .
4. Optimallik prinsipi.	9. Ishlab chikarishni rejalashtirish.
5. . Ko'p bosqichli jarayonlar.	10. Dinamik model.

2-Ilova

Mavzu bo'yicha materiallar

Dinamik programmashtirishning vazifalari
va uning xususiyatlari

Ko'p iqtisodiy jarayonlar o'z-o'zidan bosqichlarga bo'lingan bo'ladi. Masalan, vaqtga bog'liq bo'lgan iqtisodiy jarayonlarni rejalashtirish va boshqarishda har bir qadam 5 yil, 1 yil, kvartal, oy va dekadadan iborat bo'lishi mumkin. Dinamik programmalash – vaqtga bog'lik va ko'p bosqichli boshqaruvchi iqtisodiy jarayonlarni optimal rejalashtirish usullarini o'rganuvchi matematik programmalashning bir bo'limidir.

Lekin dinamik programmalashtirish faqat vaqtga bog'lik bo'lgan ko'p bosqichli masalarni yechish uchun qo'llaniladi deb tushunmaslik kerak. Iqtisodiy praktikada uchraydigan va vaqtga bog'liq bo'lmagan jarayonlarni ifodalovchi ko'p masalalarni dinamik programmalash usullari bilan yechish mumkin. Bunga misol sifatida eng qisqa yo'lni aniqlash masalasini, samolyotning optimal tezligi hamda uchish balandligini aniqlash masalasi va butun sonli programmalash va boshqalarni ko'rsatish mumkin. Bu masalalar vaqtga bog'liq bo'lmagan jarayonlarni ifodalaydi. Lekin ularni turli vositalar yordamida ko'p bosqichli masalalarga aylantirish, so'ngra ularga dinamik programmalash usullarini qo'llab yechish mumkin.

1)Dinamik programmalash ko'p bosqichli jarayonning birdan-bir yagona yechimini emas, balki har bir bosqichga mos keluvchi va tub manfaatni ko'zlovchi yechimlar ketma-ketligini topishga yordam beradi;

2)Dinamik programmalash yordami bilan yechilayotgan ko'p bosqichli masalaning ma'lum bir bosqichi uchun topilgan yechimi undan oldingi bosqichlarda topilgan yechimga bog'lik bo'lmaydi. Unda faqat shu bosqichni ifodalovchi faktlar nazarga olinadi;

3)Dinamik programmalash yordami bilan ko'p bosqichli masalani yechish jarayonining har bir bosqichida tub maqsadni ko'zlovchi yechimni aniqlash kerak, ya'ni yechimlar orasida provad maqsadga erishishga maksimal hissa qo'shiluvchi yechimni topish kerak.

Optimallik prinsipi

Ma'lum bir bosqichda topilgan optimal reja faqat shu qadam nuqtai nazaridan emas, balki butun jarayonning tub (provad) maqsadi nuqtai nazaridan optimal reja bo'lishi kerak. Bunday prinsip «dinamik programmalashning optimallik prinsipi» deb ataladi.

Optimallik prinsipiga amal qilish har qadamda qabul qilingan yechimni kelgusida qanday oqibatlarga olib kelishini nazarga olib borish demakdir. Bundan tashqari optimallik prinsipini yana quyidagicha talqin qilish mumkin.

Har bir bosqichdan avval sistemaning holati qanday bo'lishidan qat'iy nazar shu bosqichdagi optimal yutuq bilan undan keyingi bosqichlardagi optimal yutuqlarning

yig'indisini maksimallashtiruvchi boshqarishni tanlash kerak.

Demak, boshqarishning optimal strategiyasini topish uchun eng avval n -qadamdagi optimal strategiyani topish kerak, keyin n va $n-1$ -qadamlardagi optimal strategiyani va hakoza, barcha qadamlardagi optimal strategiyani topish kerak.

Bu prinsipga asosan dinamik programmalash masalasini oxirgi n -qadamdagi optimal strategiyani topishdan boshlash kerak. Buning uchun undan oldingi qadamdagi yechim haqida ayrim taxminlar qilinadi va bu asosda W mezonni maksimallashtiruvchi U_n^0 boshqarish tanlanadi. Bunday boshqarish shartli boshqarish deb ataladi.

Demak, optimallik prinsipi har qadamda undan oldingi qadamning mumkin bo'lgan ixtiyoriy bir natijasi uchun shartli optimal boshqarishni topishni talab qiladi.

Optimal rejalashtirish masalasi

Faraz qilaylik n -ta korxonani o'z ichiga olgan sanoat birlashmasining T yillik rejasini tuzish masalasi qo'yilgan bo'lsin. Rejalashtirilayotgan T davrning boshida birlashma uchun k_0 miqdorda mablag' ajratilgan bo'lsin. Bu mablag' korxonalararo taqsimlanadi. Korxonalar ajratilgan mablag'larni to'la yoki qisman ishlatadi va shunga qarab ma'lum miqdorda daromad oladi. Keyingi bosqichlarda mablag'lar korxonalararo qayta taqsimlanishi mumkin. Shunday qilib, quyidagi masala hosil bo'ladi: korxonalararo mablag'larni taqsimlash va qayta taqsimlashni shunday tashkil etish kerakki, natijada birlashmaning T yil davomida olgan daromadlar yig'indisi maksimal bo'lsin.

Mahsulot ishlab chiqarish va uni saqlashni rejalashtirishning dinamik modeli.

Vaqtga bog'lik ravishda o'zgaruvchan talabni qondirishga qaratilgan ishlab chiqarishni rejalashtirish masalasini ko'ramiz. Rejalashtirilayotgan davrning uzunligi T bo'lsin. Bu davrning har bir t -qadamida ($t=1, \dots, T$) mahsulotga bo'lgan talab $V(t)$ ma'lum deb faraz qilamiz. Xuddi shuningdek, t qadamdagi ishlab chiqarish rejasini $X(t)$ bilan belgilaymiz. T davr davomida korxonadagi mahsulotlar zahirasi kamayib yoki ortib borishi mumkin. Faraz qilaylik, boshlang'ich ($t=0$) qadamda korxonadagi mahsulot zahirasi $Z(0)$ bo'lsin. U holda $X(t) > V(t)$ bo'lganda t -qadamdagi mahsulot zahirasi quyidagicha aniqlanadi

$$Z(t) = X(t) - V(t) + Z(0) > 0. \quad (1)$$

Agar t qadamda ishlab chiqarilgan mahsulot talabdan kam bo'lsa, ya'ni

$$X(t) < V(t)$$

bo'lsa, u holda t -qadamning boshida korxonada mavjud bo'lgan mahsulot zahirasi $V(t) - X(t)$ ga kamayadi, ya'ni

$$Z(t) = Z(t-1) - V(t) + X(t) \quad (2)$$

bo'ladi.

Ixtiyoriy qadamdagi mahsulot zahirasi noldan kichik emas deb faraz qilamiz, hamda $t=0$ boshlang'ich qadam bilan t -qadam orasidagi mahsulotga bo'lgan umumiy talabni $V(t)$ bilan, umumiy ishlab chiqarish hajmini $X(t)$ bilan belgilaymiz. U holda

$$\bar{V}(t) = \int_0^t V(t) dt;$$
$$\bar{X}(t) = \int_0^t X(t) dt;$$

tengliklar o'rinli bo'ladi:

Faraz qilaylik, mahsulotni bir- birligini saqlash uchun sarf qilingan harajat C birlik va

ishlab chiqarish harajatlari funksiyasi $K(t)$ bo'lsin. Ishlab chiqarish harajatlari funksiyasi $K(t)$ ishlab chiqarilgan mahsulotlar miqdori $X(t)$ ga bog'lik bo'ladi, ya'ni $K(t)=f(X(t))$. Ishlab chiqarishni shunday rejalashtirish kerakki, natijada mahsulot ishlab chiqarish va saqlash uchun sarf qilingan harajatlari minimal bo'lsin, ya'ni,

$$Y = \int_0^T f(X(t))dt + c \int_0^T (X(t) - V(t) + Z(0))dt \rightarrow \min. \quad (3)$$

Maqsad funksiya ikki qismdan iborat bo'lib, uning birinchi qismi mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun ketgan harajatlarni, ikkinchi qismi esa mahsulotlarni saqlash uchun sarf qilingan harajatlarni ko'rsatadi.

Bundan tashqari masaladagi noma'lumlar quyidagi shartlarni qanoatlantirishi

kerak:

$$Z(0) \geq 0; \quad (4)$$

$$X(t) - V(t) + Z(0) \geq 0; \quad (5)$$

$$X(T) - V(T) = Z(T). \quad (6)$$

Bunda (4) shart rejalashtirilayotgan davrning boshidagi mahsulot zahirasi manfiy emasligini ko'rsatadi. (5) shart ixtiyoriy t bosqichdagi mahsulot zahirasi manfiy emasligini ko'rsatadi. (6) shart rejalashtirilayotgan davrning oxirida korxonada ortib qolgan mahsulot miqdori $Z(T)$ ga teng ekanligini ko'rsatadi.

Hosil bo'lgan (3)-(6) model mahsulot ishlab chiqarish va saqlashni

rejalashtirishning dinamik modeli deyiladi.

Bu modelga asosan har bir qadamdagi mahsulot ishlab chiqarishni shunday rejalashtirish kerakki, natijada uni ishlab chiqarish va saqlash uchun sarf qilingan harajatlari yig'indisi minimal bo'lsin.

3-Ilova

Tayanch so'z va iboralar

Dinamik programmalash, ko'p bosqichli jarayon, qadam, boshqarish, boshqaruvchi jarayon, strategiya, optimal strategiya, optimallik prinsipi, shartli boshqarish, ishlab chiqarish va saqlashni rejalashtirishning dinamik modeli.

4-Ilova

Savollar

1. Dinamik programmalashning predmeti nimadan iborat?
2. Dinamik programmalashning chiziqli programmalashdan qanday farqi bor?
3. Dinamik programmalashning qanday xususiyatlarini bilasiz?
4. Dinamik programmalashning optimallik prinsipi nimadan iborat?
5. Mahsulot ishlab chiqarish va uni saqlashni optimallashtirish masalasining dinamik modeli qanday?
6. Dinamik programmalash masalasi umumiy holda qanday qo'yiladi?

5-Ilova

Keyingi mavzu uchun mustaqil BBB jadvalini to'ldirish

BBB (ZXU) jadvali- bilaman/ bilishni hohlayman/bildim.

- Mavzu bo'yicha ilmiy tekshirish ishlarini bajarishni ta'minlaydi. Sistemali fikrlash tahlil asoslari va strukturlashni rivojlantiradi.
- Yangi mavzuni o'rganishdan oldin qo'llaniladi: birinchi va ikkinchi ustunlar to'ldiriladi va so'ngra yakunlovchi qismida uchinchi ustun to'ldiriladi.

BBB (ZXU) jadvalini to'ldirish qoidalari bilan tanishadi. Yakka holda yoki juftlikda jadvalni to'ldiradi

“Shu mavzu bo'yicha siz nimalarni bilasiz?”, “Nimalarni bilmoqchisiz?” savollariga javob beradi.

Jadvalning birinchi va ikkinchi ustunni to'ldiradi (yakka holda yoki juftlikda).

Mustaqil ravishda tarqatma materiallarni o'qiydi (yoki eshitadi).

Uchinchi ustunni to'ldiradi.

6-Ilova

BBB (ZXU) jadvali

№	Mavzu savoli	Bilaman	Bilishni hohlayman	Bildim
1				
2				
3				
4				

7-Ilova

Blits-o'yin jadvali

	Yakka baho	Yakka xato	Guruh bahosi	Guruh xatosi	To'g'ri javob
1-topshiriq					
2-topshiriq					
3-topshiriq					
4-topshiriq					

8-Ilova

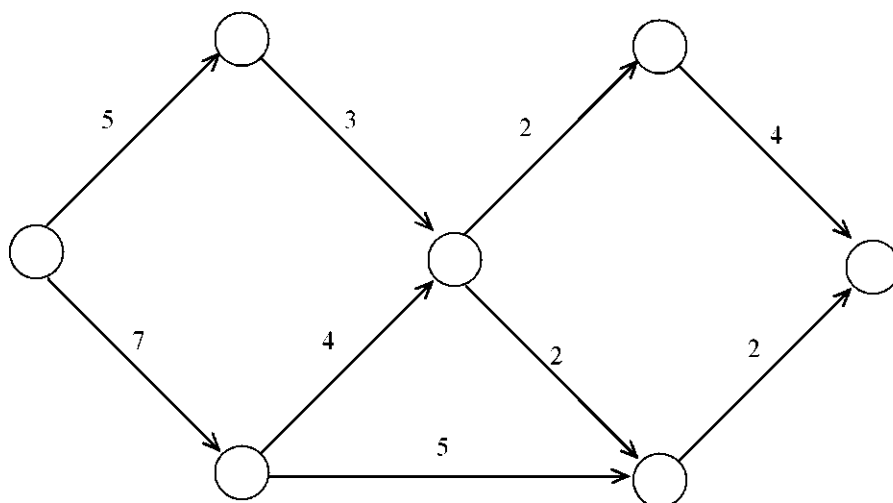
Adabiyotlar

1. Q . Safayeva. Matematik dasturlash. Darslik. T.: «Ibn Sino», 2004. 267-281-b.
2. Q . Safayeva. Matematik programmalash. O'quv qo'llanma. T.: «O'AJBNT» Markazi, 2004. 183-198 - betlar.
3. Q . Safayeva, F. Shomansurova. «Matematik programmalash» fanidan ma'ruza matnlar to'plami. TMI., 2003 144-158- betlar.

9-Ilova

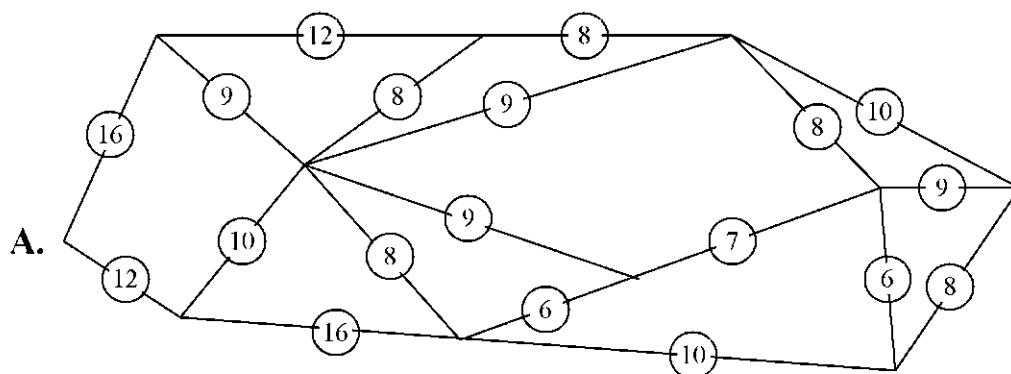
Mustaqil yechish uchun masalalar

A va B punktlar o'zaro bir necha yo'llar yordamida bog'langan. Yo'lning har bir bo'lagida bir birlik mahsulotni tashish uchun sarf qilinadigan transport harajatlari ma'lum va ular quyidagi shaklda ko'rsatilgan. Mahsulotni A punktdan B punktga optimal tashish mashrutini aniqlang.



4-shakl

2. A va B punktlar o'zaro bir necha yo'llar bilan bog'langan bo'lsin. Yo'lning har bir bo'lagida bir birlik mahsulotni tashish uchun sarf qilinadigan transport harajatlari ma'lum va ular quyidagi shaklda ko'rsatilgan.



5-shakl

Mahsulotni A punktdan B punktga optimal tashish mashrutini aniqlang.

7 - MAVZU	O'YINLAR NAZARIYASINING ELEMENTLARI
-----------	-------------------------------------

Ma'ruzani olib borish texnologiyasi modeli

Talabalar soni	25-60	7-mavzu, 2 soat
Mashg'ulot shakli		Mavzu bo'yicha ma'ruza
Ma'ruza rejasi		1.O'yinlar nazariyasiga doir asosiy tushunchalar va misollar. 2.Matritsali o'yinlar. 3.Aralash strategiyalar.
O'quv mashg'ulotining maqsadi		O'yinlarning turlarini va ularni yechish usullarini o'rganish.
Pedagogik vazifalar:		O'quv faoliyati natijalari:
-ikki va ko'p kishilik o'yinlarning		-ikki va ko'p kishilik o'yinlarning

qo'yilishini misollar bilan tushuntirish; -aralash va sof:strategiyalarni ta'riflash; -o'yin bahosini topish usullarini tushuntirish;	qo'yilishini misollar bilan tahlil eta oladi; aralash va sof:strategiyalarni tanlayoladi; o'yin bahosini topishga masalalar yechadi.
<i>O'qitish usullari</i>	ma'ruza, aqliy xujum, bumerang usuli.
<i>O'qitish vositalari</i>	Tarqatma materiallar, doska, proyektor.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ish.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>	Ko'zatish,og'zaki baholash, savol- javob.

Ma'ruzani olib borishning texnologik haritasi

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Tinglovchi faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. O'quv mashg'uloti mavzusi, maqsadi va o'quv faoliyati natijalarini aytadi.Baholash mezonlarini aytadi. 1.2. Blits- so'rov (4-Ilova) usulida mavzu bo'yicha ma'lum bo'lgan tushunchalarni so'rab talabalarni faollashtiradi. Aqliy xujum o'tkazadi. Blits- so'rov natijasiga ko'ra tinglovchilarning nimalarda adashishlari, xato qilishlari mumkinligini aytadi.	Mavzu nomini yozib oladi. Tushunchalarni aytadi. Tinglaydi.
2-bosqich Asosiy bo'lim (60 daqiqa)	2.1. Guruhlarga ajratadi va mavzu bo'yicha materiallar (1-Ilova) beradi. 2.2. Rejadagi savollarni (2-Ilova) har bir guruhga alohida tarqatadi - Bumerang usuli. Har bir guruh a'zolarini 1,2,3 raqamli kartochkalar yordamida yangi guruhlariga ajratadi. 2.3. Yangi guruh a'zolari o'z mavzularini bir-biriga gapirib berishini suraydi. Yangi guruh a'zolari rejadagi barcha savollar bilan tanishib olishini ta'minlaydi. 2.4. Har bir guruhdan bitta talabaga baholash varag'ini(3-Ilova) beradi va shu talaba jadvalni to'ldirib boradi, talabalar faolligiga qarab. 2.5. Yangi guruh a'zolari o'z guruhlariga qaytariladi va guruhlar bir –biriga mavzu bo'yicha savollar tayyorlashadi. 2.6. Baholash varag'ini yig'ib oladi.	Mavzu rejasini yozib oladi. Tinglaydi . Guruhlariga ajraladi. Mavzularni bir-biriga gapirib beradi. Barcha talaba butun mavzu bilan tanishib oladi. Baholash varag'ini oladi, to'ldiradi. Savollar beradi.
3 – bosqich Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1 Taqdimotning kuchsiz joylariga talabalarni etiborini qaratadi va ular yakunlovchi nazorat oldidan tayyorgarliklarini mustahkamlashga chaqiradi. Yakunlovchi nazoratga tayyorlanish bo'yicha (5-Ilova) maslahat va tavsiyalar beradi.	Savollar beradi. Tinglaydi. Yakunlovchi nazoratga tayyorgarlikni boshlashadi.

1-Ilova

Mavzuni yorituvchi materiallar

O'yinlar nazariyasi haqida

Matematikaning konfliktli (mojaroli) holatlarini, ya'ni qatnashuvchilarning (o'yinchilarning) manfaatlari qarama-qarshi yoki bir-biriga mos kelmaydigan holatlarni o'rganuvchi bo'limi – «o'yinlar nazariyasi» deb ataladi. O'yinlar nazariyasi – konfliktli holatda qatnashayotgan har bir «o'yinchi»ga eng katta yutuqqa (yoki eng kichik yutqazishga) erishish uchun qilinadigan harakatlarning eng yaxshisini (optimalini) aniqlashga, yo'llanma berishga imkon beruvchi matematik nazariyadir.

O'yinda ikkita yoki undan ko'p ishtiroqchilarning manfaatlari to'planishi mumkin. Shunga muvofiq, u ikki o'yinchili va ko'p o'yinchili bo'lishi mumkin.

O'yinlar nazariyasi fon Neyman tomonidan qo'yilgan quyidagi masalani yechish bilan shug'ullanadi: «agar n ta $P_1 P_2 \dots P_n$ o'yinovchilar biror G o'yinni o'ynayotgan bo'lsa, i -o'yinovchi bu o'yinda yutib chiqishi uchun qanday strategiyani tanlash kerak?» Bu yerda biz «o'yin» deyilganda ma'lum kelishib olingan shart va qoidalar to'plamini, «partiya» deganda shu shart va qoidalarning amalga oshirilishini tushunamiz. Har bir partiyadan keyin P_i o'yinovchi o'yinning yutug'i deb atalmish - v_i yutuqqa ega bo'ladi.

Ba'zi o'yinlarda yutqaziladigan pullar yig'indisi yutilgan pullar yig'indisiga teng bo'ladi. Masalan, P_i o'yinovchi v_i so'm yutqazsa, P_2 o'yinovchi v_1 so'm yutishi mumkin. Bu holda o'yindagi yutuqlar yig'indisi 0 ga teng bo'ladi:

$$v_1 + v_2 + \dots + v_n = 0.$$

Bu yerda biz har bir o'yinovchi faqat yutadi deb faraz qilamiz, chunki biror o'yinovchi V so'm yutqazsa uning yutug'i ($-v$) so'mga teng deb olinishi mumkin. O'yinlar, shart va qoidalarga ko'ra va o'yinovchilar soniga qarab turlicha bo'ladi. Bundan so'ng biz ikki o'yinovchining yutuqlar yig'indisi 0 ga teng bo'lgan o'yini bilan tanishamiz.

O'yin matritsasi va strategiyalar haqida

O'yinchining strategiyasi deb, o'yinchi mumkin bo'lgan har qanday holatda tanlaydigan rejasiga aytiladi. Strategiyaning soniga qarab, o'yinlar chekli yoki cheksiz o'yinlarga bo'linadi. Optimal strategiya deb, berilgan o'yinchiga, o'yin bir necha marta takrorlanganda eng katta mumkin bo'lgan o'rtacha yutuqni ta'minlovchi strategiyaga aytiladi.

1-ta'rif. Har qanday G o'yin, o'yin matritsasi deb ataluvchi

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad - \text{matritsa orqali aniqlanishi mumkin. Bu matritsa birinchi}$$

o'yinovchi uchun yutuqlar matritsasi deb ataladi. a_{ij} element - P_1 o'yinovchi matritsaning i -qatoriga mos keluvchi yurishini, P_2 o'yinovchi j -ustunga mos keluvchi yurishni tanlagandagi P_1 o'yinovchining yutuq summasini bildiradi.

2-ta'rif. Komponentalari $x_i > 0$ va $\sum x_i = 1$ shartlarni qanoatlantiruvchi

$X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ vektor qator P_1 o'ynovchining aralash strategiyasi deyiladi. Vektorning koordinatalaridan bittasi nolga teng bo'lib, qolgan koordinatalar yig'indisi birga teng bo'ladigan strategiya sof strategiya deyiladi. Xuddi shuningdek, ikkinchi o'yinchi uchun n – o'lchovli $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ vektor aniqlanadi: x_i va y_j ehtimolliklari noldan farqli bo'lgan strategiyalar aktiv strategiyalar deb ataladi.

O'yin bahosi va o'yin yechimi

O'yinning maqsadi, P_1 o'yinchini maksimal yutuqqa, P_2 o'yinchini esa minimal yutuqazishga erishtiruvchi eng ma'qul strategiyani topishdan iborat. A o'yinchi biror A_i strategiyani tanlasin, unda hech bo'lmaganda

$$y = \min_j a_{ij}$$

yutuqqa erishadi. Buni oldindan hisobga olib, P_1 o'yinchi o'zining eng kam yutug'ini maksimallashtirishga harakat qiladi:

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij}$$

α kattalik – P_1 o'yinchining kafolatlangan yutug'i – o'yinning quyi bahosi deb ataladi.

α kattalikka erishishga imkon beruvchi A_{i_0} strategiya maximin deb ataladi.

$$\beta = \min_j \max_i a_{ij}$$

P_2 o'yinchi o'z navbatida o'zining eng katta mumkin bo'lgan yutuqazishini minimallashtirishga harakat qiladi:

β kattalik o'yinning yuqori bahosi deb, unga mos keluvchi B_{j_0} strategiya esa minimax deb ataladi.

O'yinlar nazariyasida $\alpha \leq \beta$ tengsizlik har doim bajarilishini isbotlovchi teoremlar mavjud. Agar quyi va yuqori baholar teng bo'lsa, ya'ni $\alpha = \beta = V$ tenglik bajarilsa, V kattalik o'yinning bahosi deb ataladi.

2-Ilova

Blits-so'rov

Savol	Javob
O'yin deb nimaga aytiladi?	Ma'lum shart va qoidalar to'plami.
Partiya nima?	Shart va qoidalarining amalga oshirilishi.
Nol summali o'yinlar deb nimaga aytiladi?	Yutuqlar yig'indisi nolga teng bo'lgan o'yin.
Yutuq deb nimaga aytiladi?	Har bir partiya natijasi.
Aralash strategiya nima?	Musbat va yig'indisi birga teng bo'lgan vektor.
Sof strategiya nima?	Bitta koordinatasi birga, qolgan koordinatalari nolga teng bo'lgan vektor.

2-Ilova

Savollar

(1-guruxga)

- Ikki kishilik o'yinlarga misol keltiring.
- Ko'p kishilik o'yinlarga misol keltiring.

3. O'yin partiyasi va uning natijasi deganda nimani tushunasiz?

(2-guruhga)

1. O'yin strategiyalari.
2. Strategiyalarni tanlash.
3. Strategiyalarni ehtimoliy ma'noda tushuntiring.

(3-guruxga)

1. O'yin matritsasini tushuntirib bering.
2. Maks-min yoki mini-maks qoida qanday?
3. O'yin matritsasining egar nuqtasi qanday aniqlanadi?
4. Optimal strategiya nima?

3-Ilova

Baholash varag'i

	Guruh bahosi	O'qituvchi bahosi
Savolarga to'liq javob berish		
Savollarga qo'shimcha kiritish		
Savolning to'g'ri qo'yilishi aniqlash		
Jami		

4-Ilova

Bilimlarni jonlantirish uchun savollar (blits-so'rov)

1. Ikki va ko'p kishilik o'yinlarga misollar keltiring.
2. O'yinning yutuq summasi qanday topiladi?
3. Strategiyalar qanday tanlanadi?
4. Strategiyalarning ehtimoliy ma'nosini tushuntiring.

5-Ilova

Mustaqil o'rganish uchun tavsiya qilinadigan mavzular

1. Kaolitsiyasiz o'yinlarda optimal qoidalar.
2. Iqtisodda kaolitsiyasiz o'yinlarni qo'llash.
3. Kooperativ o'yinlarda optimallik mezonlari.
4. Kooperativ o'yinlarning iqtisodiy masalalarga tadbqiqida optimallik mezonlari.

“O'yinlar nazariyasining elementlari” mavzusining amaliy mashg'ulotini o'qitishning texnologiyasi modeli

<i>Talabalar soni</i> 25-30	7-Mavzu, 2 soat
<i>Mashg'ulot shakli</i>	Individual topshiriqlarni bajarishga asoslangan amaliy mashg'ulot
<i>Mashg'ulot rejasi</i>	1.O'yinlar nazariyasiga doir asosiy tushunchalar va misollar. 2.Matritsali o'yinlar. 3.Aralash strategiyalar
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi</i>	Mavzu bo'yicha bilimlarni chuqur o'zlashtirishni ta'minlash.
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
-nol summali o'yinlarga misol va masalalar ko'rsatadi va tushuntirish;	-nol summali o'yinlarga doir masalalar yechadi;
-matritsali o'yinlarning optimal strategiyasini belgilashni tushuntirish;	-matritsali o'yinlar optimal strategiyasini

-misol va masalalar yechib ko'rsatish.	belgilashni o'rganadi;
	-misol va masalalar yechaadi.
matritsali o'yinni chiziqli programmashtirish usullari bilan yechishni, o'yin bahosini aniqlashni o'rgatish.	matritsali o'yinni chiziqli programmashtirish usullari bilan yecha oladi.
<i>O'qitish usullari</i>	Topshiriqlar, suhbat, charxpalak usuli, aqliy xujum
<i>O'qitish vositalari</i>	Namunaviy materiallar, doska, proyektor., masalalar to'plami.
<i>O'qitish shakllari</i>	Frontal, kollektiv ish, guruxli.
<i>O'qitish sharoiti</i>	Kompyuter bilan ta'minlangan auditoriya.
<i>Monitoring va baholash</i>	Kuzatish, og'zaki baholash, savol- javob.

**“O'yinlar nazariyasining elementlari” mavzusining
amaliy mashg'ulotini o'qitishning texnologik
haritasi**

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Talaba faoliyatining mazmuni
1-bosqich Mavzuga kirish (10 daqiqa)	1.1. Mavzu nomini, maqsad va vazifalarini aytadi. 1.2. Darsni olib borish formasi va baholash mezonlarini aytadi. 1.3. Shu mavzu bo'yicha qisqa ma'ruza matnini va namunaviy materiallarni (1-Ilova) talabalarga tarqatadi.	Mavzu nomini yozib oladi. Tinglaydi.
2-bosqich Asosiy bo'lim (65 daqiqa)	2.1. Talabalarni 3-4 guruhga kartochkalar yordamida ajratadi. 2.2. Har bir guruh liderini o'qituvchi o'zi tanlaydi. 2.3. Guruhga topshiriqlarni (2-Ilova) tarqatadi. 2.4. Barcha guruh topshiriqlarni bajarib bo'lgandan so'ng, guruh topshiriqlarini bir – biri bilan almashtiradi 3 marta (charxpalak usuli) 2.5. Guruh a'zolari topshiriqlarni bajarib bo'lgandan so'ng, topshiriqlar birinchi holatda o'z guruhlariga topshiriladi. 2.6. Guruhdan o'qituvchi tanlagan talaba taqdimotga tayyorlanishini aytadi.	3-4 guruhga ajraladi. Topshiriq bilan tanishadi, bajaradi. Boshqa guruh topshiriqlarini ham bajaradi. Taqdimotni amalga oshiradi.
3 – bosqich Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Topshiriqlar javobini tekshiradi 3.2. Talabalar bilimni baholaydi. 3.3. Yakuniy nazoratga tayyorgarlik ko'rish uchun tavsiyalar (5-Ilova) beradi.	Savollar beradi. Tinglaydi. Yozadi.

1-Ilova

Namunaviy materiallar

Quyi va yuqori baholar

Misol. Quyidagi to'lov matritsalarini bilan berilgan o'yinlar uchun o'yinning quyi va yuqori baholarini toping:

$$A_1 = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 4 & 6 & 5 \\ 2 & 5 & 1 & 3 \end{pmatrix}, \quad A_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 & 5 \\ 3 & 2 & 4 & 3 \\ 0 & 1 & -1 & 4 \end{pmatrix}$$

Yechilishi. A_1 matritsa qatorlari uchun a_{ij} elementlarning eng kichiklari mos ravishda 2;3;1 ga teng. Ularning ichidagi maksimal element esa 3 ga teng. Demak, A_1 matritsaning quyi bahosi $\alpha_1=3$.

O'yinning yuqori bahosini topish uchun A_1 matritsa ustunlari bo'yicha maksimal elementlarni topamiz. Bular mos ravishda: 4;5;6;5. Endi bular ichidan minimalini $\beta_1=4$ ni topamiz. Demak, A_1 matritsa uchun $\alpha_1=3$; $\beta_1=4$.

A_2 matritsa uchun esa $\alpha_2=\max\{0; 2; -1\} = 2$; $\beta_2=\min\{3; 2; 4; 5\} = 2$.

Shunday qilib, bu holda $V=\alpha_2=\beta_2=2$ o'yinning bahosidir. O'yinning yechimi A_2 va B_2 strategiyalarning tanlanishidan iboratdir. Bunda P_1 o'yinchining yutug'i 2 dan kam emas va P_2 o'yinchining yutqazishi 2 dan oshmaydi.

Simmetrik matritsali o'yinlar

$$A = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \text{ matritsali o'yin uchun}$$

$X = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$, $Y = \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$ - vektorlar optimal strategiyalar bo'lib, o'yinning bahosi nolga teng.

O'yin matritsasi $a_{ij} = -a_{ji}$ xossaga ega bo'lgan o'yin simmetrik o'yin deb ataladi.

Simmetrik o'yinda bahosi 0 ga teng bo'lib, P_1 va P_2 o'ynovchilarning optimal strategiyalari bir hil bo'ladi. Haqiqatan ham, P_1 o'ynovchi uchun yutuqlar funksiyasi

$$E(X, Y) = XAY = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_i a_{ij} y_j$$

hamda $X = Y$ bo'lganligi uchun $E(X, Y) = XAX = 0$.

Demak, ikkala o'ynovchi ham bir xil aralash strategiyani qo'llasa, o'yinning bahosi 0 ga teng bo'lar ekan.

Ikki o'lchovli kvadratik matritsali o'yinning yechimi

Eng sodda matritsali o'yinda yutuqlar matritsasi

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$$

bo'lib, matritsa egar nuqtaga ega bo'lmasa, $X=(x_1, x_2)$ va $Y=(y_1, y_2)$ aralash strategiyalarni va V - o'yinning bahosini topish uchun

$$x_1 = \frac{a_{22} - a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}; \quad x_2 = \frac{a_{11} - a_{12}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}};$$

$$y_1 = \frac{a_{22} - a_{12}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}; \quad y_2 = \frac{a_{11} - a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}};$$

$$V = \frac{a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}.$$

munosabatlardan foydalanish mumkin.

2-Ilova

Topshiriqlar

1-topshiriq

1. Ikki o'yinchi bir-biridan xoli ravishda 1,2,3,4 sonlaridan birini o'ylaydi. Agar o'ynovchilardan birining o'ylagan soni ikkinchisidan bir birlikka ko'p bo'lsa, u ikkinchiga yutuqning uch birligini to'laydi. Agar o'ynovchi ikkinchisi o'ylagan sonidan hech bo'lmasa ikki birlikka katta son o'ylagan bo'lsa, u yutuqning to'rt birligini to'laydi. Bir xil sonlar o'ylansa o'yin durang deb hisoblanadi. Bu o'yinning to'lov matritsasi tuzilsin.

2- topshiriq

O'yinchilar 1 dan k gacha bo'lgan sonlardan birini o'ylaydilar. Agar birinchi o'yinchi X ni, ikkinchisi Y ni tanlasa $X \geq Y$ holda birinchi o'yinchi yutuqning $X-Y$ birligini yutadi; $X < Y$ holda esa yutuqning $X+Y$ birligini to'laydi. $k=5$ uchun o'yin matritsasini tuzing.

3-topshiriq

1. $A = \begin{pmatrix} 3 & 5 & 6 \\ 1 & 2 & 3 \\ 0 & 7 & 4 \end{pmatrix}$ o'yin matritsasining egar nuqtasi topilsin.

2. 3-misoldagi o'yin matritsada $X=(0,1;0,4;0,5)$ va $Y=(0,3;0,3;0,4)$ strategiyalarda o'rtacha yutuq nechga teng?

3-Ilova

Takrorlash uchun savollar

1. Matematik programmashtirish nima?
2. Chiziqli programmashtirish masalasining modeli qanday tuziladi?
3. Matematik dasturlash masalalarini yechishning qanday usullari bor?
4. Ikki va ko'p kishilik o'yinlarga misollar keltiring.
5. O'yinning yutuq summasi qanday hisoblanadi?
6. Strategiyalarni qanday tanlanadi?
7. Strategiyalarni ehtimol bilan bog'liqligini ayting?
8. Matritsali o'yinga doir misollar keltiring.
9. Optimal strategiya qanday aniqlanadi?

4-Ilova

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Quyida keltirilgan to'lovlar matritsasi foydalanib, o'yinning quyi va yuqori baholarini, agar egar nuqta ma'lum bo'lsa uni toping:

$$a) \begin{pmatrix} 4 & 5 & 3 \\ 6 & 7 & 4 \\ 5 & 2 & 3 \end{pmatrix}; \quad b) \begin{pmatrix} 8 & 9 & 9 & 4 \\ 6 & 5 & 8 & 7 \\ 3 & 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}; \quad c) \begin{pmatrix} 4 & 9 & 5 & 3 \\ 7 & 8 & 6 & 9 \\ 7 & 4 & 2 & 6 \\ 8 & 3 & 4 & 7 \end{pmatrix}.$$

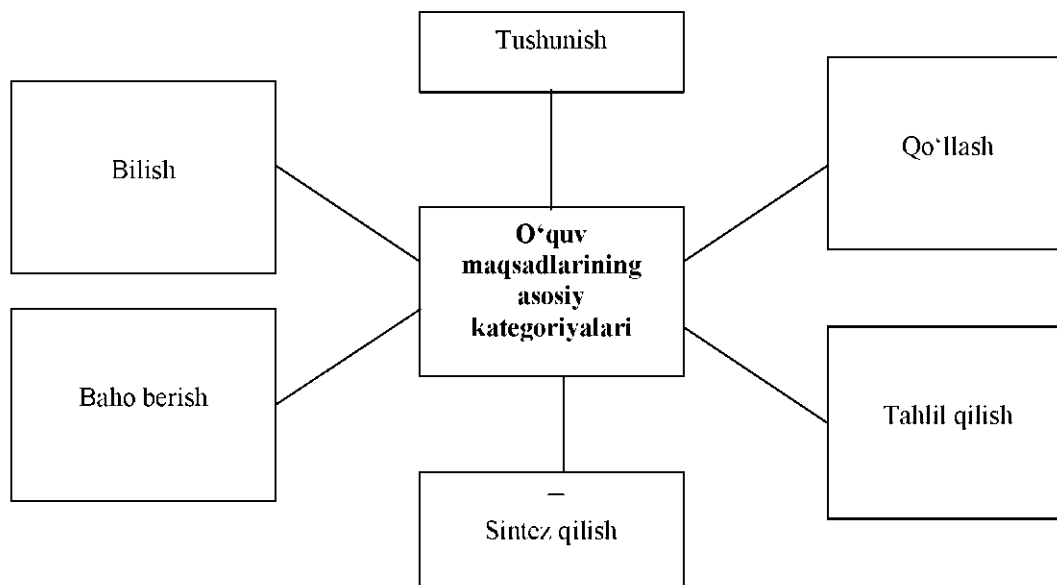
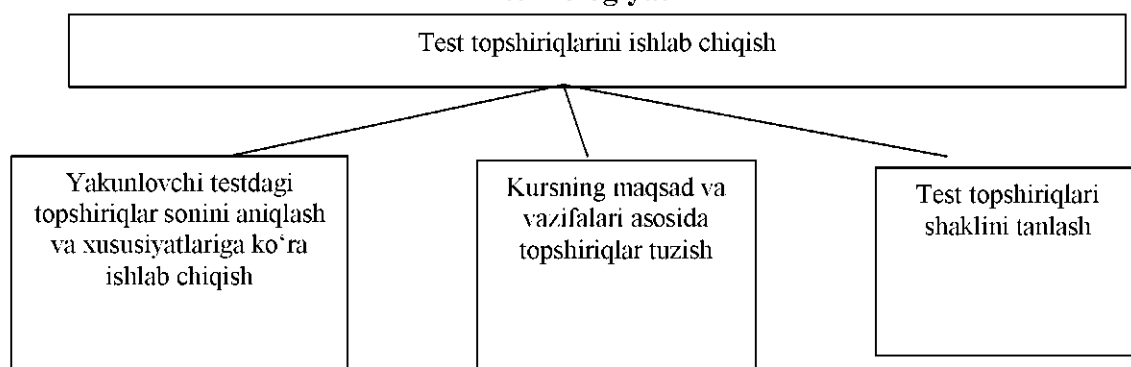
2. Quyidagi matritsali o'yinlar uchun aralash strategiyalar va o'yinning bahosini toping:

$$a) \begin{pmatrix} -2 & 2 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}; \quad b) \begin{pmatrix} 4 & -2 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}; \quad c) \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

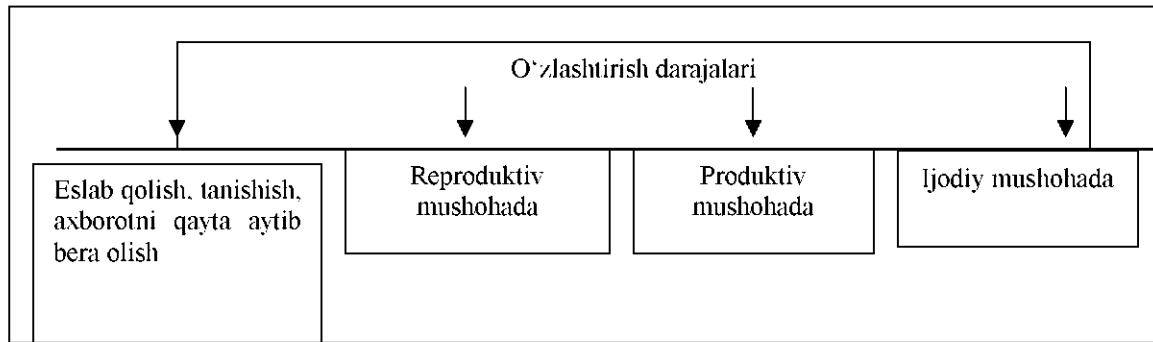
**KURS BO'YICHA MONITORING
VA MUSTAQIL ISHNI
TASHKIL QILISH
TEXNOLOGIYASI**

1. BILIMLARNI BAHOLASH VA UNING MONITORINGI

Tinglovchilarning kurs bo'yicha bilimlarini baholashning test topshiriqlarini tuzish texnologiyasi



B.Blum taksonimiyasiga ko'ra o'quv maqsadlarining kategoriyalari



Turli o'zlashtirish darajalariga yo'naltirilgan test topshiriqlari

1. Eslab qolish, tanish, axborotni qayta bera olish (α_1).

Bu darajadagi testlar xotira bilan ishlashga bog'liq bilimlarni tekshirishga mo'ljallangan.

2. O'zlashtirishning reproduktiv darajasi (α_2).

Bu turdagi topshiriqlar oldin o'rgangan namuna asosida o'zining mustaqil harakatini amalga oshirishga mo'ljallangan.

Ta'lim natijalari bilim - nusha harakteriga ega. Bu holda fikrlash faoliyati avval o'rgangan xotiradagi qoida va algoritmlarini qo'llashdan iborat.

3. O'zlashtirishning produktiv darajasi (α_3).

O'zlashtirilgan bilimlarni namunaviy bo'lmagan masalalarga mustaqil ravishda o'gira olishga mo'ljallanganligi bilan harakterlanadi.

Bu faoliyat tayyor namuna yoki algoritm asosida emas, balki tinglovchining o'zi tomonidan tuzilgan algoritm asosida amalga oshiriladi. Odatda bu ma'lum bo'lgan qoidalarni qandaydir bir aniq masalaning shartiga moslashtirilishdir.

4. O'zlashtirishning ijodiy izlanuchilik darajasi (α_4).

Bu turdagi topshiriqlar noan'anaviy yondoshuv va fantaziya talab qiladigan harakterga ega.

Kritik mushohadani tekshirishga oid test topshiriqlari Invariant test topshiriqlari (I).

Test topshiruvchining kritik mushohada qila olishini tekshirishga mo'ljallangan. Kritik mushohada bir qancha alternativ yechimlar orasidan to'g'risini qidirish va topish nazarda tutilmoqda.

Test topshiriqlarining shakllari

1. Yopiq test topshiriqlari (b_1).

Savol va javoblar to'plamidan iborat bo'lib, ulardan faqat bittasi b_1 (ayrim hollarda bir nechta b_1) to'g'ri qolganlari esa to'g'riga o'xshash javoblar.

2. Ochiq test topshiriqlari (b_2).

Test topshiruvchi javobni ixtiyoriy tarzda ifodalashi mumkin. u asosiy ibora tushirib qoldirilgan gap tarzida ifodalandi.

3. Moslashtirishga oid test topshiriqlari (b_3).

Savollar to'plami elementlari va javoblar to'plami elementlari o'rtasida moslashtirish amalga oshirilishi zarur. Test topshiruvchiga instruksiya beriladi: "Moslikni o'rninging".

4. Tartiblashga oid test topshiriqlari (b_4).

Bunday testlar amallar, hisoblashlar, mushohadalarning talab qilinadigan ketma - ketligini tushunishini tekshirishda qo'llaniladi.

Test topshiruvchiga instruksiya beriladi: «To'g'ri ketma - ketlikni o'rninging», "Masalaning to'g'ri javobini toping" kabi.

Test topshirig'i	Test topshirig'ining qaysi turga, shaklga mansubligi
1. Quyidagilardan qaysi biri chiziqli dasturlash masalasining normal (standart) formasi: A) $\frac{c'x \rightarrow \max}{Ax \geq b}$ $x \geq 0$ V) $\frac{c'x \rightarrow \max}{Ax \leq b}$ $x \geq 0$ S) $\frac{c'x \rightarrow \min}{Ax \geq b}$ $x \geq 0$ D) bu yerda keltirilmagan.	a_1 b_2
2. Quyidagilardan qaysi biri chiziqli dasturlash masalasining kanonik formasi: A) $\frac{c'x \rightarrow \min}{Ax \leq b}$ $x \geq 0$ V) $\frac{c'x \rightarrow \max}{Ax = b}$ $x \geq 0$ S) $\frac{c'x \rightarrow \max}{Ax \geq b}$ $x \geq 0$ D) bu yerda keltirilmagan.	a_1 b_2
3. Quyidagi to'plamlardan qaysilari qavariq? Kesma, doira, kub, aylana, shar, silindr, konus. A) doira, aylana, shar; V) kesma, doira, kub, shar, aylana; S) aylana, silindr, konus, shar; D) kesma, doira, kub, shar, silindr, konus;	a_2 b_2
4. Quyidagi to'plamlardan qaysilari qavariq emas? Yarim aylana, ixtiyoriy to'rtburchak, ixtiyoriy beshburchak, yarim doira xalqa. A) yarim aylana, yarim doira, xalqa; V) hammasi; S) yarim aylana, ixtiyoriy to'rtburchak, ixtiyoriy beshburchak, xalqa; D) ixtiyoriy to'rtburchak, yarim doira, xalqa;	a_2 b_2
5. Quyidagi to'plamlardan qaysilari qavariq? Natural sonlar to'plami, butun sonlar to'plami, ratsional sonlar to'plami, haqiqiy sonlar to'plami. A) haqiqiy sonlar to'plami, natural sonlar to'plami. V) butun sonlar to'plami, ratsional sonlar to'plami. S) haqiqiy sonlar to'plami. D) ratsional sonlar to'plami	a_2 b_2
6. Quyidagi to'plamlardan qaysilari qavariq emas? Irratsional sonlar to'plami, barcha juft sonlar to'plami, n – darajali tenglama ildizlari to'plami, [0; 1] oraliqdagi haqiqiy sonlar to'plami. A) hammasi. V) barcha juft sonlar to'plami, [0; 1] dagi haqiqiy sonlar to'plami. S) [0; 1] dagi haqiqiy sonlardan boshka hammasi. D) faqat n – darajali tenglama ildizlari to'plami.	a_2 b_2
7. Ratsional va irratsional sonlar to'plamlari birlashmasi uchun quyidagi javoblardan qaysilari to'g'ri? A) qavariq; V) qavariq emas; S) ikkala javob to'g'ri;	a_2 b_2

D) ikkala javob noto'g'ri.	
8. $y = ax^2 + bx + c$ funksiya ($a \neq 0$) a ning qanday qiymatlarida qavariq bo'ladi? A) $a < 0$ V) a - haqiqiy son, S) $a > 0$ D) hech qaysi qiymatida.	a_2 b_2
9. $y = ax^2 + bx + c$ funksiya ($a \neq 0$) a ning qanday qiymatlarida qavariq bo'ladi? A) $a < 0$ V) a - haqiqiy son, S) $a > 0$ D) hech qaysi qiymatida.	a_2 b_2
10. $y = ax^2 + bx + c$ funksiya ($a \neq 0$) a ning qanday qiymatlarida qavariq bo'ladi? A) $a < 0$ V) a - haqiqiy son, S) $a > 0$ D) hech qaysi qiymatida.	a_2 b_2
11. Qavariq programmashtirishda Sleyter sharti nimadan iborat? A) $X = \{x : q_i \cdot (x) \leq 0, \quad x \in Q\}$ - to'plam bo'sh emas; V) $X = \{x : q_i \cdot (x) \leq 0, \quad x \in Q\}$ - to'plam bo'sh; S) $X = \{x : q_i \cdot (x) \leq 0, \quad x \in Q\}$ - ixtiyoriy to'plam; D) $X = \{x : q_i \cdot (x) \leq 0, \quad x \in Q\}$ - to'g'ri chiziqdan iborat.	a_2 b_2
12. Chiziqsiz programmashtirish masalasini qanday shart bajarilganda noma'lumlarni yo'qotish usuli bilan yechish mumkin? $f(x) \rightarrow \min$ Masala: $q_i(x) = 0, \quad i = \overline{1, m}$ $x \in R^n; \quad m \geq n$ A) $m = n$ bo'lsa; V) $\left(\frac{\partial q(x)}{\partial x} \right)$ matritsani rangi m ga teng bo'lsa; S) faqat $q_i(x) = 0$ tengliklar chiziqli bo'lsa; D) to'g'ri javob keltirilmagan	a_3 b_2
13. $f(x) \rightarrow \min$ $q_i(x) = 0, \quad i = \overline{1, m} \quad x \in R^n$ chiziqsiz dasturlash masalasi qanday shart bajarilganda normal bo'ladi? A) $\frac{\partial q_i(x)}{\partial x}, \quad i = \overline{1, m},$ - vektorlar chiziqli bog'liq bo'lsa; V) $\frac{\partial q_i(x)}{\partial x}, \quad i = \overline{1, m},$ - vektorlar chiziqli erkli bo'lsa;	a_3 b_2

S) $\frac{\partial q_i(x)}{\partial x} = 0, i = \overline{1, m}$, bo'lsa; D) to'g'ri javob keltirilmagan.	
14. Lagranj ko'paytuvchilari usuli ekstremumning qanday shartini tashkil etadi? A) zaruriy shartini; V) yetarlilik shartini; S) zaruriy va yetarlilik shartini; D) to'g'ri javob keltirilmagan.	a_3 b_2
15. Shartsiz minimumning yetarlilik shartini aniqlang: A) statsionar nuqtada ikkinchi tartibli hosila musbat bo'lsa; V) statsionar nuqtada ikkinchi tartibli hosila manfiy bo'lsa; S) statsionar nuqtada ikkinchi tartibli hosila nolga teng bo'lsa; D) birinchi tartibli hosila nolga teng bo'lsa.	a_3 b_2
16. Perimetri bir xil bo'lgan to'g'ri to'rtburchaklardan eng katta yuzalisi qaysi? A) bo'yi enidan ikki marta katta bo'lgan to'g'ri to'rtburchak. V) bo'yi eniga teng bo'lgan to'g'ri to'rtburchak. S) hammasini yuzasi teng. D) to'g'ri javob keltirilmagan.	a_4 b_2
17. Transport masalasining yopiq tipdagi masala bo'lish sharti qanday? A) ishlab chiqarilgan mahsulot miqdori talab etilgan mahsulot miqdoriga teng bo'lsa; V) talab etilgan mahsulot miqdori ishlab chiqarilgan mahsulot miqdoridan ko'p bo'lsa; S) ishlab chiqarilgan mahsulot miqdori talab etilgan mahsulotdan ko'p bo'lsa; D) to'g'ri javob keltirilmagan.	a_2 b_2
18. Transport masalasini potentsiallar usuli bilan yechishda dastlabki reja topilgandan so'ng qanday amal bajariladi? A) ta'limotchi va iste'molchi potentsiallari tenglashtirib olinadi. V) bo'sh qolgan kataklar uchun potentsiallarga nisbatan tenglamalar tuziladi. S) band bo'lgan kataklar uchun potentsiallarga nisbatan tenglama tuziladi.	a_2 b_2

2	AUDITORIYADAN TASHQARI BAJARILADIGAN INDIVIDUAL MUSTAQIL ISH
---	---

(Mustaqil ish – muddat 1 hafta)

Mustaqil ishlarni bajarilishi va maslahatlarni olib borilishi texnologiyasi

<i>Mashg'ulot shakli</i>	Auditoriyan tashqari bajariladigan mustaqil ishlarni bajarish bo'yicha maslahat
<i>Mustaqil ishni bajarilish rejasi</i>	1. Mustaqil ishda ko'riladigan masalani o'rganish va uni maqsad va vazifalarini belgilash. 2. Masalaning matematik modelini tuzish. 3. Matematik model asosida hisob – kitoblarni amalga oshirishi uchun kerakli

	ma'lumotlar yig'ish. 4. Yig'ilgan ma'lumotlar yordamida matematik model asosida kompyuter dasturida hisoblash ishlarini bajarish. 5. Bajarilgan hisob – kitoblar asosida mavzuni yoritish uchun grafiklar, diagrammalar qurish. 6. Natijalarni tahlil qilish va ular asosida diagrammalar qurish. 7. Mavzu bo'yicha yuqorida bajarilgan vazifalar asosida hisobot tayyorlash. 8. Hisobot asosida ma'ruza qilish uchun Power Point programmasi yordamida taqdimotga slaydlar tayyorlash.
<i>Mustaqil ishning maqsadi</i>	iqtisodiy masalaning matematik modelini tuzish, kompyuterda yechishni amalga oshirish hamda yechimni tahlil qilib, xulosa va tavsiyalar ishlab chiqishni o'rganish.
<i>Pedagogik vazifalar:</i>	<i>O'quv faoliyati natijalari:</i>
Mustaqil ravishda masalaning muammo va maqsadlarini formallashtirish va matematik modelini qurish;	Mustaqil ravishda masalaning muammo va maqsadlarini formalashtira oladi;
Matematik modelni yechish usulini tanlash;	Matematik modelni yechish usulini tanlay oladi;
Masalani yechish algoritmini qurish;	Masalani yechish algoritmini qura oladi;
Natijalarni tahlil qilgan holda qaror qabul qilish;	Natijalarni tahlil qilgan holda qaror qabul qila oladi;
Qilingan ishlar bo'yicha yozma hisobotni tayyorlab va uni taqdimot qilib himoya qilish.	Qilingan ishlar bo'yicha yozma hisobotni tayyorlab va uni taqdimot qilib himoya qila oladi.
<i>O'qitish usullari</i>	Mustaqil ish
<i>O'qitish vositalari</i>	Kurs bo'yicha tarqatma materiallar, adabiyotlar, kompyuter dasturlari
<i>O'qitish shakllari</i>	Loyihalar usuli
<i>O'qitish sharoiti</i>	Kompyuter sinfi, kutubxona
<i>Yakunlovchi bosqichdagi sharoit</i>	Kompyuter, multimedia proyektor.
<i>Monitoring va baholash</i>	

Ish bosqichlari	O'qituvchi faoliyatining mazmuni	Talaba faoliyatining mazmuni
1-bosqich.	1.1. Mustaqil ishlarning ro'yxati bilan tanishtiradi tanlangan mavzular bir-birini takrorlamaslik shartligini bildiradi.	Mavzulardan birini tanlaydi.
Tayyorlov bosqichi	1.2. Mustaqil ish maqsadi, uni bajarilishi tartibi, tavsiyalar bilan tanishtiradi.	Bajarish bo'yicha tavsiyalarni yozib oladi.
2-bosqich	2.1. Tinglovchilarning mustaqil ishni bajarishlari jarayonida maslahatlar va ko'rsatmalar berishni tashkil qiladi.	2.1. Mustaqil ishda ko'riladigan masalani o'rganadilar va uni maqsad va vazifalarini aniqlab oladi.
Tinglovchilarning mustaqil ishni bajarish bosqichi (5 kun)		2.2. Masalani formallashtiradilar, matematik modelini tuzadilar.

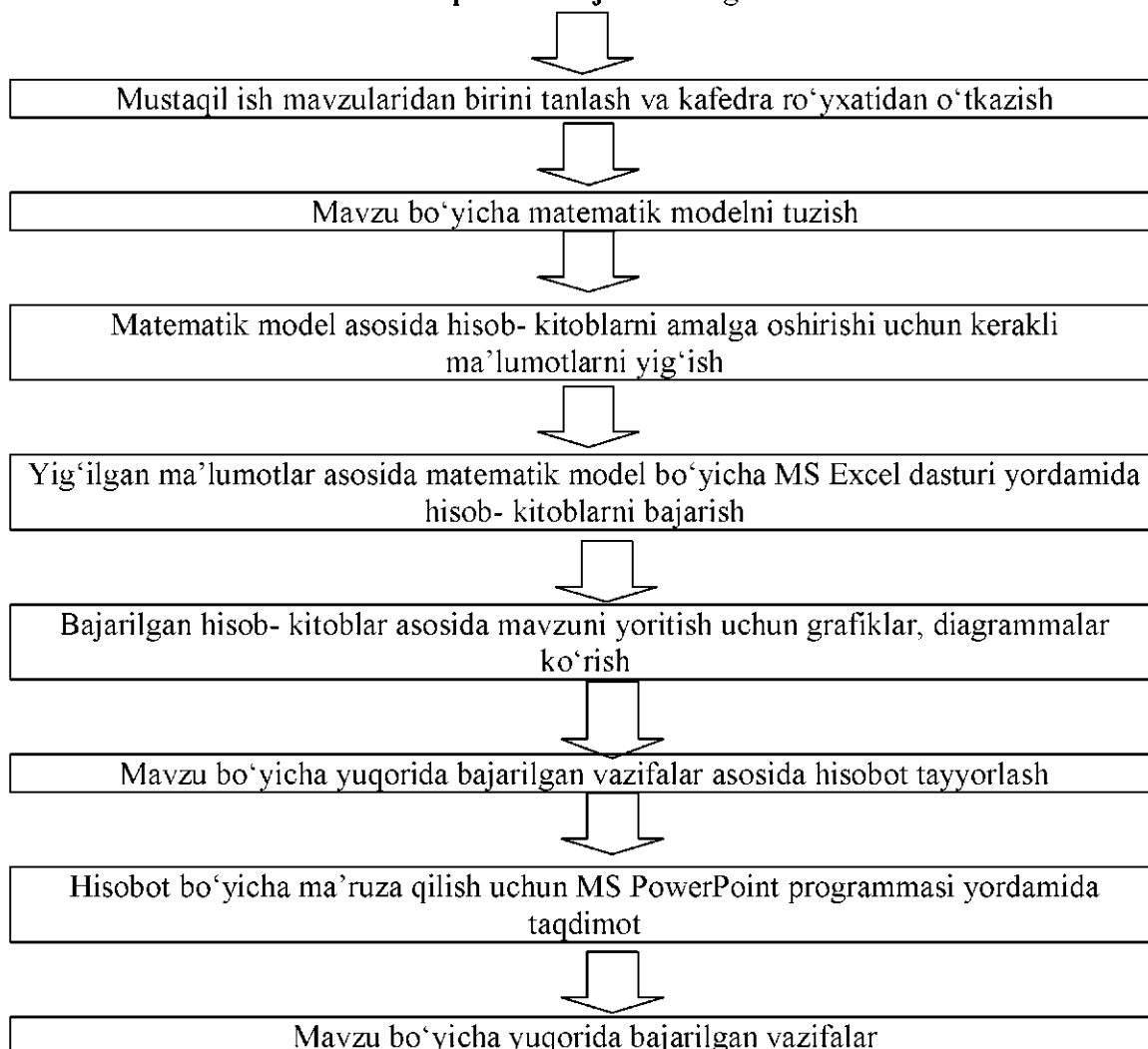
		2.3. Matematik model asosida hisoblash ishlarini amalga oshirish uchun kerakli ma'lumotlarni yig'ish. 2.4. Yig'ilgan ma'lumotlar va matematik model asosida kompyuter dasturi yordamida hisoblash ishlarini bajaradilar. 2.5. Bajarilgan hisob – kitoblar asosida mavzuni yoritish uchun grafiklar, diagram-malar ko'radilar. 2.6. Natijalarni tahlil qiladi va ular asosida xulosa va tavsiyalar ishlab chiqadilar. 2.7. Mavzu bo'yicha yuqorida bajarilgan vazifalar asosida hisobot tayyorlaydilar. 2.8. Hisobot asosida ma'ruza qilish uchun Power Point programmasi yordamida prezentatsion slaydlar tayyorlaydilar.
3 – bosqich Yakunlovchi (10 daqiqa)	3.1. Auditoriyadan tashqari bajarilgan mustaqil ish bo'yicha taqdimot qilish. 3.2. Guruh a'zolari va kursni olib boruvchi kafedra o'qituvchilari ishtirokida presskonferensiya o'tkaziladi. 3.3. Mustaqil ishni tahlil qilish varag'i yordamida bajarilgan ish baholanadi.	Guruhda mustaqil ishlarini prezentatsiya va himoya qiladi. O'z xulosalarini argumentlaydi. Savol-javoblar amalga oshiriladi. Tinglovchilar mustaqil ishning bajarilishi, yakunlari bo'yicha fikrlarini o'rganadilar. Bildirilgan fikrlarni magistrlik dissertatsiyalarida tadbiq qilish bo'yicha ishlashlari mumkin.

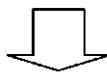
«Iqtisodiyotda miqdoriy usullar» kursi bo'yicha mustaqil ish mavzulari

№	Mavzu	Guruh	Tinglovchining ismi - sharifi
1.	Chiziqli tenglamalar sistemasini yechish usullari.		
2.	Aniq iqtisodiy jarayonning matematik modeli.		
3.	Tayanch va optimal yechimlarning xossalari grafikda tushuntirish.		
4.	Simpleks usulning analitik asosi va algoritmining g'oyasini geometrik tushuntirish.		
5.	Sun'iy bazis usulni qo'llashga doir iqtisodiy masala.		
6.	Simpleks usul iteratsiyalarini iqtisodiy talqini.		
7.	Ikkilangan CHPM ning yechimlari haqidagi asosiy teoremlar.		
8.	Ikkilangan CHPM ning iqtisodiy talqiniga doir masla.		

9.	Ikkilangan simpleks usul va uni geometrik tafsirlti.		
10.	Transport masalasida dastlabki rejani topishning venger usuli.		
11.	Parametrli ikkilangan chiziqli programmalashtirish masalalari.		
12.	Chala butun sonli programmalashtirish masalasi		
13.	Chiziqsiz programmalashtirish masalalarini grafik usulda yechish. Lokal va global yechimlar.		
14.	Shartsiz optimallashtirish masalasiga misollar keltirish.		
15.	Lagranj ko'paytuvchilar usulini qo'llashdagi asosiy shartlar..		
16.	Qavariq to'plam va qavariq kombinatsiyani misollarda tushuntiring.		
17.	Kun-Takker teoremasi.		
18.	Kun-Takker shartlari.		
18.	Resurslarni optimal taqsimlash masalasi.		
19.	Bellmanning rekkurent tenglamalarini aniq iqtisodiy masalaga doir tuzish.		
20.	Ikki o'ynovchi orasidagi o'yinlar va ularning turlari.		
21.	Matritsali o'yinlar. O'yin strategiyalari.		
22.	Koalitsiyasiz o'yinlar va ularni iqtisodiyotda qo'llash		

Mustaqil ishni bajarilish algoritmi





Hisobot bo'yicha ma'ruza qilish uchun MS PowerPoint programmasi yordamida taqdimot

Mustaqil ishni bajarish bo'yicha maslahat va tavsiyalar

1. Mustaqil ish mavzulari sifatida bank, moliya, soliq sohasidagi hozirgi holatni aks ettiruvchi ma'lumotlardan, jumladan statistik ma'lumotlardan foydalanish tavsiya qilinadi
2. Mustaqil ish sifatida tinglovchining magistrlik dissertatsiyasi o'rganiladigan muammoning kompyuter modelini yaratib tadqiq qilishi mumkin. Bu holda mustaqil ish mavzusi o'qituvchi bilan birgalikda shakllantirib olishi zarur.
3. MS Office dasturlari Word, Excel, PowerPoint larda ishlash bo'yicha kutubxona fondidagi elektron darsliklardan foydalanish mumkin.

Talabalarining mustaqil bajargan ishlariga o'zlarining ham baho berishlari ko'zda to'atilgan bo'lib, buning uchun ular tayyorlagan hisobotlarini titul varag'ida ayrim ko'rsatkichlar bo'yicha o'z ishlarini baholashlari kerak.

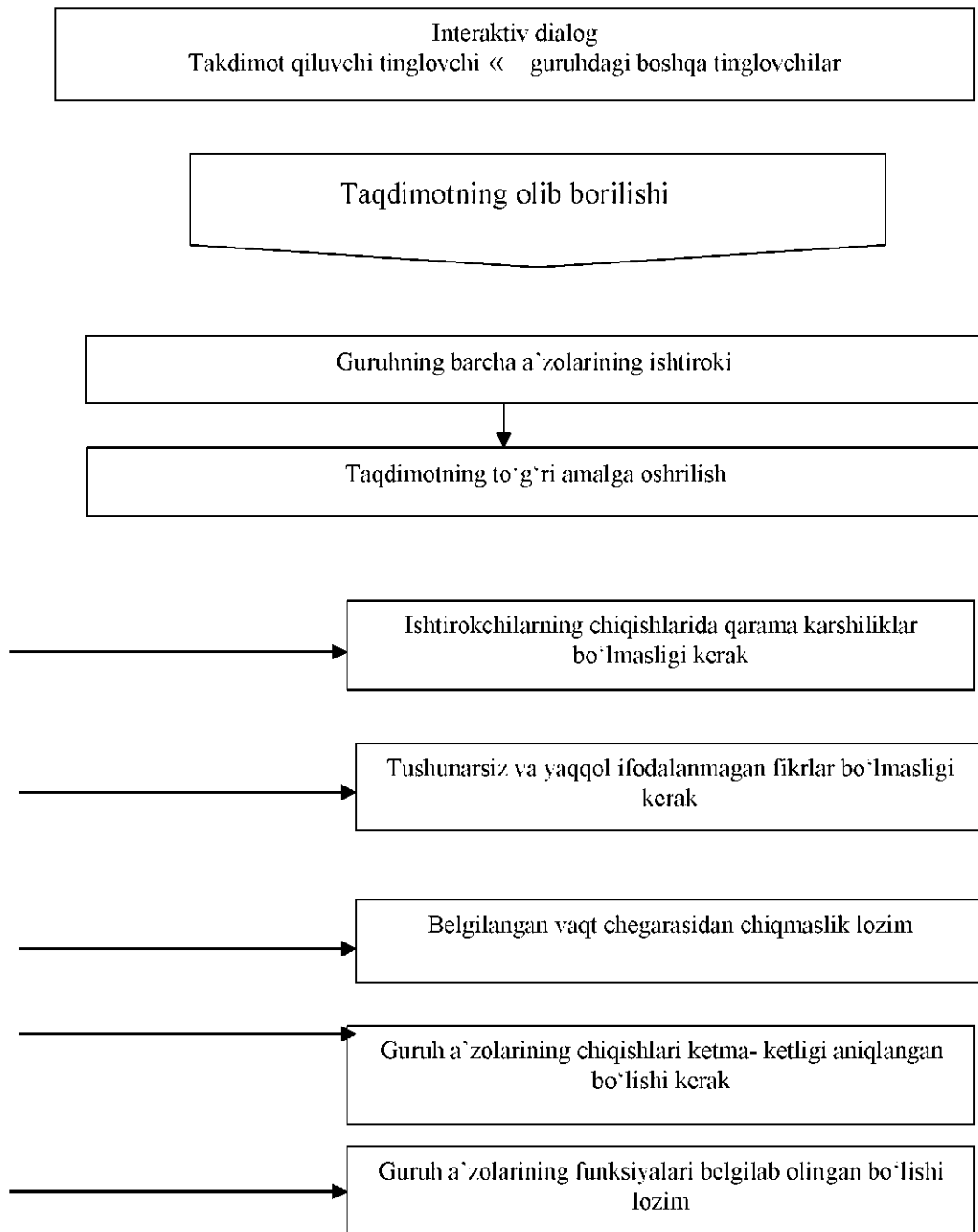
№	Ko'rsatkichlar	Talabaning o'z ishiga bahosi	O'qituvchi-ning bergan bahosi
1.	Mustaqil ish mavzusi mazmunining ochib berilishi to'liqligi (maksimum 10 % gacha baholanadi).		
2.	Masala modelining to'g'ri, aniq va to'liq shakllantirilganligi (maksimum 10 % gacha baholanadi)		
3.	Olingan natijalarning adekvatlik darajasi (maksimum 10 % gacha baholanadi)		
4.	Qilingan xulosa va berilgan tavsiyalarining asoslanganligi (maksimum 10 % gacha baholanadi)		
5.	Mustaqil ish punktlarining o'zaro mantiqiy bog'langanligi (maksimum 10 % gacha baholanadi)		
6.	Ishni bajarishda: - faqat o'qituvchi bergan materiallardan foydalanib (maksimum 5 % gacha baholanadi) - qo'shimcha adabiyot, Internet ma'lumotlaridan foydalanib (maksimum 5 % gacha baholanadi)		

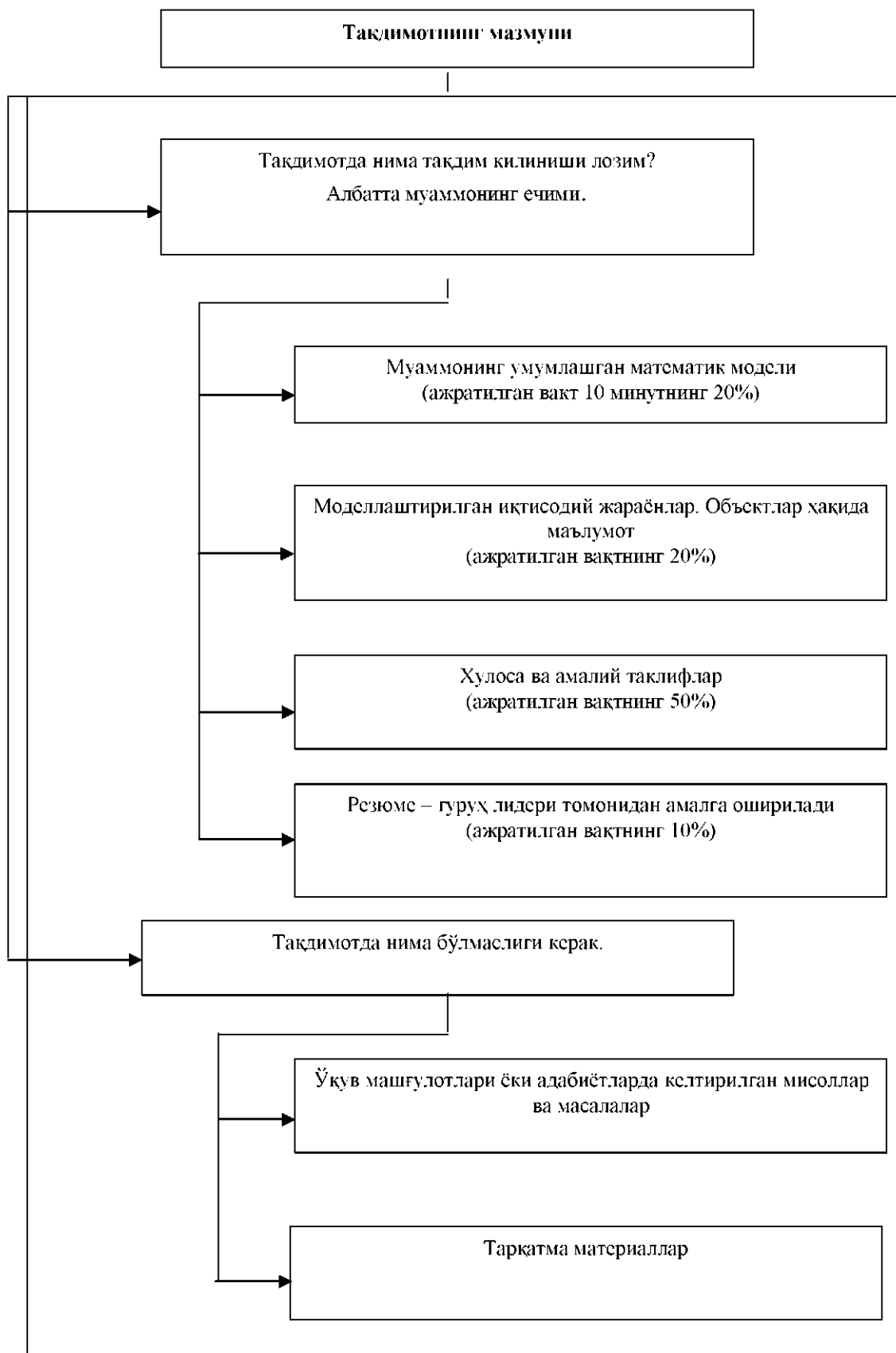
Taqdimotni o'tkazish bo'yicha ayrim amaliy maslahatlar

1. Taqdimot guruh liderining chiqishidan boshlanadi: Men F.I.Sh.
2. Barcha taqdimot qiluvchilarning chiqishlari o'zlarini tanishtirishdan boshlanadi: Men - F.I.Sh.
3. Ma'lumotlar: - matematik modelilar;
Yoki- grafik, diagramma, sxemalar ko'rinishida keltirilishi kerak.
4. Statistik ma'lumotlarning manbalari aks ettirilishi kerak.
5. Xulosalarning adekvatligi ko'rsatilishi lozim.

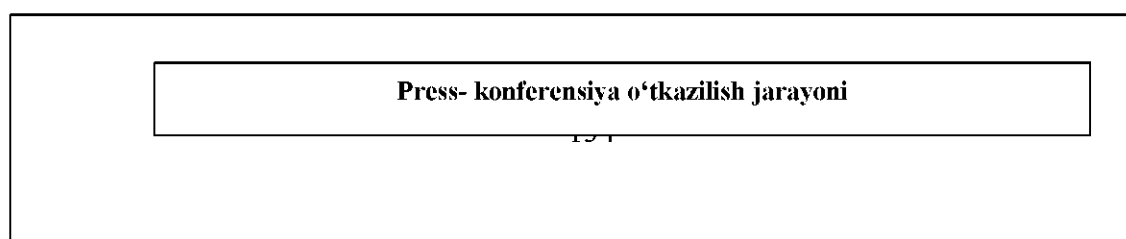
Taqdimotni tashkillashtirish

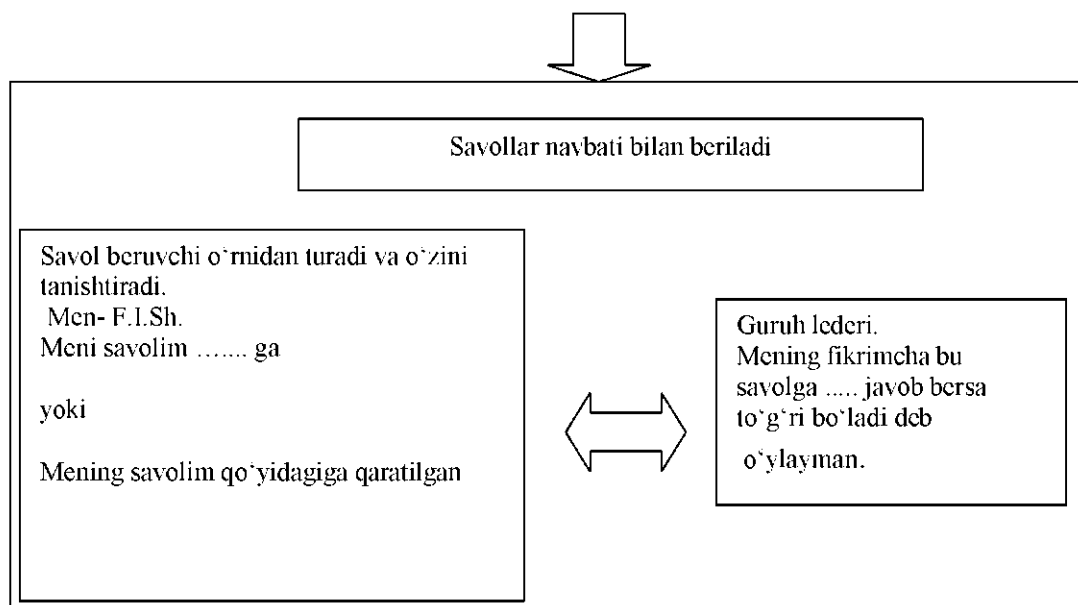
Taqdimotni





Press konferensiya





Savol berish qoidalarini

Savolni qanday bermaslik kerak:

- Nega siz deb o'ylaysiz?
- Ishonchingiz komilmi ekanligiga?
- Qayerdan oldingiz ekanligini?
- Nega deb aytdingiz?

Savolni qanday berish kerak:

- Agar ... bo'lsa nima qilishni maslahat bergan bo'lar edingiz?
- masalada nima fikrdasiz?
- qanday amalga oshirsa bo'ladi deb hisoblaysiz?

Esda tuting:

Sizga berilgan savol – nokomponentlikka ishora emas!

- Press- konferensiya – bu
- munosabatlarni oydinlashtiradigan muloqot emas
 - Bahs – munozara emas
 - “Murakkab savollar” uchun hisoblashish emas

Press- konferensiya – bu

**SIZNING GURUHDOSH LARINGIZ
MASLAHATLARI**

Mustaqil ishni tahlil qilish varag'i

Tahlil bosqichi nomi	Tahlil bosqichi mazmuni	Tahlil natijasi	Baholash	
			mezoni	№
1. Masala-ning qo'yilishi va modeli	Masalanaing muammo va maqsadlarini formallashtirish, matematik modelini qurish hamda matematik modelni yechish usulini tanlash		Aniq va to'g'ri	25%
2. Masala-ni kom-pyuter dasturida yechish	Masalani yechish algoritmini qurish va shu algoritm asosida yechimni topishni MS Excel dasturining imkoniyatlaridan foydalangan holda amalga oshirish.		To'g'ri va aniq	25%
3. Natija-lar tah-lili	Olingan natijalarni tahlil qilish, shu asosda hulosasi va tavsiyalar berish.		Aniqlik va qarorni asoslanganligi	25%
4. Hisobot va taqdi-mot	Qilingan ishlar yozma hisobotini tayyorlash va uni taqdimot qilib himoya qilish.		Lo'ndalik asosidagi taqdimot, savollarga aniq va lo'nda javob berish	25%

Mustaqil ishni bajarishda o'qituvchi maslahati grafigi

1. Maslahat vaqti grafigini bevosita kafedradan olish mumkin.
2. Elektron pochta orqali o'qituvchiga (yoki muallifga) murojaat qilishi mumkin: karimov76@mail.ru

O'zbekiston Respublikasi Qonunlari

1. O'zbekiston Respublikasining «Ta'lim to'g'risida»gi qonuni. T. 1997. 29 avgust.
2. Kadrlar tayyorlash milliy dasturi. T. 1997. 29 avgust.

1. O'rta maxsus, kasb – xunar ta'limi tizimi uchun darsliklar va o'quv adabiyotlarining yangi avlodini yaratish to'g'risida. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2001 yil 16 fevraldagi №341 qarori.

2. «2010 yilgacha bo'lgan davrda o'rta maxsus, kasb – xunar ta'limi tizimi pedagog va muxandis pedagog kadrlarini tayyorlash, qayta tayyorlash va ularning malakasini oshirish dasturi». O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2001 yil 4 oktyabr № 400 qarori.

O'zbekiston Respublikasi Vazirliklari me'yoriy -huquqiy hujjatlari

1. O'zbekiston Respublikasi Oliy va O'rta maxsus ta'lim vazirligining «Oliy ta'limga oid me'yoriy hujjatlarni tasdiqlash to'g'risida»gi № 251 buyruq. 22 noyabr 2000 y.

Darsliklar

1. X.N.Jumayev, B.Otaniyozov va boshqalar. Matematik dasturlash.. Darslik, Toshkent. 2005y.
2. K.Safayeva. Matematik dasturlash, Darslik, Toshkent 2004y.

O'quv qo'llanmalari

1. K.Safayeva, F.Shomansurova. Matematik dasturlashdan masalalar to'plami. T., Moliya instituti, 2003y
2. Matematik dasturlash fanidan masalalar to'plami. Jumayev X., Karimov J. TDIU, Toshkent 2005y.
3. Beknazarova N, Jumayev X.N., Iqtisodiyotda miqdoriy usullar fanidan ma'ruza matnlari. T., TDIU, 2005y.
4. Issledovaniye operatsiy v ekonomike. Pod red. Kremera. M., YUNITI, 1997g.
5. Matematicheskoye programmirovaniye v ekonomike. Pod red. Kremera, M., Finansq i statistika, 1996g.
6. Uotshem T. Dj, Paranou K. Kolichestvennie metodi v finansax. M., Finansq, 1999g.
7. Xazanova L.E. Matematicheskoye modelirovaniye v ekonomicheskix sistemax. Dinamicheskoye programmirovaniye. M., FINEUP, 1997g.
8. Xazanova L.E. Matematicheskoye modelirovaniye v ekonomike. M., LEK, 1998g.
9. S.R.Xachyatriyan i dr. «Metodi i modeli resheniya ekonomicheskix zadach» M., «Ekzamen», 2005 g.
10. A.N.Ilchenko. «Ekonomiko-matematicheskkiye metodi», M., 2006 g.
11. M.Yu.Afanasev, B.P.Suvorov. «Issledovaniye operatsii v ekonomike». Uchebnoye posobiye, 2003 g.
12. E.V.Shikin. «Issledovaniye operatsii». Uchebnik, M., MGU, 2006 g.
13. «Issledovaniye operatsii v ekonomike» pod redaksii Kremera, Uchebnoye posobiye, 2005 g.

Internet saytlari

1. www.bilimdon.uz – O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining veb sayti.
2. www.tgeu.uz – TDIU veb sayti.
3. www.de.uz – Masofaviy ta'lim tizimi veb sayti.
4. <http://www.rsl.ru/> -Rossiyskaya Gosudarstvennaya biblioteka.

<http://www.msu.ru/> - MGU

**O'zbekiston Respublikasi Oliy va
O'rta maxsus Ta'lim Vazirligi**

**“IQTISODIYOTDA MIQDORIY USULLAR”
fanidan masalalar to‘plami**

Samarqand 2013

I bob. "Iqtisodiyotda miqdoriy usullar" haqida umumiy tushunchalar

1-§. Iqtisodiy masalalarini matematik modelini tuzish

Matematik programmalashtirish masalalari chizikli va chizikli bulmagan hamda dinamik programmalashga bulinadi. Umumiy xolda ekstremal masalalarni kuyilishi - maksad funksiya deb ataluvchi

$f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyaning eng katta yoki eng kichik kiymatlarini $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i$ ($i=1, m$) shartlarda aniklashdan iborat.

Bu yerda f va g_i -berilgan funksiyalar, b_i - haqiqiy sonlar.

Agar f va g_i funksiyalar chizikli bulsa, ularga nisbatan berilgan masala chizikli programmalash masalasi buladi.

Kursatilgan funksiyalardan xech bulmasa bittasi chizikli bulmagan funksiya bulsa berilgan masala chiziksiz programmalash masalasidan iboratdir.

Kuyidagi berilgan masalalarni matematik modeli tuzilsin.

Quyida iqtisodiy masalalarning matematik modellarini tuzishga doir misollar keltiramiz.

1 - masala.

Korxona ikki - M_1 va M_2 xildagi mahsulot ishlab chikarishga ixtisoslashgan. Ikkala xil mahsulot ham kutara savdoga tushadi. Bu mahsulotlarni tayyorlash uchun A , V , S turdagi xomash'yolardan foydalaniladi. Bu xomash'yolarning 1 kunlik zaxirasi mos xolda 6, 8 va 5 birlikdan kup emas. M_1 , M_2 mahsulotni donasini tayyorlash uchun A , V , S xomash'yo kancha kerakligi kuyidagi jadvalda keltirilgan.

Xomash'yo turi	Ming donasini tayyorlash uchun sarflanadigan xomash'yo birligi		Xomash'yoning zaxira mikdori
	M_1	M_2	
A	1	2	6
V	2	1	8
S	1	0,8	5

Bozorni urganish jarayonida M_2 mahsulotga bulgan talab, M_1 mahsulotga bulgan talabdan 1000 tadan kup bulmagan. Bundan tashkari M_2 ga talab esa 2000 tadan kup bulmagan. Kutara baxosi M_1 ni bir donasi – 3000 sum, M_2 – ni 1 donasi - 2000 sum. Korxona ishlab chikargan mahsulotni realizatsiya kilishdan olinadigan daromad eng kup bulishi uchun, har bir mahsulot turi necha donadan ishlab chikarilishi kerak. Mahsulotlarni ishlab chikarish uchun sarflanadigan xomash'yo mikdori ularning umumiy mikdoridan oshmasin hamda mahsulotlarni realizatsiya kilishdan olinadigan daromad maksimal bulsin.

Masalaning matematik modelini tuzamiz:

1) Uzgaruvchi mikdor x_1 – bir kunlik ishlab chikariladigan M_1 mahsulot soni (ming dona hisobi).

x_2 - bir kunlik ishlab chikariladigan M_2 mahsulot soni (ming dona hisobi).

2) Masala shartida berilganlarni noma'lumlar bilan boglab, kuyidagi tenglamalar sistemasi tuziladi:

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 6 \\ 2x_1 + x_2 \leq 8 \\ x_1 + 0,8x_2 \leq 5 \\ x_2 - x_1 \leq 1000 \\ x_2 \leq 2000 \end{cases}$$

Masalani mazmuniga kura $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$.

3) Masalani maksadga funksiyasi. $f(x) = 3000x_1 + 2000x_2 \rightarrow \max$.

Shunday kilib berilgan masalani matematik modeli kuyidagicha ifodalanadi.

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 6 \\ 2x_1 + x_2 \leq 8 \\ x_1 + 0,8x_2 \leq 5 \\ -x_1 + x_2 \leq 1000 \\ x_2 \leq 2000 \end{cases} \quad (1)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \quad (2)$$

$$f(x) = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \max \quad (3)$$

2 - masala.

Sut firmasining mahsuloti kogos idishlarga kuyilgan sut, kefir va kaymokdan iborat. 1 t dan sut, kefir va kaymok tayyorlash uchun mos ravishda 1010 kg, 1010 kg va 9450 kg sut kerak buladi. 1t sut va kefirni idishlarga maxsus kurilma - mashinalarda kuyishda 0,18 va 0,19 mashina/soat vakt sarflanadi. 1t kaymok tayerlash uchun esa maxsus avtomatlar 3,25 soat ishlaydi. Sut mahsulotlarini tayerlash uchun firma har kuni 36000 kg sut ishlatiladigan kurilmadan 21,4 mashina/soat, kaymok uchun esa maxsus avtomatlardan 16,25 soat foydalanishi mumkin. 1t sut, kefir va kaymoklarni sotishda olinadigan daromad mos ravishda 50 000 sum, 60 000 sum va 520 000 sum. Firma har kuni 100 t dan kam bulmagan sut tayerlashi zarur, kefir va kaymoklar esa ixtiyeriy. Firmaning daromadi yukori bulishini ta'minlaydigan sut mahsulotlaridan kanchadan ishlab chikarish kerak. Bunday kuyilgan masalaning matematik modelini tuzing.

Yechish. Faraz kilaylik, firma har kuni x_1 t sut, x_2 t kefir va x_3 t kaymoklarni idishlarga kuysin.

Sut mahsuloti ishlab chikarilish shartiga kura kuyidagi tengsizlikni yezish mumkin:

$$1010x_1 + 1010x_2 + 9450x_3 \leq 136000$$

Sut kuyish kurilmalarining sarflashi mumkin bulgan vakti hisobga olsak:

$$0,18x_1 + 0,19x_2 \leq 21,4$$

$$3,25x_3 \leq 16,25$$

shartlar hosil buladi.

Har kuni 100t dan kam bulmagan sut kuyish kerak degan shartga

$$x_1 \geq 100$$

tengsizlik mos keladi. x_2 va x_3 lar iktisodiy ma'nosiga kura nomanfiy buladi, ya'ni

$$x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

x_1 t sut, x_2 t kefir va x_3 t kaymokni sotishdan firmaga keladigan daromad

$$y = 50000x_1 + 60000x_2 + 520000x_3$$

sumni tashkil kiladi.

$$\begin{cases} 1010x_1 + 1010x_2 + 9450x_3 \leq 136000 \\ 0,18x_1 + 0,19x_2 \leq 21,4 \\ 3,25x_3 \leq 16,25 \\ x_1 \geq 100 \end{cases} \quad (1)$$

$$x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \quad (2)$$

tengsizliklar sistemasini barcha yechimlari orasidan

$$y = 50000x_1 + 60000x_2 + 520000x_3$$

chizikli maksad funksiyaga *max* kiymat beradigan yechim aniklansin.

Kuyida iktisodiy – matematik model tuzishga doir masalalar keltiramiz.

2-§. Iktisodiy masalalarning matematik modellari tuzilsin

1. Tumanga karashli n – ta jamoa xujaligining ekin maydonlari mos xolda $S_1, S_2, \dots, S_n$ ga. Tuman rejasiga kura m xil ekindan $p_1, p_2, \dots, p_m$ mikdorda hosil olinishi kerak. j -jamoa xujaligining i -ekindan j - maydonning bir gektaridan olishni kutadigan mikdori a_{ij} birlik jamoa xujaliklari buyicha $\max$ hosil olinishi uchun ekin maydonlari kanday taksimlanishi kerak.

2. Sexda 3ta bir-birini almashtira oladigan kurilma-stanoklar bor, ularning kuvvatlari oyiga 400,850,300 norma-vaktgacha. Sex 5 xil mahsulot tayyorlash majburiyatini olgan: P_1 -600 birlik; P_2 -350, P_3 - 450, P_4 - 500, P_5 -600 birlik. Birinchi stanok har bir xil mahsulotning bir birligini tayyorlashi uchun mos xolda 0,3, 0,6, 0,4, 0,8 va 0,5 soat sarflaydi, ikkinchi stanok – 0,6; 0,8; 0,7 va 0,9 soat, uchinchi stanok – 1,4, 0,5, 0,9, 0,6 va 1 soat sarflaydi. Bir birlik mahsulot tayyorlash uchun birinchi stanokning harajatlari mos xolda 20, 10, 40, 50 va 80 pul birligi; ikkinchisiniki – 50, 40, 30, va 60; uchinsiniki 65, 90, 30, 20 va 50. Mahsulotlarning bir birligini baxosi – 80, 100, 60, 50 va 85 pul birligiga teng bulsa majburiyat bajarilishini kafolatlaydigan mahsulot ishlab chikarish rejası shunday tuzilsinki:

- 1) maksimal daromad olinsin;
- 2) tayyorlangan mahsulotlarning umumiy baxosi minimal bulsin;
- 3) kurilma – stanoklarning sarflagan vakti minimal bulsin;
- 4) P_1 xil mahsulotdan uchta, P_2 –dan bitta, P_3 - dan ikkitadan kilib tuziladigan komplektlar soni maksimal buladigan rejaning iktisodiy matematik modelini tuzing.

3. Firma stol va stullar ishlab chikarishga ixtisoslashgan. Ularni tayyorlashga ishlatiladigan 72 m^3 birinchi xil va 56 m^3 ikkinchi xil yogoch mahsulotlari mavjud. Stol va stullarning bir – birligini tayyorlashga sarflangan yogoch mahsulotlarining normasi jadvalda berilgan.

	1 xil yogoch	2 xil yogoch
stol	0,18	0,08
stul	0,09	0,28

Firma bitta stoldan 4,4 pul birligi sof daromad oladi, stuldan esa – 2,8. Maksimal daromad olish uchun firma nechtdan stol va stullar tayyorlashi mumkin. Bunday masalaning iktisodiy matematik modelini tuzing.

4. Uzunligi 750 sm dan bulgan simlarni uzunliklari 250 sm, 200 sm va 150 sm kesmalarga kirkish kerak. Uzunligi 250 sm bulgan kesmadan 200000 ta, 200 sm ligidan 250000 ta va 150 sm li kesmadan 50000 ta tayyorlash buyurtmasi olindi. Eng kam chikindi chikishini ta'minlab buyurtma bajariladigan eng kam sondagi simlar kirkiladigan optimal kirkish rejasining iktisodiy matematik modelini tuzing.

5. Savdo firmasi P_1, P_2, P_3 xil mahsulotlar sotadi. Buning uchun 460 m^2 maydonga ega bulgan foydali joydan va 500 odam / soat ishchi vaktidan foydalaniladi. Firmaning tovar aylantirishi (tovar oboroti) 240000 pul birligiga teng. Maksimal daromad keltiradigan tovar aylantirish rejasini tuzish zarur. Ma'lumotlar jadvalda berilgan. Bu masalaning mayetmatik modelini tuzing.

	1000 pul birligini aylantirishga sarflangan resurslar		
	P_1	P_2	P_3
Foydali maydon, m^2	1,5	2	3
Ishchi vakti odam/soat	3	2	1,5
daromad	50	65	70

6. Uchta baza uzlarining bir xil mahsulotlarini 4 ta iste'molchiga taksimlab berishlari kerak. Bazadagi mahsulot mikdori, iste'molchining talab birligi hamda bir-birlik mahsulotni

bazalardan iste'molchilarga yetkazib berish uchun sarflangan harajatlar jadvalda berilgan. Mahsulot tashishni shunday rejalashtiringki, ularni tashishga sarflangan harajatlar minimal bulsin. Bu masalaning matematik modelini tuzing.

Bazalar	Iste'molchilar				Mahsulot mikdori
	V_1	V_2	V_3	V_4	
A_1	4	9	3	5	25
A_2	2	7	6	4	50
A_3	1	8	7	2	75
Iste'molchining talab biriligi	40	35	45	30	

7. Oyok kiyimlar fabrikasi 3 turdagi oyok kiyim ishlab chikarishga moslashtirilgan ya'ni etik, krossovka va botinka. Bu mahsulotlarni tayyorlash uchun uch xil S_1 , S_2 , S_3 xomashyodan foydalaniladi. Bir juft oyok – kiyimga sarflanadigan xom-ashyo mikdori va bir kunga sarflanadigan xom-ashyo xajmi kuyidagi jadvalda berilgan.

Xom ashyo turi	1 juft oyok kiyim uchun sarflanadigan xomashyo (sh.b.)			1 kunga sarflanadigan xom ashyo (sh.b.)
	etik	krossovka	botinka	
S_1	5	3	4	2700
S_2	2	1	1	800
S_3	3	2	2	1600

Mahsulot ishlab chikarishni kunlik xajmi topilsin.

J: (0,500,300)

8. Tikuv fabrikasida 4 turdagi mahsulot ishlab chikarish uchun 3 artikuldagi gazmalar ishlatiladi. Turli mahsulotning bittasini tikish uchun sarflanadigan turli artikuldagi gazlamalar normasi jadvalda keltirilgan. Fabrika ixtiyoridagi har bir artikuldagi gazlamalarning umumiy mikdori va mahsulotlar baxosi ham ushbu jadvalda berilgan. Fabrika har bir turdagi mahsulotdan kancha mikdorda ishlab chikarsa, ishlab chikarilgan mahsulotlar baxosi maksimal buladi? Masalaning matematik modelini tuzing.

Gazlama artikuli	1ta mahsulotga sarflanadigan gazlama normasi (m)				Gazlamalarning umumiy mikdori (m)
	I	II	III	IY	
1	1	-	2	1	180
2	-	1	3	2	210
3	4	2	-	4	800
Mahsulotlar baxosi (ming sum)	9	6	4	7	

9. Xujalik karam, kartoshka va kup yillik utlar ekishga moslashgan. Buning uchun xujalik ixtiyorida 850ga xaydaladigan yer maydoni, 15000 tonna organik ugitlar, 50000 kishi – kunlar mexnat resurslari mavjud. Mahsulotlar birligini ishlab chikarish uchun sarf kilinadigan yer, organi ugit va mexnat resurslari harajati kuyidagi jadvalda keltirilgan.

Xujalik karam, kartoshka va kup yillik utlardan kancha ishlab chikarganda pul ifodasidagi yalpi mahsulot mikdori maksimal buladi. Masalaning matematik modelini tuzing.

Kursatkichlar	Ekin turi		
	Karam	kartoshka	Kup yillik ut
Mexnat sarfi, (kishi-kun)	50	30	10
Organik ugitlar sarfi, (t)	20	15	10
Yalpi mahsulot	1000	800	200

chikimi, (sum)			
----------------	--	--	--

10. Ratsion P_1 va P_2 mahsulotlardan iborat. Ularning har biriga A, V va S vitaminlar kiradi. Bir sutkalik minimal iste'mol A vitamin uchun 100 birlik, V dan 80 birlik, S dan esa 160 birlikni tashkil qiladi. Bir birlik P_2 mahsulotning baxosi 0,3 sum, P_1 niki esa 0,2 sum. Kuyidagi jadvalda har bir turdagi mahsulot tarkibidagi vitaminlar miqdori keltirilgan. Eng arzon tushadigan ratsion variantini topish masalasining matematik modelini tuzing.

Vitaminlar	Bir birlik mahsulot tarkibidagi vitaminlar miqdori	
	P_1	P_2
A	0,1	0,5
V	0,25	0,1
S	0,2	0,4

11. Aviakompaniya ikki turdagi samolyotda ma'lum bir yunalishlarda passajirlarni tashishni amalga oshiradi. Birinchi tur samolyot ekipaji 3 kishidan iborat bulib, bir reysda 45 ta passajirni tashiydi, ikkinchi tur samolyot ekipaji 6 kishidan iborat bulib, bir reysda 80 ta passajirni tashiydi. Birinchi tur samolyotni ekspluatatsiya qilish 600 (sh.b.), ikkinchi tur samolyotni ekspluatatsiya qilish 900 (sh.b.) buladi.

Rejadagi davr ichida ushbu yunalishda 5000 ta passajir tashish kerakligi ma'lum. Agar har bir reysda 360 kishidan ortik bulmagan kishini tashish mumkin bulsa, u xolda ikkala turdagi samoletlardagi reyslar miqdori kancha bulganda samolyotlarni ekspluatatsiya qilish harajatlari minimal miqdorda buladi? Masalaning matematik modelini tuzing.

12. Chorva mollarini yaxshirok bokish uchun kundalik ratsionda A vitamindan 6 birlik, V vitamindan 12 birlik, S vitamindan 4 birlik bulishi kerak. Mollarni bokish uchun ikki turdagi yemdan foydalaniladi. Jadvalda yem tarkibidagi foydali ozika moddalari ulushi, ozika moddalariga bulgan kundalik ehtiyoj va yemlar birligining narxi berilgan. Chorvani bokish uchun eng arzon bulgan kundalik ratsionni aniklang, masalaning matematik modelini tuzing.

Ozika moddalari	1 kg yemdagi ozika moddalari miqdori		Mollarning ozika moddalariga bulgan kundalik ehtiyoji
	I	II	
A	2	1	6
V	2	4	12
S	0	4	4
1 kg yemning narxi, (sum)	50	60	

13. Benzinning 2 turidan A va V aralashmasi hosil buladi. A aralashmasi 60% 1 – Navli benzindan, 40% 2- nav benzindan tashkil topadi. V aralashmasi 80% 1-nav benzindan, 20% 2 –nav benzindan tashkil topadi. 1 kg A aralashmasining narxi 10 birlik, 1 kg V aralashmasining narxi 12 birlik: 1-nav benzindan 50 t, 2-nav benzindan 30t mavjud bulgan xolda eng kimmat narxli aralashma hosil qilish masalasining matematik modelini tuzing.

14. Korxona omborida uzunligi 8,1 metr bulgan temir kuymalar mavjud. Bu kuyimalardan ancha kichik bulgan 100 ta kuyma mahsulotlar komplektini tayyorlash zarur

bulsin. Har bir komplekt tarkibiga 2 ta 3 metrli va 1 ta 1,5 metrli kuyima mahsulotlar kiradi. Berilgan materiallardan shunday foydalanish kerakki, kuyma mahsulotlar komplekti talab kilingan mikdorda minimal chikim bilan tayyorlansin. Turli xil usullardagi ishlov natijasida bir kuymadan olinadigan xomaki mahsulotlar soni hamda chikindilar mikdori jadvalda keltirilgan.

Maxuslotlar ulchami (m)	Kesish usullari								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	2	2	1	1	-	-	-	-	-
2	1	-	2	1	4	3	2	1	-
1,5	-	1	-	2	-	1	2	4	5
Chikindilar (m)	0,1	0,6	1,1	0,1	0,1	0,6	1,1	0,1	0,6

15. Sutni kayta ishlash zavodi shisha idishlarda kadoklangan sut, kefir, kaymok ishlab chikaradi. 1 tonnadan sut, kefir, kaymok ishlab chikarish uchun mos ravishda 1010, 1010 va 9450 kg sut zarur buladi. Bunda 1 tonna sut va kefir tayyorlashda mos ravishda 0,18 va 0,19 mashina soat ish vakti sarflanadi. 1 tonna kaymok tayyorlash uchun maxsus avtomatlar 3,25 soat ishlaydi. Zavod sut mahsulotlarini ishlab chikarish uchun hammasi bulib 136000 kg sut ishlatishi mumkin. Asosiy ishlab chikarish jixozlari 21,4 mashina soat, kaymok kuyish avtomatlari esa 16,25 soat ishlashi mumkin. 1 tonna sut, kefir va kaymokni sotishdan olinadigan daromad mos ravishda 30,22 va 136 birlikka teng zavod bir kunda 100 tonnadan kam bulmagan mikdorda shisha idishga kadoklangan sut ishlab chikarishi kerak. Mahsulotning boshka lari uchun chegaralar yuk. Zavod har kuni mahsulotlarni kanday mikdorda ishlab chikarsa, uni sotishdan olinadigan daromad maksimal buladi? Masalaning matematik modeli tuzilsin.

16. Kandolatchilik fabrikasi 3 turdagi A, V va S karamellarni ishlab chikarish uchun 3 turdagi xom ashyodan, ya'ni shakar, meva kiyom iva shinnidan foydalaniladi. Har bir turdagi karameldan 1 t ishlab chikarish uchun sarflanadigan turli xom ashyolar mikdori (normalari) kuyidagi jadvalda keltirilgan. Shuningdek, jadvalda fabrika ishlatilishi mumkin bulgan har bir turdagi xom ashyolarning umumiy mikdori va har bir turdagi karamelning 1 tonnasini sotishdan olinadigan daromad ham keltirilgan.

Xom ashyo turi	1t. karamel uchun sarflanadigan xom ashyo normasi (t)			Xom ashyoning umumiy mikdori (tonna)
	A	V	S	
Shakar	0,8	0,5	0,6	800
Shinni	0,4	0,4	0,3	600
Meva kiyomi	-	0,1	0,1	120
1t mahsulotni sotishdan kela-digan daromad (shartli birlik)	108	112	126	

Kuyidagi chizikli programmashtirish masalalarini matrictsali, vektor va yig'indi formalarida yozing:

$$1. \begin{cases} y = -1 + x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 \rightarrow \max, \\ \begin{cases} 0 = 2 + x_1 + 3x_2 + x_3 - 3x_4 \\ 0 = x_1 - x_2 - x_3 + x_4 \\ 0 = 2 + 3x_1 + x_2 - x_3 - x_4 \end{cases} \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4 \end{cases}$$

$$3. \begin{cases} y = 2x_1 - 6x_2 + 2x_3 \rightarrow \max, \\ \begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 = \frac{1}{2} \\ 2x_1 + 2x_2 + x_3 = \frac{3}{2} \\ x_1 + x_2 \leq 2 \end{cases} \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3 \end{cases}$$

$$5. \begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min \\ 2x_1 - x_2 - x_3 \geq 3 \\ x_1 - x_2 + x_3 \geq 2 \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 3 \end{cases}$$

$$7. \begin{cases} x_1 - 7x_2 + x_3 + 5x_4 \rightarrow \max \\ 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 - x_4 = 7 \\ -2x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 3x_4 = 6 \\ x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, 4 \end{cases}$$

$$9. \begin{cases} 2x_1 - 8x_2 + x_3 + 4x_4 \rightarrow \max \\ 4x_1 + 3x_2 + 2x_3 - x_4 \leq 5 \\ -x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 3x_4 = 4 \\ x_i \geq 0, \quad i = 1, 4 \end{cases}$$

$$11. \begin{cases} 2x_1 + x_2 \rightarrow \max \\ x_1 - x_2 \leq 1 \\ \frac{1}{2}x_2 - x_3 \leq 1 \\ 2x_1 + x_3 \leq 2 \\ x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3 \end{cases}$$

$$2. \begin{cases} y = 16x_1 + 10x_2 \rightarrow \min, \\ \begin{cases} 5x_1 + 3x_2 \leq 90 \\ 3x_1 + 4x_2 \leq 70 \\ x_1 + x_2 = 20 \end{cases} \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 2. \end{cases}$$

$$4. \begin{cases} 3x_1 + 5x_2 \rightarrow \max \\ -x_1 + x_2 + x_3 \leq 5 \\ -x_1 + 5x_2 \leq 8 \\ -x_1 + 5x_2 \leq 8 \\ 3x_1 + 5x_2 + x_3 \leq 10 \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 3 \end{cases}$$

$$6. \begin{cases} 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min \\ 2x_1 - x_2 - x_3 \geq 3 \\ x_1 - x_2 + x_3 \geq 2 \\ x_j \geq 0, \quad j = 1, 3 \end{cases}$$

$$8. \begin{cases} x_1 - 6x_2 + x_3 + 4x_4 \rightarrow \max \\ 6x_1 + 3x_2 + 2x_3 - x_4 = 7 \\ -x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 3x_4 = 10 \\ x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, 4 \end{cases}$$

$$10. \begin{cases} x_1 + 4x_2 - 7x_3 \rightarrow \max \\ 2x_1 - 2x_2 + 14x_3 = 2 \\ x_1 - 2x_2 + 10x_3 = 4 \\ x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3 \\ x_0 = (2; 1; 0) \end{cases}$$

$$12. \begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 - x_4 \rightarrow \max \\ -x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 4 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 = 1 \\ x_i \geq 0, \quad i = 1, 4 \end{cases}$$

Grafik usulda yechishga doir chizikli programmashtirish masalalari

Grafik usulni, chegaraviy shartlari tengsizliklardan iborat bulib, uzgaruvchilar esa faqat 2 ga teng bulgan masala uchun kullaymiz. Bunday CHPMni grafik usulda yechish uchun kuyidagi tartibda ish kuramiz:

1. Mumkin bulgan yechimlar soxasini chizamiz. Bu soxaning har bir nuktasi berilgan chegaraviy shartlarning har bir tengsizligini kanoatlantirishi kerak, masalaning bazis yechimlari esa soxani chegaralovchi kupburchakning chetki nuktalari (uchlari) dan iborat buladi. Bunday nuktalar orasidan optimal yechim (agar u mavjud bulsa) kidiriladi.

2. $f(x) = cx$ funksiya gradiyentini chizamiz. $\vec{N}(c_1, c_2)$ vektorni (bu vektor yunaltiruvchi vektor deyiladi) tekislikda yasaymiz, sungra $\Delta f(x) = (c_1, c_2)$ gradiyent (satx) chizigini yasaymiz. Chizikli $f(x)$ funksiya gradiyenti deb, shunday vektor aytiladiki uning komponentlari $f(x)$ dan olingan xususiy hosilalardan iborat buladi, uni kuyidagicha ifodalaydi.

$$X_i = \Delta f(x) = \left(\frac{\partial f}{\partial x_1}, \frac{\partial f}{\partial x_2}, \dots, \frac{\partial f}{\partial x_n} \right)$$

Kuyidagi masalaning matematik modelini tuzing va grafik usulda yeching:

1. Tadbirkor 2 xil mahsulot ishlab chikarish uchun ikki xil resursdan foydalanadi. Resurslarning zaxirasi birinchi xildan-156 birlik, ikkinchi xilidan-63 birlikni tashkil kiladi. Birinchi xil mahsulotning bir birligidan 400 sum, ikkinchisidan-500 sum daromad olinadi. Resurslarning taksimlanish normasi jadvalda berilgan:

Resurslar	Bir birlik mahsulotga resursning sarflanishi	
	1	2
I	2	1,6
II	0,5	0,8
Daromad (sum)	400	500

Kuyidagi chizikli programmashtirish masalalarini grafik usulda yeching:

2.
$$\frac{2x_1 + x_2 \rightarrow \max}{x_1 - x_2 \leq 1}$$

$$\frac{1}{2}x_2 - x_3 \leq 1$$

$$2x_1 + x_3 \leq 2$$

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3$$

4.
$$\frac{-x_1 - x_2 + x_3 \rightarrow \min}{x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 3}$$

$$x_1 - 4x_2 + x_3 = -2$$

$$x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, 4}$$

3.
$$\frac{2x_1 - x_2 \rightarrow \max}{1 \leq x_1 + x_2 \leq 3}$$

$$2 \leq x_1 - 2x_2 \leq 4$$

$$1 \leq 2x_1 - x_2 \leq 3$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$$

5.
$$\frac{1,5x_1 + 3x_2 \rightarrow \max}{-x_1 + 2x_2 \leq 2}$$

$$-x_1 + x_2 \geq -2$$

$$x_1 \geq 0,$$

$$0 \leq x_2 \leq 3$$

6.
$$2x_1 + x_2 \leq 2400$$

$$x_1 + 5x_2 \leq 1800$$

$$3x_1 \leq 2000$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_{21} \geq 0$$

$$Z_{\max} = 7,5x_1 + 3x_2$$

$$x_1 + x_2 \leq 4500$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 1200$$

8.
$$3x_1 \leq 2300$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_{21} \geq 0$$

$$Z_{\max} = 7,5x_1 + 3x_2$$

7.
$$2x_1 + x_2 \leq 2000$$

$$x_1 + 5x_2 \leq 1500$$

$$3x_1 \leq 2000$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_{21} \geq 0$$

$$Z_{\max} = 7,5x_1 + 3x_2$$

$$x_1 + x_2 \leq 1500$$

$$2x_1 + 3x_2 \leq 2000$$

9.
$$3x_1 \leq 2000$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_{21} \geq 0$$

$$Z_{\max} = 7,5x_1 + 3x_2$$

$$\begin{aligned}
& 4,5x_1 + x_2 \leq 2400 \\
& x_1 + 5x_2 \leq 820 \\
10. \quad & 10x_2 \leq 2000 \\
& x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \\
& Z_{\max} = 10,5x_1 + 3x_2 \\
& 2x_1 + x_2 \leq 2600 \\
& 1,5x_1 + 5x_2 \leq 2200 \\
12. \quad & 3x_1 + 2x_2 \leq 1000 \\
& x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \\
& Z_{\max} = 9x_1 + 3x_2 \\
& 2x_1 + x_2 \leq 1000 \\
& x_1 + 5x_2 \leq 2500 \\
14. \quad & 3x_1 \leq 500 \\
& x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \\
& Z_{\max} = 13x_1 + 3x_2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 4,5x_1 + x_2 \leq 2000 \\
& x_1 + 5x_2 \leq 2880 \\
11. \quad & 10x_2 \leq 2000 \\
& x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \\
& Z_{\max} = 10,5x_1 + 3x_2 \\
& 2x_1 + x_2 \leq 2000 \\
& 1,5x_1 + 5x_2 \leq 1500 \\
13. \quad & 3x_1 + 2x_2 \leq 700 \\
& x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \\
& Z_{\max} = 9x_1 + 3x_2 \\
& 2x_1 + x_2 \leq 2700 \\
& x_1 + 5x_2 \leq 3200 \\
15. \quad & 3x_1 \leq 1000 \\
& x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \\
& Z_{\max} = 13x_1 + 3x_2
\end{aligned}$$

Simpleks usulga doir masalalar

1-masala. Quyidagi CHPMni simpleks usulda yechamiz:

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 \leq 7 \\ x_1 - x_2 \leq 1 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$$

$$y_{\max} = 2x_1 + x_2$$

Berilgan masalani quyidagi kurinishga keltiramiz.

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 \leq 7 \\ x_1 - x_2 \leq 1 \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$$

$$y_{\min} = -2x_1 - x_2$$

Chegaraviy shartlardagi tengsizliklarni kushimcha uzgaruvchi kiritib, tengkuchli tenglamalar sistemasiga almashtiramiz, ya'ni

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 + x_3 = 7 \\ x_1 - x_2 + x_4 = 1 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4$$

Belgilash kiritamiz:

$$P_1 = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad P_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}, \quad P_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad P_4 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad P_0 = \begin{pmatrix} 7 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$C = (-2; -1; 0; 0), \quad C_{\text{dov}} = (0; 0)$$

Masala shartlarini simpleks jadvalga joylashtiramiz.

1-jadval

P ₀	I	Baz.vek.	Sbaz	S _{1k-2}	S _{2k-1}	S _{3k0}	S _{4k0}	A.K.
				R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
7	1	R ₃	0	3	1	1	0	7/3
1	2	R ₄	0	<u>1</u>	-1	0	1	1:1k1
y _{0k0}	m+1			Δ ₁ = 2	Δ ₂ = 1	0	0	

I kadamda, $m+1$ katorda $\max \Delta_j = \Delta_1 = 2 > 0$ bulganligi sababli, topilgan tayanch yechim - $X^0 = (0; 0; 7; 1)$ optimal yechim emas, masalani yechish davom etadi - keyingi ikkinchi kadamga utiladi. R_1 - vektor bazisga kiritiladi. Sungra $\min_{a_{ij} > 0} \left(\frac{b_i}{a_{ij}} \right) = b_k$ - aniklovchi koefitsiyent (A.K.) aniklanadi, bu shart bajarilgan vektor bazisdan chikariladi.

$\min_{a_{ij} > 0} \left(\frac{b_i}{a_{ij}} \right) = \min_{a_{ij} > 0} \left(\frac{7}{3}, \frac{1}{1} \right) = 1$, demak P_4 vektor bazisdan chikariladi. Simpleks jadvalda bazis vektorlarni almashtirish Gauss usuli yordamida bajariladi.

2-jadval

i	Baz.vektor	Sbaz	R ₀	-2	-1	0	0	A.K.
				R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
1	R ₃	0	4	0	<u>4</u>	1	-3	4:4k1
2	R ₁	-2	1	1	-1	0	1	-
m+1	Δ _j = y _j - c _j		y ₁ = -2	Δ ₁ = 0	Δ ₂ = 3	Δ ₃ = 0	Δ ₄ = -2	

Δ₂ = 3 > 0, topilgan $X^1 = (1; 0; 4; 0)$ tayanch plan optimal emas, keyingi yechim aniklanadi.

$\max_{\Delta_j > 0} (\Delta_j) = \Delta_2 = 3$ ga mos vektor - R_2 bazisga kiritiladi. $\min_{a_{ij} > 0} \left(\frac{b_i}{a_{ij}} \right) = \min_{a_{12} > 0} \left(\frac{b_1}{a_{12}} \right) = \frac{4}{4} = 1$ - bunga mos R_4 - vektor esa bazisdan chikariladi.

3-jadval

i	Baz.vektor	Sbaz	R ₀	-2	-1	0	0	A.K.
				R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
1	R ₂	-1	1	0	1	1/4	-3/4	
2	R ₁	-2	2	1	0	1/4	1/4	
m+1	Δ _j = y _j - c _j		y ₂ = -5	0	0	-3/4	-1/4	

Δ_j ≤ 0, j = 1, 2, 3, 4. $X^{opt} = (2; 1)$, $y_{\max} = 5$ - masalaning optimal yechimi.

Masala 2.

$$\begin{cases} 4x_1 + 3x_2 \leq 12 \\ 3x_1 + 4x_2 \leq 12 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \\ y_{\max} = 2x_1 - 5x_2 \end{cases}$$

I

i	Baz.vektor	Sbaz	R ₀	-2	5	0	0	A.K.
				R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	

1	R ₃	0	12	4	3	1	0	12:4k3
2	R ₄	0	12	3	4	0	1	12:3k4
m+1	Δ_j		$y_0 = 0$	$\Delta_1 = 2$	$\Delta_2 = -5$	0	1	

II

1	R ₁	-2	3	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	0	
2	R ₄	0	3	0	$\frac{7}{4}$	$-\frac{3}{4}$	1	
m+1			$y_1 = -6$	$\Delta_1 = 0$	$\Delta_2 = -\frac{13}{2}$	$\Delta_3 = -\frac{1}{2}$	$\Delta_4 = 0$	

$\Delta_j \leq 0, j = \overline{1,4}$ plan optimal. $x^{opt} = (3; 31), y_{\max} = 6$

Masalalarni yechishdan avval quyidagi ma'lumotlarga ahamiyat berish kerak.

Agar CHPM da chegaraviy shartlar ($\geq$) belgi bilan, yoki (k) belgi bilan boglangan bulib, boshlangich yechim ma'lum bulmasa, bu xildagi masalalar sun'iy bazis uzgaruvchilar kiritish yordamida yechiladi. CHPMni chegaraviy shartlaridagi bazis uzgaruvchisi bulmagan har bir tenglamaga sun'iy ravishda bazis uzgaruvchilar kushamiz, bu uzgaruvchilar maksad funksiyaga (min-formadagi) yetarlicha katta bulgan musbat M koeffitsiyent bilan kushamiz, bunday uzgaruvchilar «sun'iy bazis uzgaruvchilar» deb ataladi. Hosil bulgan masala esa berilgan masalaga nisbatan kengaytirilgan normal kurinishdagi masala deb ataladi. Masalani yechish jarayoni simpleks jadvalda simpleks usul bilan bajariladi.

Masala 3. Berilgan CHPM ni normal formaga keltiramiz:

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 = 7 \\ x_1 + 2x_2 = 6 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \\ y_{\max} = 2x_1 + 3x_2 \end{cases}$$

Yechish: Masalaning chegaraviy shartlaridagi tenglamalarda bazis uzgaruvchilar yuk, har bir tenglamaga mos ravishda x_3, x_4 - sun'iy bazis uzgaruvchilarni kushamiz va maksad funksiyani (-1)ga kupaytirib, quyidagi kengaytirilgan masalani hosil kilamiz:

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 + x_3 = 7 \\ x_1 + 2x_2 + x_4 = 6 \\ x_j \geq 0, j = \overline{1,4} \\ y_{\min} = -2x_1 - 3x_2 + Mx_3 + Mx_4 \end{cases}$$

Kengaytirilgan masala uchun, $X_k(0;0;7;6)$ boshlangich tayanch reja hisoblanadi. Keyingi hisoblashlarni quyidagi simpleks jadvalda bajaramiz:

1-jadval

	C _{baz}	R ₀	-2	-3	M	M	A.K.
			R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
R ₃	M	7	2	1	1	0	7:1k7
R ₄	M	6	1	2	0	1	6:2k3
Δ_j	$y_1 = 13M$		$\Delta_1 k3M+2$	$\Delta_2 k3M+3$	$\Delta_3 k0$	$\Delta_4 k0$	

Jadvaldagi R₃, R₄ – vektorlar sun'iy bazis vektorlar. Yangi simpleks jadvalga utilganda R₄ vektor R₂ ga almashgani uchun, R₄ vektor ustunni jadvaldan tushiriyu koldirish mumkin.

2-jadval

R ₃	M	2	$\frac{3}{2}$	0	1	$-\frac{1}{2}$	$\frac{8}{3}$
R ₂	-3	3	$\frac{1}{2}$	1	0	$\frac{1}{2}$	$3:1/2k6$
	$y_2 = 2M - 9$		$\Delta_1 k3/2M-1/2$	$\Delta_2 k0$	$\Delta_3 k0$	$\Delta_4 k-3/2M+3/2$	

Ikkinchi simpleks jadvaldan R₃ – sun'iy bazis vektor ustunni tashlab yuborish mumkin.

R_1	-3	8/3	1	0	2/3	-1/3	1/2
R_2	-2	5/3	0	1	-1/3	2/3	
		$y_k - 4/3$		0	0	$\Delta_k - 3/2M + 3/2$	

Oxirgi simpleks jadvaldan kurinadiki, $\Delta_j \leq 0, j = \overline{1, 4}$. Masala yagona-
 $X = (8/3; 5/3; 0; 0)$ optimal yechimga ega va $y_{\min} = -34/3$.

Berilgan masalalar simpleks usul yordamida yechilsin.

1. Korxona A va V xildagi mahsulot tayyorlaydi. Buning uchun xom ashyoni 3 xildan foydalaniladi. I, II, III foydalaniladi. Kuyidagi jadvalda xom ashyolarning zaxiri miqdori kursatilgan. Bir dona mahsulotni tayyorlash uchun sarflanadigan xom ashyo miqdori, mahsulotni bir donasining baxosi jadvalda keltirilgan. Mahsulot ishlab chikarishning shunday plani tuzilsinki, ishlab chikarilgan mahsulotni puldagi ifodasi eng kup bulsin.

Xom ashyo turi	1 dona mahsulotni ishlab chikarish uchun sarflanadigan mahsulot miqdori		Xom ashyoni zapas miqdori
	A	V	
I	2	1	2400
II	1	5	1800
III	3	-	2000
Bir dona mahsulotning baxosi (p.b.)	7,5	3	

a) masalani matematik modeli tuzilsin.

b) ikkilangan kushma masala yozilsin va yechimi aniklansin.

$$Zk500, \bar{b} = (2000, 1500, 2000)$$

2.

Xom ashyo turi	1 dona mahsulotni ishlab chikarish uchun sarflanadigan mahsulot miqdori		Xom ashyoni zapas miqdori
	A	V	
I	1	1	4500
II	2	3	1200
III	3	-	2300
Bir dona mahsulotning baxosi (p.b.)	7,5	3	

$$Zk300, \bar{b} = (1500, 2000, 2000)$$

3.

Xom ashyo turi	1 dona mahsulotni ishlab chikarish uchun sarflanadigan mahsulot miqdori		Xom ashyoni zapas miqdori
	A	V	
I	4,5	1	2400
II	1	5	820
III	-	10	2000
Bir dona mahsulotning baxosi (p.b.)	10,5	3	

$$Zk700, \bar{b} = (2000, 2880, 1500)$$

4.

Xom ashyo turi	1 dona mahsulotni ishlab chikarish uchun sarflanadigan mahsulot miqdori		Xom ashyoni zapas miqdori
	A	V	
I	2	1	2600
II	1,5	5	2200

III	3	2	1000
Bir dona mahsulotning baxosi (p.b.)	9	3	

Zk450, $\bar{b} = (2000, 1500, 700)$

5.

Xom ashyo turi	I dona mahsulotni ishlab chikarish uchun sarflanadigan mahsulot mikdori		Xom ashyoni zapas mikdori
	A	V	
I	2	1	2700
II	1	5	3200
III	3	-	1500
Bir dona mahsulotning baxosi (p.b.)	13	3	

Zk500, $\bar{b} = (1000, 2500, 500)$

6.

$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 \leq 12, \\ 2x_1 + 3x_2 \geq 6, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 8, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2.$$

$$F = -2x_1 + x_2 \rightarrow \min.$$

7.

$$\begin{cases} x_1 - 5x_2 + x_3 = 5, \\ -x_1 + x_2 + x_4 = 4, \\ x_1 + x_2 + x_5 = 8, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

$$F = -x_1 + 4x_2 + 2x_4 - x_5 \rightarrow \max.$$

8.

$$\begin{cases} 3x_1 - x_2 - x_3 = 4, \\ x_1 - x_2 - x_3 - x_4 = 1, \\ 2x_1 + x_2 + 2x_3 + x_5 = 7, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4, 5.$$

$$F = -5x_1 + x_2 - x_3 \rightarrow \max.$$

9.

$$\begin{cases} 3x_1 + 5x_2 \geq 15, \\ 3x_1 + x_2 \leq 15, \\ -2x_1 + x_2 \leq 3, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2.$$

$$F = 2x_1 - 2x_2 \rightarrow \max, \quad (\min).$$

10.

$$\begin{cases} -x_1 + 2x_2 \leq 2, \\ -x_1 + x_2 \geq -1, \\ x_2 \leq 2, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2.$$

$$F = 2x_1 - 3x_2 \rightarrow \max.$$

11.

$$\begin{cases} 3x_1 - 2x_2 \geq 7, \\ x_1 - x_2 \geq 2, \\ 5x_1 - x_2 \geq 10, \\ x_1 \geq 3, \\ x_2 \geq 0, \end{cases}$$

$$F = 4x_1 + 3x_2 \rightarrow \min.$$

12.

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 \geq 0, \\ x_1 - 5x_2 \geq -5, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2.$$

$$F = 3x_1 - 10x_2 \rightarrow \min, (\max).$$

13.

$$\begin{cases} x_1 + 4x_2 \geq 4, \\ 3x_1 + x_2 \geq 3, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2.$$

$$F = 2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min, (\max).$$

14.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \geq 2, \\ x_1 - x_2 \leq 2, \\ -x_1 + x_2 \leq 2, \\ x_1 \geq 1, \\ 0 \leq x_2 \leq 4, \end{cases}$$

$$F = 4 + 6x_1 + 2x_2 \rightarrow \min, (\max).$$

15.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 18, \\ x_1 + 2x_2 \leq 24, \\ 0 \leq x_1 \leq 12, \\ 0 \leq x_2 \leq 8, \end{cases}$$

$$F = 4x_1 + 5x_2 \rightarrow \max, (\min).$$

16.

$$\begin{cases} x_1 - 4x_2 + x_3 = -2, \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 3, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

$$F = x_1 - x_2 + x_3 + 2x_4 \rightarrow \min, (\max).$$

17.

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + x_3 + 2x_4 = 4, \\ -x_1 + 3x_2 + 5x_3 + x_4 = 8, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4.$$

$$F = x_1 - 2x_2 + 2x_3 + 3x_4 \rightarrow \max, (\min).$$

18.

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 + 2x_4 = 2, \\ 3x_1 + x_2 + 3x_3 + 4x_4 = 5, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0,$$

$$F = 2x_1 + x_2 + 6x_3 - 12x_4 \rightarrow \max.$$

19.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + 7x_3 - 3x_4 - 7x_5 = 13, \\ x_1 + 2x_2 + 13x_3 + 2x_4 - 14x_5 = 20, \\ x_1 + 3x_2 + 20x_3 + 6x_4 - 23x_5 = 19, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0,$$

$$F = 2x_1 + x_2 + 6x_3 - 12x_4 - 9x_5 \rightarrow \max.$$

Ikkilangan simpleks usul

Agar bazis uzgaruvchilarga ega bulgan normal formadagi CHPMsining ozod xadlari orasida manfiylari ham mavjud bulsa, ikkilangan simpleks usulini kullab yechish maksadga muvofikdir. Buni kuyidagi CHPMni yechishda tushuntiramiz.

Berilgan masala:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - 2x_3 \geq 4 \\ -3x_1 + x_2 - 4x_3 \geq 7 \end{cases} \quad (1)$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, 3 \quad (2)$$

$$y_{\min} = 3x_1 + 2x_2 - 4x_3 \quad (3)$$

I. Tengsizliklar sistemasini teng kuchli tenglamalar sistemasiga kushimcha keltiramiz:
 $x_4 \geq 0, x_5 \geq 0$ uzgaruvchilar kiritish bilan almashtiramiz:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - 2x_3 = 4 + x_4 \\ -3x_1 + x_2 - 4x_3 = 7 + x_5 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, j = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$y_{\min} = 3x_1 + 2x_2 - 4x_3$$

II. Qo'shimcha uzgaruvchilarni tenglamalarni mos xolda chap tomonga utkazamiz:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 - 2x_3 - x_4 = 4 \\ -3x_1 + x_2 - 4x_3 - x_5 = 7 \end{cases} \quad (-1)$$

$$y_{\min} = 3x_1 + 2x_2 - 4x_3$$

III. Sistemaning har bir tenglamasini (-1) ga kupaytiramiz, natijada bazis uzgaruvchilarga ega bulgan normal formadagi masala hosil buladi, lekin tenglamalarning ozod xadlari manfiy sonlardan iborat, shuning uchun ikkilangan simpleks usulini kullaymiz.

$$\begin{cases} -x_1 - x_2 + 2x_3 + x_4 = -4 \\ 3x_1 - x_2 + 4x_3 + x_5 = -7 \end{cases}$$

$$y_{\min} = 3x_1 + 2x_2 - 4x_3$$

Masalani simpleks jadvalga joylashtiramiz:

1-jadval

	C _{baz}	R ₀	3	2	-4	0	0	A.K.
			R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	
R ₄	0	-4	-1	-1	2	1	0	
R ₅	0	-7	3	-1	4	0	1	
Δ _j		y ₀	Δ ₁ k-3	Δ ₂ k-2	Δ ₃ k4	Δ ₄ k0	Δ ₅ k0	

Jadvalda R₄, R₅ – bazis vektorlar.

$\min_{b_j < 0} (b_j) = \min(-4, -7) = -7$ shart bajarilgan R₅ vektor bazisdan chikariladi,

$\min_{a_{kj} < 0} \left(\frac{\Delta_j}{a_{kj}} \right) = \min \left(\frac{\Delta_2}{a_{22}} \right) = \min \left(\frac{-2}{-1} \right) = 2$ ga mos R₂ bazis vektor bazisga kiritiladi. Yangi jadval tuldirladi.

2-jadval

	C _{baz}	R ₀	3	2	-4	0	0	A.k
			R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	
R ₄	0	3	-4	0	-2	1	-1	
R ₅	2	7	-3	1	-4	0	-1	
		y ₀ k14	Δ ₁ k-6	Δ ₂ k0	Δ ₃ k-4	Δ ₄ k0	Δ ₅ k-2	

Ikkinchi jadvalda $b_j \geq 0, \Delta_j \leq 0 (j = \overline{1, m}), (j = \overline{1, n})$ shartlari bajarilgani uchun masalaning optimal yechimi topildi: $X^{opt} = (0; 7; 0), y_{\min} = 14$.

Endi ikkilangan simpleks usul yordamida yechishga doir iktisodiy masalalarni keltiramiz:

1. Ratsion tayyorlash uchun yemning 3 turidan A, V va S dan foydalaniladi. Tayyorlangan ratsionda A ozuka moddasidan v_1 birlik, V ozukka moddasidan v_2 birlik, S dan v_3 birlikdan kam bulmasligi kerakligi lozim. 1kg yemda yukoridagi ozuka moddalardan kanchadan birlik borligi va 1kg yemning baxosi jadvalda keltirilgan.

Ratsion tayyorlashni shunday optimal plani tuzilsinki. Tuzilgan ratsion tuyimli va unga sarflangan harajat eng arzon baxoda tushsin.

a)

Ozika moddalari	1kg yemdagi har bir ozika moddasi mikdori	
	1	2
A	10	5
V	-	10
S	20	7
1kg yemning baxosi (sum)	9	11

$$\bar{B} = (400, 180, 200); Z = 700$$

b)

Ozika moddalari	1kg yemdagi har bir ozika moddasi mikdori	
	1	2
A	12	5
V	-	4
S	22	7
1kg yemning baxosi (sum)	11	9

$$\bar{B} = (400, 180, 200); Z = 30$$

v)

Ozika moddalari	1kg yemdagi har bir ozika moddasi mikdori	
	1	2
A	10	-
V	20	14
S	-	7
1kg yemning baxosi (sum)	9	11

$$\bar{B} = (400, 180, 200); Z = 110$$

g)

Ozika moddalari	1kg yemdagi har bir ozika moddasi mikdori	
	1	2
A	10,5	5
V	-	10
S	20	-
1kg yemning baxosi (sum)	16	15

$$\bar{B} = (400, 180, 200); Z = 60$$

d)

Ozika moddalari	1kg yemdagi har bir ozika moddasi mikdori	
	1	2
A	10	5
V	-	7
S	20	7
1kg yemning baxosi (sum)	9	11

$$\bar{B} = (400, 180, 200); \quad Z = 30$$

$$\frac{2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min}{1. \quad 2x_1 - x_2 - x_3 \geq 3}$$

$$x_1 - x_2 + x_3 \geq 2$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,3}$$

$$3. \quad \frac{4x_1 + 6x_2 + 3x_3 \rightarrow \min}{3x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 9}$$

$$x_1 + 2x_2 + 2x_3 \geq 8$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,3}$$

$$5. \quad \begin{cases} X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \leq 3 \\ X_1 + X_2 - X_3 + X_4 \leq 1 \\ X_1 - X_2 + X_3 + X_4 \leq 1 \end{cases}$$

$$X_j \geq 0, \quad j = \overline{1,4}$$

$$Z_{\max} = x_1 + x_2 + x_3 + x_4$$

$$2x_1 + x_2 \leq 2600$$

$$1,5x_1 + 5x_2 \leq 2200$$

$$7. \quad 3x_1 + 2x_2 \leq 1000$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$$

$$Z_{\max} = 9x_1 + 3x_2$$

$$\begin{cases} x_1 - x_2 \leq 1 \\ \frac{1}{2}x_2 - x_3 \leq 1 \\ 2x_1 + x_3 \leq 2 \end{cases}$$

$$9. \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$$

$$Z_{\max} = 2x_1 + x_2$$

$$2. \quad \frac{x_1 + 3x_2 + 5x_3 - x_4 \rightarrow \max}{x_1 + 4x_2 + 4x_3 + x_4 = 6}$$

$$x_1 + 6x_2 + 8x_3 + 2x_4 = 10$$

$$x_i \geq 0, \quad i = \overline{1,4}$$

$$4. \quad \frac{x_1 - x_2 \rightarrow \min}{2x_1 + x_2 \geq 2}$$

$$-x_1 - x_2 \geq 1$$

$$x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,2}$$

$$\begin{cases} -X_1 + 2X_2 \leq 4 \\ 2X_1 + 3X_2 \leq 8 \\ X_1 \leq 3 \\ X_2 \geq 1 \end{cases}$$

$$6. \quad X_j \geq 0, \quad X_2 \geq 0$$

$$Z_{\max} = 3x_1 + x_2$$

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 5 \\ x_1 - x_2 \leq 1 \end{cases}$$

$$8. \quad x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$$

$$Z_{\max} = x_1 - x_2$$

$$2x_1 + x_2 \leq 2000$$

$$1,5x_1 + 5x_2 \leq 1500$$

$$10. \quad 3x_1 + 2x_2 \leq 700$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$$

$$Z_{\max} = 9x_1 + 3x_2$$

Kuyidagi chizikli programmalash masalalariga ikkinlangan chizikli programmalash masalalari tuzilsin.

$$y = 9x_1 + 7x_2 + 12x_3 \rightarrow \max,$$

$$1. \quad 5x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 6$$

$$x_1 + 2x_2 + 5x_3 \leq 8$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$$

$$y = 3x_1 + 2x_2 \rightarrow \min,$$

$$3. \quad 7x_1 + 2x_2 \geq 14$$

$$4x_1 + 5x_2 \geq 20$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0,$$

$$y = 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max,$$

$$2. \quad x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 14$$

$$2x_1 - 3x_2 + 2x_3 \geq 4$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$$

$$y = -3x_1 - 2x_2 - 3x_3 \rightarrow \max,$$

$$4. \quad 2x_1 + 4x_2 + x_3 \leq 40$$

$$3x_1 - x_2 + 2x_3 \geq 30$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$$

Kuyidagi chizikli programmalash masalalariga ikkinlangan masalalar tuzing va ikkilangan simpleks usulda yeching

1.
 $y = 9x_1 + 7x_2 + 12x_3 \rightarrow \max,$
 $5x_1 + 2x_2 + 2x_3 \leq 6$
 $x_1 + 2x_2 + 5x_3 \leq 8$
 $x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$

3.
 $y = -3x_1 - 2x_2 - 3x_3 \rightarrow \max,$
 $2x_1 + 4x_2 + x_3 \leq 40$
 $3x_1 - x_2 + 2x_3 \geq 30$
 $x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$

5.
 $12x_1 + 5x_2 \leq 400$
 $4x_2 \leq 180$
 $22x_1 + 7x_2 \geq 200$
 $x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$
 $Z_{\min} = 11x_1 + 9x_2$

7.
 $10,5x_1 + 5x_2 \geq 400$
 $10x_2 \geq 180$
 $20x_1 \geq 200$
 $x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$

9.
 $7x_1 - 2x_2 \geq 5$
 $x_1 + x_2 \geq 2$
 $x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$
 $Z_{\max} = 3x_1 - x_2$

2.
 $y = 2x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max,$
 $x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 14$
 $2x_1 - 3x_2 + 2x_3 \geq 4$
 $x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$

4.
 $10x_1 + 5x_2 \leq 400$
 $10x_2 \leq 180$
 $20x_1 + 7x_2 \geq 200$
 $x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$
 $Z_{\min} = 9x_1 + 11x_2$

6.
 $10x_1 \geq 400$
 $20x_1 + 14x_2 \geq 180$
 $7x_2 \geq 200$
 $x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$
 $Z = 9x_1 + 11x_2$

8.
 $10x_1 + 5x_2 \geq 400$
 $7x_2 \geq 180$
 $20x_1 + 7x_2 \geq 200$
 $x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$
 $Z_{\min} = 9x_1 - 11x_2$

Ikkilangan simpleks metod algoritmi

I. A masaladagi tengsizliklar sistemasini kushimcha uzgaruvchilar kiritib, tenglamalar sistemaga aylantiramiz.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i - x_{n+i}; \quad (i = \overline{1, m}) \quad (1)$$

$$x_j \geq 0, \quad (j = \overline{1, n+i})$$

$$y_{\min} = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

sungra II ga utamiz.

$$\sum a_{ij}x_j - x_{n+i} = b_i, \quad i = \overline{1, m} \quad (1)$$

$$x_j \geq 0, \quad (j = \overline{1, n+i}) \quad (2)$$

$$y_{\min} = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (3)$$

$$-\sum a_{ij}x_j + x_{n+i} = b_i, \quad (i = \overline{1, m}) \quad (1)$$

$$y_{\min} = \sum_{j=1}^n c_j x_j$$

sungra III ga utamiz.

III. Masala shartlarini simpleks jadvalga joylashtiramiz.

IV. $\min(b_i) = b_k$ shart bajarilgan P_k - vektor bazisdan chikariladi. Sungra

$\min(\frac{c_j}{a_{ik}}) = \frac{c_s}{a_{sk}}$: bu shart bajarilgan P_s - vektor bazisga kiritiladi.

V. Bazis almashtirish bajarilib yangi keyingi jadval tuldirladi, simpleks metoddagidek bajarilib. Sungra VII ga utiladi.

VI. a) agar yangi tuldirlgan jadvalda hamma $\Delta_j \leq 0$ bulsa, $b_i > 0$ bulsa topilgan tayanch yechim optimal yechim buladi. Masalani yechish tuxatiladi. Optimal yechim yoziladi.

b) Agar $\Delta_j \leq 0$ bulib, birorta $b_k > 0$ bulib, hamma $a_{kj} > 0$ bulsa masala yechimga ega bulmaydi. Masalani yechish tuxatiladi..

v) Agar $\Delta_j \leq 0$ bulib, birorta $a_{kj} > 0$ bulsa masalani yechish davom ettiriladi, boshka tayanch yechimga utiladi, V punktga bu jarayon optimal yechim topilguncha kadam yoki yechimni mavjud, emaslik sharti bajarilguncha davom etadi.

$X^{opt} = (0; 7; 0)$, $y_{\min} = 14$.

Kuyidagi transport masalalarini boshlangich rejalarini «shimoliy-garb» va «minimal harajatlar» usullari yordamida tuzing:

1.

vk \ a _i	60	60	60
30	7	6	3
80	3	6	7
70	6	7	3

2.

vk \ a _i	150	150	150
200	2	1	5
100	6	8	4
150	7	4	4

3.

vk \ a _i	128	52	100
	4	2	1
152	1	6	8
50	3	7	2

4.

$a_i \backslash v_k$	50	25	35
40	6	7	3
13	1	2	5
47	8	10	12

Kuyidagi transport masalalarini potensial usul bilan yeching.

CHPMsini yechishda masalani boshlangich tayanch yechimi mavjud deb faraz kilinadi. Bu xolda masalani optimal yechimini topishda CHPMni yechishni universal metodi hisoblangan simpleks usuldan foydalaniladi. Transport masalasini yechishda ham undan foydalanish mumkin, biroq bu ayirim kiyinchiliklarga olib keladi. Chunki transport masalasi CHPMni maxsus masalasi hisoblanadi, shu sababli uz xususiyatiga xos ishlash usulini talab kiladi. Bu esa potensiyalar usulidir. Bunda masalani boshlangich tayanch yechimi aniklanadi, sungra potensiyalar usulidan foydalangan optimal yechimini toping. Boshlangich tayanch yechim birnecha xil usullar bilan topiladi.

1) «Shimoli - garb burchak» usuli

2) «Minimal harajatlar» usuli va boshkalar.

1) «Shimoli - garb burchak» usuli ma'ruza matnida kursatilgan, ma'ruza matniga murojat kilisin.

Misol. Ushbu transport masalasining boshlangich yechimini toping.

Iste'm ta'min	V_1	V_2	V_3	Zaxira xajmi
A_1	1	3	2	100
A_2	2	1	3	130
A_3	3	2	1	170
Talab xajmi	150	120	130	

Yechish: Bolshangich tayanch yechimini «Shimoliy - garb burchak» usuli bilan topamiz. Buning uchun rejalar matritsasini kuyidagi kurinishda yozamiz.

v_j	150	120	130
a_i			
100	1 $x_{11}k100$	3	2
130	2 $x_{21}k50$	1 $x_{22}k80$	3
170	3	2 $x_{32}k40$	1 $x_{33}k130$

$x_{11} = \min(a_1, b_1) = \min(100, 150) = 100$ buni (A_1, B_1) katakchani ung pastki kismiga yozamiz, ya'ni $x_{11} = \min(a_1, b_1)$. Agar $a_1 < b_1$ bulsa B_1 ning ehtiyojini tula kondirish uchun (A_2, B_1) katakchaga yetishmaydigan yuk birligini A_2 dan olib yozamiz va x.k. Bu jarayon (A_m, B_n) katakchaga davom etdiriladi. Band katakchalar son $m+n-1$ dan oshmaydi va tuzilgan yechim tayanch yechim buladi.

$$X = \begin{pmatrix} 100 & 0 & 0 \\ 50 & 80 & 0 \\ 0 & 40 & 130 \end{pmatrix}$$

Tuzilgan rejaga mos keluvchi transport harajatni hisoblaymiz.

$$y = 100 \cdot 1 + 50 \cdot 2 + 1 \cdot 80 + 2 \cdot 40 + 1 \cdot 130 = 490$$

2. «Minimal harajatlar» usuli.

Bu usulda boshlangich yechish aniklashda avval yul harajat eng kichik bulgan katakchaga a_i va b_j lardan kichigi yoziladi va navbatdagi eng kichik harajatli katakchaga utiladi va haqazo.

$v_j \backslash a_i$	150	120	130
100	1 $x_{11}k100$	3	2
130	2 $x_{21}k50$	1 $x_{22}k80$	3
170	3	2 $x_{32}k40$	1 $x_{33}k130$

$$X = \begin{pmatrix} 100 & 0 & 0 \\ 50 & 80 & 0 \\ 0 & 40 & 130 \end{pmatrix}$$

$$\bar{y} = 100 \cdot 1 + 50 \cdot 2 + 80 \cdot 1 + 40 \cdot 2 + 130 \cdot 1 = 490$$

Potensiallar usuli

Yukorida keltirilgan transport masalasini potensiallar usuli bilan yeching.

1. Boshlangich tayanch yechimni aniklash. Keltirilgan masalani «shimoliy - garb burchak» usuli bilan topilgan tayanch yechim uchun mos potensiallar sistemasini kuraylik.

2. Potensiallar sistemasini tuzish.

$v_j \backslash a_i$	150	120	130	U_i
100	1 100	3 $\Delta_{12} = -2$	2 $\Delta_{13} = -2$	U_1k0
130	2 50	1 80	3 $\Delta_{23} = -3$	U_2k0
170	3 $\Delta_{31} = -1$	2 40	1 130	U_3k1
v_j	V_1k1	V_2k1	V_3k0	

U_i va v_j mos ravishda «ta'minotchi» va «iste'molchi» larning potensiallari deyiladi.

$$\begin{cases} u_1 + v_1 = 1 \\ u_2 + v_1 = 2 \\ u_2 + v_2 = 1 \\ u_3 + v_2 = 2 \\ u_3 + v_3 = 1 \end{cases} \quad (1)$$

Bu sistema anikmass sistema buladi. Shuning uchun biror noma'lum odatda u_1 ga nol kiymat beriladi ($u_1 = 0$). Sistemani yechib potentsiallarni birdan bir kiymati aniklanadi.

$$\begin{aligned} u_1 = 0, \quad 0 + v_1 = 1 & \quad \text{bundan} \quad v_1 = 1 \\ u_2 + 1 = 1 & \quad \text{bundan} \quad u_2 = 0 \\ 0 + v_2 = 1 & \quad \text{bundan} \quad v_2 = 0 \\ u_3 + 1 = 2 & \quad \text{bundan} \quad u_3 = 1 \\ 1 + v_3 = 1 & \quad \text{bundan} \quad v_3 = 0 \end{aligned}$$

3. Yechimni optimal shartini tekshirish.

Endi bush katakchalar uchun optimallik sharti tekshiramiz.

$$\Delta_{ij} = u_i + v_j - c_{ij} \leq 0$$

$$\Delta_{12} = u_1 + v_2 - c_{12} = 0 + 1 - 3 = -2$$

$$\Delta_{13} = u_1 + v_3 - c_{13} = 0 + 0 - 2 = -2$$

$$\Delta_{23} = u_2 + v_3 - c_{23} = 0 + 0 - 3 = 3$$

$$\Delta_{31} = u_3 + v_1 - c_{31} = 1 + 1 - 3 = -2$$

$\Delta_{ij} \leq 0$ plan optimal.

$a_i \backslash v_j$	150	120	130
100	1 100	3	2
130	2 50	1 80	3
170	3	2 40	1 130

$$y_{\min} = 100 \cdot 1 + 50 \cdot 2 + 80 \cdot 1 + 40 \cdot 2 + 130 \cdot 1 = 490$$

$$X^{onm} = \begin{pmatrix} 100 & 0 & 0 \\ 50 & 80 & 0 \\ 0 & 40 & 130 \end{pmatrix}$$

P_2	1	10/11	0	1	3/4	-2/11	1/3
P_1							
$a_i \backslash b_j$	150	120	130	u_i			
100	1 100	3 <u>-3</u>	2 <u>-3</u>	0			
130	2 50	1 80	3 <u>-3</u>	1			
170	3 <u>0</u>	2 40	1 130	2			
v_j	1	0	-1				

$\Delta_{ij} \leq 0$ plan

$b_j \backslash a_i$	150	120	130	u_i
----------------------	-----	-----	-----	-------

$a_i \backslash$				
100	¹ 100	³ <u>-3</u>	² <u>0</u>	u_j k0
130	² 10	¹ 120	³ <u>0</u>	1
170	³ 40	² <u>0</u>	¹ 130	2
v_j	1	0	2	

$$\Delta ij \leq 0$$

$$y = 100 + 20 + 120 + 120 + 130 = 470$$

$a_i \backslash b_j$	150	120	130	u_i
100	¹ 100	³ <u>-3</u>	² <u>-3</u>	0
130	² 50	¹ 80	³ <u>-3</u>	1
170	³ <u>0</u>	² 40	¹ 130	2
v_j	1	0	-1	

$$y = 100 + 100 + 80 + 80 + 130 = 490$$

$a_i \backslash b_j$	150	120	130	u_i
100	¹ 100	³	²	
130	² 50	¹ 80	³	
170	³	² 40	¹ 130	
v_j				

$$y = 490$$

1)

$a_i \backslash v_i$	30	20	10
20	1	3	6
15	2	5	7
25	4	5	8

2)

$a_i \backslash v_i$	60	35	20
60	5	4	1
60	4	2	6
35	7	3	5

3)

$a_i \backslash vk$	150	140	100
75	5	6	3
150	9	2	5
80	8	1	4

4)

$a_i \backslash vk$	60	30	20
20	2	3	4

15	1	5	5
35	3	6	2
40	4	7	8

5)

$v_i \backslash a_i$	200	200	100
200	6	7	3
150	1	4	5
50	8	10	15

6)

$v_k \backslash a_i$	200	150	50
130	3	5	7
100	1	4	6
170	5	2	12

7)

$a \backslash v$	150	150	100
200	1	3	4
150	4	3	1
50	3	1	4

8)

$a \backslash v$	70	70	70
110	1	3	3
70	3	1	3
30	3	3	1

9)

$b_j \backslash a_i$	70	90	80
160	2	7	9
40	3	3	6
40	4	2	7

10)

$b_j \backslash a_i$	20	30	30	10
30	2	3	2	4
40	3	2	5	1
20	4	3	2	6

11)

$b_j \backslash a_i$	70	90	110	60
120	2	5	4	6
130	3	11	3	2
20	3	10	3	2

12)

$b_j \backslash a_i$	60	50	10
30	1	2	3
45	3	2	1
55	1	3	2

$$a_i = \begin{pmatrix} 20 \\ 30 \\ 40 \end{pmatrix}, \quad b_j = (30, 30, 30)$$

$$a_i = \begin{pmatrix} 130 \\ 70 \\ 50 \end{pmatrix}, \quad b_j = (120, 80, 50)$$

13)

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 \\ 5 & 1 & 4 \\ 4 & 5 & 1 \end{pmatrix}$$

$$(i = 1, 2, 3; \quad j = 1, 2, 3)$$

14)

$$c_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 6 \\ 6 & 1 & 1 \\ 7 & 6 & 1 \end{pmatrix}$$

$$(i = 1, 2, 3; \quad j = 1, 2, 3)$$

Quyidagi masalaning matematik modeli tuzilsin.

1. Korxona 2 xil mahsulot chikarishi uchun 3 xil resursdan foydalanadi. Korxonadagi resurslarni zapaslari, ularning sarflanish normasi (a_{ij} , $i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2$) tannarx c_j mahsulot baxosi jadvalda berilgan.

Ishlab chikarish vaktida brak mahsulot ham bulishi mumkin. u xolda norma $a_{ij} \cdot x_j$ ga tannarx emas $c_j + 0,1 x_j$ uzgarsa maksimum daromad olish mumkin buladigan ishlab chikarish rejasining matematik modeli tuzilsin.

2. $f = 6 - 4x_1 - 3x_2$ funksiyaning $x_1^2 + x_2^2 = 1$ shartdagi shartli ekstremumi grafik usulda topilsin.

Kuyidagi funksiyalarning shartsiz ekstremum kiymatlari topilsin

1. $f = x_1 x_2$
2. $f = x_1^2 + x_2^2$
3. $f = x_1 x_2 + x_2 x_3$
4. $f = x_1 - 2x_2 + 2x_3$

Kuyidagi masalalarni shartli ekstremumini Lagranj usuli bilan toping

1. $Z = x_1 \cdot x_2 \rightarrow \max(\min)$ $x_1^2 + x_2^2 = 19$
 $x_1^2 + x_2^2 = 2$ 2. $x_1 + 2x_2 \cdot x_3 = 11$
 $Z = 3x_1^2 + 2x_1 + 2x_2^2 + 4x_2 \cdot x_3 \rightarrow \min(\max)$

3. $x_1 + x_2 = 5$ $Z = x_1 + x_2 \rightarrow \max(\min)$
 $Z = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \min(\max)$ 4. $\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = 11$
 $\mathcal{K}: x_1 = \frac{5}{2}, x_2 = \frac{5}{2}; Z_{\min} = 25$
 $2x_1 \cdot x_2 + x_2 \cdot x_3 = 12$
 $x_1 + x_2 = 3$
 $2x_1 - x_2 = 8$ 6. $x_2 + x_3 = 3$
 $Z = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \rightarrow \min(\max)$ $Z = x_1 \cdot x_2 + x_2 \cdot x_3 \rightarrow \min(\max)$

Kuyidagi chiziksiz programmalash masalalari yechilsin

$$1. \begin{cases} f = 6 - 4x_1 - 3x_2 \rightarrow \text{максимум} \\ x_1^2 + x_2^2 = 1 \end{cases}$$

$$f = x_1 + 2x_2 - 0,5x_1^2 - 0,5x_2^2 - 5 \rightarrow \max,$$

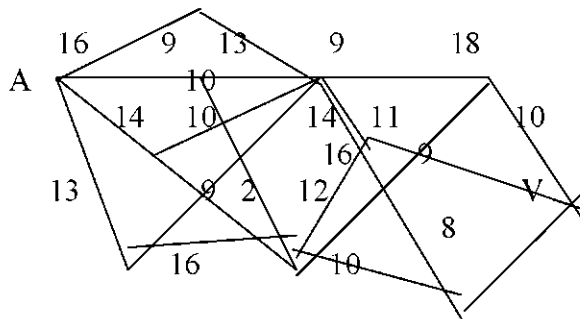
$$2. \begin{cases} 2x_1 + 3x_2 = 6 \\ x_1 + 4x_2 = 5 \end{cases}$$

$$3. \begin{cases} f = x_1 \cdot x_2 \rightarrow \max, \\ x_1 + x_2 = 1 \end{cases}$$

$$4. \begin{cases} f = x_1 - 2x_2 + 2x_3 \rightarrow \max, \\ x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 = 1 \end{cases}$$

Turli masala yechilsin

1. A va V punktlar uzaro bir necha yullar yordamida boglangan bulsin. Yulning har bir bulagida bir-birlik mahsulotni tashish uchun sarf kilinadigan harajatlari ma'lum va ular shaklida kursatilgan. Mahsulotni A punktdan V punktga optimal tashish marshrutini aniklang.



2. 120 ming sum mablag'ni turtta korxona urtasida taksimlash kerak. Korxonalardagi ishlab chikaradigan mahsulotlarning xajmi ajratilgan mablag'ga bog'liq ravishda uzgaradi. Korxonalararo mablag'ni kanday taksimlaganda mahsulot xajmining umumiy usishi maksimal buladi.

Chizikli parametrli programmalash masalalari

AXkV

$X \geq 0$

$ykCX \rightarrow \max$ (min) chizikli programmalashtirish masalasining A – matritsasining elementlari yoki ularning barchasi ma'lum oralikga tegishli bulgan parametrga bog'liq bulishi mumkin.

Biz bu yerda V yoki S vektorlarning komponentlari $\delta \leq \lambda \leq \varphi$ ($\varphi, \delta \in R$) parametrga bog'liq chizikli programmalashtirish masalasini yechish bilan tanishamiz. Buning asosini simpleks usuli tashkil kiladi. Sungra mustakil yechish uchun masalalar keltiramiz.

1) Maksud funksiyasi parametrga bog'liq chizikli programmalashtirish masalasi.

Masalaning matematik modeli:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, \quad (i = \overline{1, m}) \quad (1)$$

$$x_j \geq 0, \quad (j = \overline{1, n}), \quad (2)$$

$$y_{\min} = \sum_{j=1}^n (c_j' + \lambda c_j'') x_j, \quad (3)$$

$$\delta \leq \lambda \leq \varphi, \quad (4)$$

bu yerda φ, δ - ixtiyoriy haqiqiy sonlar, c_j, c_j'', a_{ij}, b_i - berilgan uzgarmas sonlar. Bu masalani yechish uchun avval $\lambda = \delta$ kiymatdagi optimal yechim topiladi. Buning uchun $\lambda = \delta$ da simpleks usulni kullab, masalaning optimal yechimi yoki $\lambda = \delta$ da masalaning yechimi mavjud emasligi aniklanadi. Faraz kilaylik masala $\lambda = \delta$ da optimal yechimga ega bulsin. Bu topilgan optimal yechim uchun

$\Delta_j = Z_j - c_j \leq 0, (j = \overline{1, n})$ buladi, bunda $c_j = c_j' + \lambda c_j''$ bulganligi sababli

$Z_j - c_j = \alpha_j + \lambda \beta_j$ deb ifodalash mumkin, ya'ni topilgan optimal yechim uchun $\alpha_j + \lambda \beta_j \leq 0$ ($j = \overline{1, n}$) sistema $\lambda = \delta$ da birgalikdagi sistema buladi.

Bunda $\beta > 0$ balsa, $\lambda \leq -\frac{\alpha_j}{\beta_j}$

$\beta < 0$ balsa, $\lambda = -\frac{\alpha_j}{\beta_j}$ buladi.

+uyidagicha belgilash kiritamiz:

$$\underline{\lambda} = \begin{cases} \max_{\beta_j < 0} \left(-\frac{\alpha_j}{\beta_j} \right) \\ -\infty, \text{ agar } \nabla \beta_j \geq 0 \end{cases}$$

$$\overline{\lambda} = \begin{cases} \min_{\beta_j < 0} \left(-\frac{\alpha_j}{\beta_j} \right) \\ +\infty, \text{ agar } \nabla \beta_j \leq 0 \end{cases}$$

Bu xol $\lambda = \delta$ dagi yechim $\underline{\lambda} \leq \lambda \leq \overline{\lambda}$ uchun optimal yechim buladi. Agar $\overline{\lambda} = +\infty$ balsa, λ ning hamma kiymatlari uchun optimal yechim topilgan buladi, maalani yechish tuxtatiladi.

Agar hamma $x_{ik} \leq 0$ balsa, masalani chizikli funksiyasi kuyidan chegaralanmagan buladi, bunday xolda masala yechimga ega emas deyiladi. Agar kamida bitta $x_{ik} > 0$ balsa u xolda ismpleks usulni kullab bazisdan P_l vektor chikarilib, P_k vektor bazisga kiritiladi, bir bazisdan ikkinchi bazisga utiladi. Hosil bulgan bazis yechim uchun λ ning uzgarishi soxasi aniklanadi.

1-masala. +uyidagi parametrlri programmalash masalasini yeching.

$$\begin{cases} -3x_1 + 4x_2 \leq 12 \\ x_1 + x_2 \leq 8 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \\ y_{\max} = \lambda x_1 + (1 + \lambda)x_2 \\ \lambda \in [0; 7] \end{cases}$$

Berilgan masalaning tengsizliklariga mos ravishda kushimcha uzgaruvchilarni kiritib, kuyidagi normal kurinishdagi masalani hosil kilamiz:

1-jadval

i	B v	S	R ₀	$-\lambda$	$-1-\lambda$	0	0	A.K
				R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
1	R ₃	0	12	-3	4	1	0	3
2	R ₄	0	8	1	1	0	1	8
Δ_j			0	λ	$1+\lambda$	0	0	

Yechimning optimallik shartiga kura:

$$\begin{cases} \Delta_1 \leq 0 \\ \Delta_2 \leq 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda \leq 0 \\ 1+\lambda \leq 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda \leq 0 \\ \lambda \leq -1 \end{cases} \Rightarrow \lambda \leq -1$$

$$x^1 = (0, 0, 12, 8) \text{ bazis echi} \lambda \leq -1$$

da optimal. Lekin $\lambda \in [0, 7]$ berilgani uchun topilgan yechim kuyilgan masalaning yechimi bula olmaydi. $\max \Delta_j$ ga mos P_2 b-p ni bazisga kiritadi.

2-jadval

i	B v	S	R ₀	$-\lambda$	$-1-\lambda$	0	0	A.K
				R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	

1	R ₂	-1-λ	3	-3/4	1	1/4	0	
2	R ₄	0	5	7/4	0	-1/4	1	
Δ _j			-3-3λ	3/4+7/4λ	0	-1/4-1/4λ	0	

Topilgan $x^2 = (0, 3, 0, 4)$ bazis yechim uchun optimallik shartini tekshiramizda va λ ning uzgarish oraliklarini aniklaymiz.

$$\begin{cases} \Delta_1 \leq 0 \\ \Delta_3 \leq 0 \end{cases} \begin{cases} 3/4 + 7/4\lambda \leq 0 \\ -1/4 - 1/4\lambda \leq 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 7/4\lambda \leq -3/4 \\ -1/4\lambda \leq 1/4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \lambda \leq -3/7 \\ \lambda \geq -1 \end{cases}$$

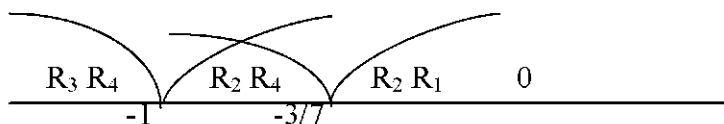
$$x^2 = (0, 3, 0, 5) \quad \lambda \in [-1; -3/7] \text{ da optimal}$$

3-jadval

i	B v	S	R ₀	-λ	-1-λ	0	0	A.K
				R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	
1	R ₂	-1-λ	36/7	0	1	1/7	3/7	
2	R ₁		20/7	1	0	-1/7	4/7	
		-λ						
			-36/7-56/7λ	0	0	-1/7	-3/7-λ	

Jadvaldan:

$$\Delta_4 \leq 0 \quad -3/7 - \lambda \leq 0 \quad \lambda \geq -3/7$$



Demak, uchinchi bazis $X_3^3 = (20/7, 36/7, 0, 0)$ $-3/7 \leq \lambda \leq +\infty$ da optimal, bu degan suz topilgan yechim $\lambda \in [0; 7]$ da ham optimal va $y_{\max} = 36/7 + 56/7\lambda$.

2-masala.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1 \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 1 \\ x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, 4}) \end{cases}$$

$$y_{\max} = (1 - \lambda)x_1 - x_2 + (1 + 2\lambda)x_3 + 2x_4$$

Masaladagi tenglamalarga x_5, x_6 sun'iy uzaruvchini kiritib, quyidagi normal kurinishidagi masalani hosil kilamiz:

1-jadval

i	B.v.	s	R ₀	-1+λ	1	-1-2λ	-2	M	M	A.K.
				R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	
1	R ₅	M	1	1	1	1	1	1	0	1
2	R ₆	M	1	1	<u>2</u>	-1	1	0	1	1/2
Δ _j			0	1-λ	-1	1+2λ	0	0		
			2	2	3	0	0	0		

Jadvalning oxirgi katoriga Δ_j ifodasidagi Mga boglik kushiluvchilarning koeffitsiyentlari mos xolda yozilgan. R₆ vektor bazisdan chikarilib, R₂ vektor bazisga kiritiladi.

2-jadval

- $$\begin{cases} x_1 + 4x_2 + x_3 \leq 5 \\ x_1 - 2x_2 - x_3 \leq -1 \end{cases}$$
1. $x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3)$
 $y_{\min} = (1 - \lambda)x_1 - (2 + 3\lambda)x_2 + x_3$
 $4x_1 + 2x_2 + 5x_3 - x_4 \leq 5$
 $5x_1 + 3x_2 + 6x_3 - 2x_4 \leq 15$
 $3x_1 + 2x_2 + 4x_3 - x_4 \leq 4$
 3. $x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, 4})$
 $y_{\max} = (1 + 2t)x_1 + x_2 + x_3 + (1 - t)x_4$
 $-\infty < t < +\infty$
 $\begin{cases} x_1 + x_2 + 4x_3 = 2 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 = 0 \end{cases}$
 5. $x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3)$
 $y_{\max} = (1 - t)x_1 + (8 - 2t)x_2 + (10 + t)x_3$
 $-\infty < t < +\infty$
 $\begin{cases} 2x_1 + x_2 \leq 4 \\ x_1 + x_2 \leq 3 \end{cases}$
 7. $x_j = 0 \quad (j = 1, 2, 3)$
 $y_{\max} = (1 + 2t)x_1 + (3 - t)x_2$
 $-\infty < t < +\infty$
 $\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 + x_4 \leq 1 \\ x_1 + x_2 + \dots + x_4 \leq 2 \end{cases}$
 9. $x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, 4})$
 $y_{\max} = (1 - \lambda)x_1 + 2x_2 + x_3 - x_4$
 $2 \leq \lambda \leq 20$
- $$\begin{cases} x_1 - x_2 - x_3 \leq 0 \\ x_1 + 15x_2 + x_3 \leq 2 \end{cases}$$
2. $x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3)$
 $y_{\max} = (1 - \lambda)x_1 + (1 + \lambda)x_2 - x_3$
 $-\infty < \lambda < +\infty$
 $\begin{cases} x_1 - x_2 + x_3 = 3 \\ 2x_1 - 5x_2 - x_3 = 0 \end{cases}$
 4. $x_j = 0 \quad (j = 1, 2, 3)$
 $y_{\max} = (1 - t)x_1 + (4 + t)x_2 + (1 + 5t)x_3$
 $-\infty < t < +\infty$
 $\begin{cases} 3x_1 - x_3 \leq 8 \\ x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 1 \\ x_1 + x_2 - 3x_3 \leq 6 \end{cases}$
 6. $x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3)$
 $y_{\min} = -2x_1 + tx_2 - 3tx_3$
 $0 \leq t \leq 20$
 $\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_4 \geq 5 \\ 3x_1 - 2x_2 + x_3 + 4x_4 \geq 4 \end{cases}$
 8. $x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, 4})$
 $y_{\max} = 3x_1 + 4tx_2 + 5tx_3 + 6x_4$
 $-\infty < t < +\infty$
 $\begin{cases} x_1 - x_2 - 2x_3 \leq -1 \\ x_1 + 2x_2 + 13x_3 \leq 14 \end{cases}$
 10. $x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3)$
 $y_{\max} = (1 + \lambda)x_1 + (7 - \lambda)x_2 + (1 + 2\lambda)x_3$
 $-\infty < \lambda < +\infty$

Ozod – xadi parametrga boglik bulgan CHPM

Maksad funksiyasi parametrga boglik bulgan chizikli programmalash masalasiga ikkilangan ikkinchi chizikli programmalash masalasini tuzish mumkin. bu masala ozod xadi parametrga boglik bulgan chizikli programmalash masalasidir.

Masalaning matematik modeli quyidagicha:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i + t b'_i; \quad (i = \overline{1, m}) \quad (1)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, n}) \quad (2)$$

$$y_{\min} = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (3)$$

$$\sigma \leq t \leq p$$

Masalani yechishdagi asosiy vazifa shundan iboratki t ning $\sigma \leq t \leq p$ intervaldagi har bir qiymati uchun (1) va (2) shartlarni kanoatlantiruvchi $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektorni topish kerakki, u (3) chizikli funksiyani eng kichik qiymatga ega kilsin. Bunda masalaning ozod xadi $q_i + t p_i$ (4) kurinishda ifodalanadi. Shundan sung simpleks usul yordamchi bilan $t = \sigma$ uning optimal topiladi. Bunda 4 ta xol ruy berishi mumkin.

1) Agar (4) da hamma $P_i = 0$ bulib, $q_i \geq 0$ u xolda topilgan $X = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$ yechim t ning barcha qiymatlari uchun optimal buladi;

2) Agar (4) da hamma $P_i \geq 0$ ($i = \overline{1, m}$) bulsa, topilgan yechim ixtiyoriy $\sigma = t$ uchun optimal yechim buladi.

A (4) da P_i turli ishorali bulsa, t ning kanday oralikdagi qiymatlari uchun yechim optimalligi kuyidagi formulalar bilan aniklanadi.

$$\underline{t} = \begin{cases} \max_{P_i < 0} \left(-\frac{q_i}{P_i} \right) \\ -\infty, \text{ agar } \forall P_i \leq 0 \end{cases}$$

$$\bar{t} = \begin{cases} \min_{P_i < 0} \left(-\frac{q_i}{P_i} \right) \\ +\infty, \text{ agar } \forall P_i \geq 0 \end{cases}$$

Bunda topilgan $\bar{X}$ yechim t ning $\underline{t} \leq t \leq \bar{t}$ hamma qiymatlari uchun optimal yechim topilgan buladi va masalani yechish jarayoni tuxatiladi. Aks xolda masalani yechish davom etadi.

t ning kuyi chegarasi uchun optimal yechim topilgandan sung, masalani yechish ikkilangan simpleks usul buyicha davom ettiriladi.

Agar masalani yechish davomida ikkilangan simpleks usulni kullashda bazisdan chikarilishi kerak bulgan vektor katoridagi $x_j \geq 0$ bulsa, $t > \bar{t}$ uchun masala yechimga ega bulmaydi, bundan boshka xolda masalani yechish optimal yechim topilgungacha davom ettiriladi.

Masalani yechish davomida har bir siklda topilgan yechimni optimal yechim ekanligi tekshiriladi va uni t ning kanday oraligida optimal ekanligi aniklanadi.

Misol 1.

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 \geq t \\ 3x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 1 + t \\ x_1 - 2x_2 + x_3 \geq 6 - 2t \end{cases}$$

$$1 \leq t \leq 10$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = 1, 2, 3)$$

$$y_{\min} = 2x_1 + 3x_2 + 4x_3$$

bu berilgan masalani tengkuchli almashtirishlar yordamida kuyidagi kurinishga keltiramiz.

$$-2x_1 - 3x_2 - 4x_3 + x_4 = -t$$

$$-3x_1 - x_2 - 2x_3 + x_5 = -1 - t$$

$$-x_1 + 2x_2 - x_3 + x_6 = 6 - 2t$$

$$y_{\min} = x_1 + 3x_2 + 4x_3$$

1-jadval

i	B.v.	s	R_0	1	3	4	0	0	0
				R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6
1	R_4	0	-t	-2	-3	-4	1	0	0
2	R_5	0	-1-t	-3	-1	-2	0	1	0

3	R ₆	0	-6+2t	-1	2	-1	0	0	1
Δ _j			0	-1	-3	-4	0	0	0

Masalani $t = 1$ dagi optimal yechimini kidiramiz:

2-jadval

i	B.v.	s	R ₀	1	3	4	0	0	0
				R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
1	R ₄	0	12-5t	0	-7	-2	1	0	-2
2	R ₅	0	17-7t	0	-7	1	0	1	-3
3	R ₆	1	6-2t	1	-2	1	0	0	-1
Δ _j			6-2t	0	-5	-3	0	0	-1
Δ _j / x _{ij}					5/7	3/2			1/2

$t = 1$ da optimal yechim topildi.

$$X_1 = (6 - 2t, 0, 0, 12 - 5t, 17 - 7t, 0)$$

$$\bar{t} = \min \left\{ \frac{12}{7}, \frac{17}{7}, \frac{6}{2} \right\} = \frac{12}{5} \quad \text{ga}$$

mos kelgan R₄ bazisdan chikarilib, $\min(\frac{\Delta_j}{x_{ij}}) = \frac{1}{2}$ ga to'g'ri kelgan R₆ bazisga kiritiladi.

3-jadval

i	B.v.	s	R ₀	1	3	4	0	0	0
				R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
1	R ₆	0	-6+5/25t	0	7/2	1	-1/2	0	1
2	R ₅	0	-1+1/2t	0	7/2	4	-3/2	1	0
3	R ₁	1	1/2t	1	3/2	2	-1/2	0	0
Δ _j			2t	0	-3/2	-2	-1/2	0	0
Δ _j / x _{ij}									

3 jadvaldagi hamma $P_i \geq 0$, demak $t = +\infty$ topilgan $x_2 = (1/2t, 0, 0, 0, -1+1/2t, -6+5/2t)$ yechim t ning $12/5 \leq t \leq +\infty$ intervaldagi har bir qiymatida optimal yechim buladi. Demak, topilgan yechim t ning $12/5 \leq t \leq 10$ intervaldagi har bir qiymati uchun ham optimal yechim buladi.

$$y_{\min}(x_2) = 1/2t$$

Misol 2.

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 2x_3 - x_4 \leq -3 + 5t \\ x_1 + x_2 - 2x_3 - 3x_4 \leq -1 - t \\ x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1,4}) \end{cases}$$

$$y_{\min} = -x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 6x_4$$

$$1 \leq t \leq 10$$

masalani normal kurinishga keltiramiz.

$$\begin{cases} x_1 - 2x_2 + 2x_3 - x_4 + x_5 = -3 + 5t \\ x_1 + x_2 - 2x_3 - 3x_4 + x_6 = -1 - t \\ y_{\min} = -x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 6x_4 \end{cases}$$

$$1. f = (2+2t)x_1 + (4-2t)x_2 \rightarrow \max, t \in [1, 15]$$

$$x_1 + x_2 \leq 6$$

$$x_2 \leq 4$$

$$2x_1 + x_2 \leq 10$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

$$2. f = tx_1 + (1+t)x_2 \rightarrow \max, t \in [1, 7]$$

$$-3x_1 + 4x_2 \leq 12$$

$$4x_1 + x_2 \leq 8$$

$$2x_1 + x_2 \leq 10$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

$$3. f = (1+t)x_1 + (2-t)x_2 + (2+3t)x_3 + (1-2t)x_4 \rightarrow \max, t \in [1, 20]$$

$$x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 \leq 5$$

$$x_1 + 2x_2 + x_4 \leq 7$$

$$x_1 + x_3 + 2x_4 \leq 3$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0$$

Kuyidagi masalaga ikkilangan masalani tuzing va har ikkala masalani yeching.

Yechimlarni taxlil kiling

$$f = (3+2t)x_1 + (4+t)x_2 + (1+t)x_3 \rightarrow \max, t \in [0, 5]$$

$$2x_1 + x_2 \leq 500$$

$$x_2 + x_3 \leq 550$$

$$x_2 \leq 500$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$$

Kuyidagi kvadratik funksiya kononik kurinishga keltirilsin.

$$1. f = -x_1^2 + 2x_1x_2 + 2x_2^2$$

$$2. f = -3x_1^2 + 2x_1x_2 - \frac{5}{4}x_2^2 - x_2x_3 + \frac{1}{2}x_1x_3 - \frac{5}{4}x_3^2$$

Kuyidagi masalalarni shartli ekstremumini Lagranj usuli bilan toping.

Misol. Lagranj usulidan foydalanib kuyidagi chiziksiz programmalash masalasini yeching.

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 4 \\ x_2 + x_3 = 4 \end{cases}$$

$$Z = x_1 \cdot x_2 + x_2 \cdot x_3$$

Yechish: 1) Lagranj funksiyasi tuzamiz.

$$F(x_1, x_2, x_3, \lambda_1, \lambda_2) = x_1 \cdot x_2 + x_2 \cdot x_3 + \lambda_1(x_1 + x_2 - 4) + \lambda_2(x_2 + x_3 - 4)$$

2) Tuzilgan Lagranj funksiyasidan $x_1, x_2, x_3, \lambda_1, \lambda_2$ lar buyicha xususiy hosilalar olib ularni nolga tenglaymiz.

$$\begin{aligned}\frac{\partial F}{\partial x_1} &= x_2 + \lambda_1 = 0 & x_2 &= -\lambda_1 \\ \frac{\partial F}{\partial x_2} &= x_1 + x_3 + \lambda_1 + \lambda_2 = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial x_3} &= x_2 + \lambda_2 = 0 & x_2 &= -\lambda_2 \\ \frac{\partial F}{\partial \lambda_1} &= x_1 + x_2 - 4 = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial \lambda_2} &= x_2 + x_3 - 4 = 0 & \lambda_1 = \lambda_2 &= -x_2\end{aligned}$$

Natijada quyidagi sistemaga ega bulamiz

$$\begin{cases} x_1 + x_3 - 2x_2 = 0 \\ x_1 + x_2 = 4 \\ x_2 + x_3 = 4 \end{cases}$$

Sistemani yechib quyidagini topamiz.

$$x_1 = 2, x_2 = 2, x_3 = 2, \lambda_1 = \lambda_2 = -2$$

Bu yechimdan foydalanib, $Z = x_1 \cdot x_2 + x_2 \cdot x_3$ funksiyaga maksimal qiymat beruvchi yechimni topamiz.

$$x^{opt} = (2; 2; 2), Z_{\max} = 2 \cdot 2 + 2 \cdot 2 = 8$$

Javob: $x^{opt} = (2; 2; 2), Z_{\max} = 8$

$$\begin{aligned}1. \quad & Z = x_1 \cdot x_2 \rightarrow \max(\min) & x_1^2 + x_2^2 &= 19 \\ & x_1^2 + x_2^2 = 2 & 2. \quad & x_1 + 2x_2 \cdot x_3 = 11 \\ & x_1 + x_2 = 5 & & Z = 3x_1^2 + 2x_1 + 2x_2^2 + 4x_2 \cdot x_3 \rightarrow \min(\max) \\ & 3. \quad Z = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \min(\max) & & Z = x_1 + x_2 \rightarrow \max(\min) \\ & \mathcal{K}: x_1 = \frac{5}{2}, x_2 = \frac{5}{2}; Z_{\min} = 25 & 4. \quad & \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = 11 \\ & 2x_1 \cdot x_2 + x_2 \cdot x_3 = 12 & & x_1 + x_2 = 3 \\ & 5. \quad 2x_1 - x_2 = 8 & 6. \quad & x_2 + x_3 = 3 \\ & Z = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \rightarrow \min(\max) & & Z = x_1 \cdot x_2 + x_2 \cdot x_3 \rightarrow \min(\max)\end{aligned}$$

**Kuyidagi kvadratik programmashtirish masalasining yechimini
Kun- Takker shartlaridan foydalanib toping:**

$$\begin{aligned}f &= 2x_1 + 3x_2 - 2x_2^2 \rightarrow \max \\ a) \quad & x_1 + 4x_2 \leq 4 \\ & x_1 + x_2 \leq 2 \\ & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0\end{aligned}$$

$$f = -4x_1^2 - 6x_2^2 + 8x_1 + 44x_2 + 2x_1x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{aligned} \text{b) } & x_1 + 2x_2 \leq 13 \\ & 2x_1 + x_2 \leq 9 \\ & x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

Kun-Takker shartlaridan foydalanib, $X^0 = (1, 0)$ nuqta kuyidagi chiziksiz programmalash masalasining yechimi ekanligi kursatilsin:

$$\begin{aligned} & 4x_1 + 5x_2 \leq 8, \\ & 2x_1 + x_2 \leq 4, \\ & x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \\ & Z_{\min} = f(X) = x_1^2 - 2x_1 + 3x_2^2 \end{aligned}$$

Kuyidagi masalalarning optimal butun sonli yechimlari topilsin

- | | |
|--|--|
| 1. $f = x_1 + 2x_2 + 3x_3 \rightarrow \max,$
$6x_1 + 4x_2 + 3x_3 \leq 25$
$5x_1 + 3x_2 + 2x_3 \leq 15$
$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$
$f = 3x_1 + 2x_2 + x_3 \rightarrow \min,$
$x_1 + 3x_2 + x_3 \geq 10$ | $f = x_1 - x_2 \rightarrow \max,$
$x_1 - 2x_2 + x_3 = 1$
$x_1 + 3x_2 + x_3 = 3$
$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$
$f = 4x_1 + 3x_2 \rightarrow \max,$
$8x_1 + 2x_2 \leq 88$ |
| 3. $2x_1 + 4x_3 \geq 14$
$2x_2 + x_3 \geq 7$
$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$
$4x_1 + 3x_2 \leq 8$
$x_1 + 6x_2 \leq 10$ | 4. $x_1 \leq 22$
$5x_2 \leq 90$
$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad x_3 \geq 0.$
$3x_1 + 7x_2 \leq 21$ |
| 5. $x_1 \leq 3$
$x_2 \leq 4$
$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$
$Z_{\max} = 3x_1 + x_2$
$4x_1 + 3x_2 \leq 8$
$x_1 + 2x_2 \leq 6$ | 6. $x_1 + x_2 \leq 14$
$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$
$Z_{\max} = 2x_1 + 3x_2$ |
| 7. $0 \leq x_1 \leq 5$
$0 \leq x_2 \leq 4$
$x_1, \quad x_2 - \text{бывает}$
$Z_{\max} = 2x_1 + x_2$
$6x_1 + 4x_2 - 2x_3 \leq 11$
$-4x_1 + 6x_2 + 2x_4 \leq 1$ | 8. $2x_1 - x_2 + x_3 \leq 1$
$-4x_1 + 2x_2 - x_3 \leq 2$
$3x_1 + x_3 \leq 5$
$x_j \geq 0, \quad j = 1, \bar{3}$
$x_1, x_2, x_3 - \text{бывает}$ |
| 9. $x_j \geq 0, \quad \text{бывает}(j = 1, \bar{4})$
$Z_{\min} = x_1 + x_2 + x_3$ | 10. $4x_1 + x_2 \leq 9$
$x_1 - x_2 \leq 1$
$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \text{ бывает}$
$Z_{\max} = x_1 + x_2$ |

Kuyidagi chiziksiz programmalashtirish masalalari yechilsin.

$$f = 2x_1 + 3x_2 - 2x_2^2 \rightarrow \max$$

$$\begin{aligned} 1. \quad & x_1 + 4x_2 \leq 4 \\ & x_1 + x_2 \leq 2 \\ & x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

$$f = -4x_1^2 - 6x_2^2 + 8x_1 + 44x_2 + 2x_1x_2 \rightarrow \max$$

$$\begin{aligned} 2. \quad & x_1 + 2x_2 \leq 13 \\ & 2x_1 + x_2 \leq 9 \\ & x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

Uyinlarga doir masalalar

Kuyidagi matritsali uyinlarni minimaks va maksimum usullari bilan yeching.

1.

$$A = \begin{bmatrix} 6 & 2 & 5 \\ 4 & 3 & 7 \\ 5 & 7 & 6 \end{bmatrix}$$

$$\text{Жавоб: } X = (0, 0, 1), \quad Y = (0, 1, 0), \quad v = 5$$

2.

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 7 & 6 \\ 2 & 3 & 1 \\ 3 & 7 & 4 \end{bmatrix}$$

$$\text{Жавоб: } X = (1, 0, 0), \quad Y = (0, 1, 0) \quad \text{ёки}$$

$$X = (0, 2, 0), \quad Y = (0, 1, 0), \quad v = 2$$

3. Ikkita uynovchi bir-biridan xoli ravishda 1,2,3,4 sonlaridan birini uylaydi. Agar uynovchilardan birining uylagan soni ikkinchisidan bir birlikka kup balsa, u ikkinchiga yutukning uch birligini tulaydi. Agar uynovchi ikkinchisi uylagan sondan xech bulmasa ikki birlikka katta son uylagan balsa, u yutukning turt birligini tulaydi. Bir xil sonlar uylansa uyin durang deb hisoblanadi. Bu uyninning tulov matritsasi tuzilsin.

4. Uynovchilar 1 dan k gacha bulgan sonlardan birini uylaydilar. Agar birinchi uynovchi X ni, ikkinchisi Y ni tanlasa $X \geq Y$ xolda birinchi uynovchi yutukning $X-Y$ birligini yutadi; $X < Y$ xolda esa yutukning $X+Y$ birligini tulaydi. k k5 uchun uyin matritsasini tuzing.

$$5. \quad A = \begin{pmatrix} 3 & 5 & 6 \\ 1 & 2 & 3 \\ 0 & 7 & 4 \end{pmatrix} \text{ uyin matritsasining egar nuqtasi topilsin.}$$

6. 3-misoldagi uyin matritsasi $X_k(0,1;0,4;0,5)$ va $Y_k(0,3;0,3;0,4)$ strategiyalarda urtacha yutuk nechaga teng.

Kuyidagi matritsali uyinlarni chizikli programmalash usuli bilan yeching:

$$1. \quad A = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 & 2 \\ 3 & 5 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Жавоб: } X^* = (0; \frac{3}{4}; \frac{1}{4}), Y^* = (\frac{1}{2}; 0; \frac{1}{2}; 0) \quad v = \frac{5}{2}$$

$$2. \quad A = \begin{bmatrix} 2 & -3 & 4 \\ -3 & 4 & -4 \\ 4 & -3 & 6 \end{bmatrix}$$

$$\text{Жавоб: } X^* = (\frac{3}{4}; \frac{1}{2}; \frac{1}{4}), Y^* = (\frac{1}{4}; \frac{1}{2}; \frac{1}{4}) \quad v = 0$$

$$3. \quad A = \begin{bmatrix} 4 & -2 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \\ -3 & 3 & -1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Жавоб: } X^* = (\frac{1}{7}; \frac{6}{7}; 0), Y^* = (\frac{3}{7}; \frac{4}{7}; 0) \quad v = \frac{4}{7}$$

$$4. \quad A = \begin{bmatrix} 4 & 7 \\ 9 & 3 \\ 5 & 9 \\ 6 & 9 \end{bmatrix}$$

$$\text{Жавоб: } X^* = (0; \frac{1}{3}; 0; \frac{2}{3}), Y^* = (\frac{2}{3}; \frac{1}{3}) \quad v = 7$$

$$5. \quad A = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 6 \\ 7 & 2 & 0 \\ 5 & 3 & 2 \end{bmatrix}$$

$$\text{Жавоб: } X^* = (\frac{2}{5}; 0; \frac{3}{5}), Y^* = (\frac{1}{5}; \frac{4}{5}; 0) \quad v = \frac{17}{5}$$

$$6. \quad A = \begin{pmatrix} 3 & 5 & 6 \\ 1 & 2 & 3 \\ 0 & 7 & 4 \end{pmatrix} \text{ matritsali o'yinga ekvivalent chizikli programmashtirish}$$

masalasini tuzing va uni yechib uyin baxosini aniqlang.

$$7. \quad A = (a_{ij}) \text{ uyin matritsasi bir nechta egar nuktaga ega bulishi mumkinmi?}$$

**O‘zbekiston Respublikasi Oliy va
O‘rta maxsus Ta’lim Vazirligi
Samarqand Iqtisodiyot va Servis Instituti**

“Oliy matematika” kafedrası

“Iqtisodiyotda miqdoriy usullar” fanidan

Nazorat savollari

Tuzuvchilar: X.Qashiboyev

Samarqand 2013

Oraliq nazorat

1-variant

1. Chiziqli programmashtirish masalasining turli formalari va ularni birini ikkinchisi ko'rinishiga keltirish.

T.i: Chiziqli programmashtirish masalasi, kanonik masala, normal masala.

2. Masalani grafik usulda yeching:

$$\begin{array}{l} x_1 + x_2 \rightarrow \min \\ \hline 0 \leq x_1 \leq 1 \\ 0 \leq x_2 \leq 2 \\ 0 \leq x_1 + x_2 \leq 3 \\ \hline -1 \leq x_1 - x_2 \leq 0 \end{array}$$

3. Tumanga qarashli n – ta jamoa ho'jaligining ekin maydonlari mos holda $S_1, S_2, \dots, S_n$ ga . Tuman rejasiga ko'ra m hil ekindan $p_1, p_2, \dots, p_m$ miqdorda hosil olinishi kerak. j -jamoa

ho'jaligining i -ekindan j - maydonning bir gektaridan olishni kutadigan miqdori a_{ij} birlik jamoa xujaliklari bo'yicha *max* hosil olinishi uchun ekin maydonlari qanday taqsimlanishi kerak.

2-variant

1. Chiziqli funksiya, uning xossalari va iqtisodiy talqini.

T.i: Chiziqli funksiya, maksimum, minimum, maqsad funksiyasi, chegaraviy shartlar.

2. Chiziqli tengsizliklar sistemasi yechimini chizmada ifodalang:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 3 \\ x_1 + 3x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{cases}$$

3. Korxona A va V xildagi mahsulot tayyorlaydi. Buning uchun xom ashyoni 3 xildan foydalaniladi (I, II, III foydalaniladi). Quyidagi jadvalda hom ashyolarning zahira miqdori ko'rsatilgan. Bir dona mahsulotni tayyorlash uchun sarflanadigan hom ashyo miqdori, mahsulotni bir donasining bahosi jadvalda keltirilgan. Mahsulot ishlab chiqarishning shunday yechimi tuzilsinki, ishlab chiqarilgan mahsulotni puldagi ifodasi eng ko'p bo'lsin.

Hom ashyo turi	1 dona mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan mahsulot miqdori		Hom ashyoni zahira miqdori
	A	V	
I	2	1	2400
II	1	5	1800
III	3	-	2000
Bir dona mahsulotning bahosi (p.b.)	7,5	3	

a) masalaning matematik modeli tuzilsin;

b) ikkilangan iqtisodiy masala yozilib, uning matematik modeli tuzilsin.

3-variant

1. Ishlab chiqarish masalasining matematik modelini tuzing va iqtisodiy talqin eting.

T.i: Matematik model, maqsad funksiya, chegaraviy shartlar, nomanfiy yechim.

2. Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasini matritsali, vektor hamda kononik formalarida yozing va simpleks jadvalga joylashtiring:

$$y = -1 + x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} 0 = 2 + x_1 + 3x_2 + x_3 - 3x_4 \\ 0 = x_1 - x_2 - x_3 + x_4 \\ 0 = 2 + 3x_1 + x_2 - x_3 - x_4 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4$$

3. Transport masalasini yeching:

$v_i \backslash a_i$	60	35	20
60	5	4	1
60	4	2	6
35	7	3	5

4-variant

1. Chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechish.

T.i: Chiziqli programmashtirish masalasi, funksiya, to'g'ri chiziqli, yarim tekislik, normal vektor.

2. Quyidagi sistemani Jordan - Gauss usuli yordamida jadval ko'rinishida yeching:

$$\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 3x_4 = 1 \\ 2x_1 - 2x_2 + 5x_3 + 2x_4 = 4 \\ 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 + 2x_4 = -2 \end{cases}$$

3. Korxona A va V xildagi mahsulot tayyorlaydi. Buning uchun xom ashyoni 3 xildan foydalaniladi (I, II, III foydalaniladi). Quyidagi jadvalda hom ashyolarning zahira miqdori ko'rsatilgan. Bir dona mahsulotni tayyorlash uchun sarflanadigan hom ashyo miqdori, mahsulotni bir donasining bahosi jadvalda keltirilgan. Mahsulot ishlab chiqarishning shunday yechimi tuzilsinki, ishlab chiqarilgan mahsulotni puldagi ifodasi eng ko'p bo'lsin.

Hom ashyo turi	1 dona mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan mahsulot miqdori		Hom ashyoni zahira miqdori
	A	V	
I	2	1	2400
II	1	5	1800
III	3	-	2000
Bir dona mahsulotning bahosi (p.b.)	7,5	3	

a) masalaning matematik modeli tuzilsin;

b) ikkilangan iqtisodiy masala yozilib, uning matematik modeli tuzilsin.

5-variant

1. Chiziqli programmashtirish masalasida yechiming mavjud bo'lmashlik shartini bayon eting.

T.i: Chiziqli programmashtirish masalasi, maksimum, minimum, nomanfiy yechim, aniqlovchi satr, aniqlovchi ustun.

2. Transport masalasini yeching:

$v_j \backslash a_i$	60	35	20
60	5	4	1
60	4	2	6
35	7	3	5

3. Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasi yechilsin:

$$\begin{aligned} 2x_1 + 3x_2 &\rightarrow \min \\ 2x_1 - x_2 - x_3 &\geq 3 \\ x_1 - x_2 + x_3 &\geq 2 \\ x_j &\geq 0, \quad j = \overline{1,3} \end{aligned}$$

6-variant

1. Model va modellashtirish. Diyetla masalasining matematik modeli va iqtisodiy talqini.

T.i: model, iqtisodiy matematik modellar, parhez, to'yimli moddalar, minimal qiymat.

2. Korxona A va V xildagi mahsulot tayyorlaydi. Buning uchun xom ashyoni 3 xildan foydalaniladi (I, II, III foydalaniladi). Quyidagi jadvalda hom ashyolarning zahira miqdori ko'rsatilgan. Bir dona mahsulotni tayyorlash uchun sarflanadigan hom ashyo miqdori, mahsulotni bir donasining bahosi jadvalda keltirilgan. Mahsulot ishlab chiqarishning shunday yechimi tuzilsinki, ishlab chiqarilgan mahsulotni puldagi ifodasi eng ko'p bo'lsin.

Hom ashyo turi	1 dona mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan mahsulot miqdori		Hom ashyoni zahira miqdori
	A	V	
I	1	1	4500
II	2	3	1200
III	3	-	2300

Bir dona mahsulotning bahosi (p.b.)	7,5	3	
--	-----	---	--

- a) masalaning matematik modeli tuzilsin;
b) ikkilangan iqtisodiy masala yozilib, uning matematik modeli tuzilsin.
3. Transport masalasini yeching:

$v_k \backslash a_i$	150	140	100
75	5	6	3
150	9	2	5
80	8	1	4

7-variant

1. Ishlab chiqarish masalasining matematik modelini tuzing va iqtisodiy talqin eting.
T.i: Ishlab chiqarish masalasi, matematik model, eng katta foyda, chegaraviy shartlar.
2. Chiziqli programmashtirish masalasi yechilsin:

$$\begin{aligned} 2x_1 + x_2 &\rightarrow \max \\ x_1 - x_2 &\leq 1 \\ \frac{1}{2}x_2 - x_3 &\leq 1 \\ 2x_1 + x_3 &\leq 2 \\ x_i &\geq 0, \quad i = 1, 2, 3 \end{aligned}$$

3. Korxona A va V xildagi mahsulot tayyorlaydi. Buning uchun xom ashyoni 3 xildan foydalaniladi (I, II, III foydalaniladi). Quyidagi jadvalda hom ashyolarning zahira miqdori ko'rsatilgan. Bir dona mahsulotni tayyorlash uchun sarflanadigan hom ashyo miqdori, mahsulotni bir donasining bahosi jadvalda keltirilgan. Mahsulot ishlab chiqarishning shunday yechimi tuzilsinki, ishlab chiqarilgan mahsulotni puldagi ifodasi eng ko'p bo'lsin.

Hom ashyo turi	1 dona mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan mahsulot miqdori		Hom ashyoni zahira miqdori
	A	V	
I	4,5	1	2400
II	1	5	820
III	-	10	2000
Bir dona mahsulotning bahosi (p.b.)	10,5	3	

- a) masalaning matematik modeli tuzilsin;
b) ikkilangan iqtisodiy masala yozilib, uning matematik modeli tuzilsin

8-variant

1. Simpleks metodning asosiy g'oyasini bayon eting. Optimallik kriteriysi qanday ?
T.i: Simpleks metod, iteratsiya, aniqlovchi ustun, aniqlovchi satr, aniqlovchi element, ba'zis yechim.
2. Transport masalasini yeching:

$v_k \backslash a_i$	60	30	20
20	2	3	4
15	1	5	5
35	3	6	2
40	4	7	8

3. Chiziqli programmashtirish masalasi yechilsin:

$$\begin{aligned}
& 1,5x_1 + 3x_2 \rightarrow \max \\
& -x_1 + 2x_2 \leq 2 \\
& -x_1 + x_2 \geq -2 \\
& x_1 \geq 0, \\
& 0 \leq x_2 \leq 3
\end{aligned}$$

9-variant

1. Ikkilangan masalalar va ularning mohiyati.

T.i: Ikkilangan masala, simmetrik masala, mahsulot miqdori, mavjud barcha resurslar narxi.

2.

$$\begin{aligned}
2x_1 + x_2 &\leq 2400 \\
x_1 + 5x_2 &\leq 1800 \\
3x_1 &\leq 2000 \\
x_1 &\geq 0, \quad x_2 \geq 0 \\
Z_{\max} &= 7,5x_1 + 3x_2
\end{aligned}$$

chiziqli programmalash masalasi grafik usulda yechilsin.

3. Firma stol va stullar ishlab chiqarishga ixtisoslashgan. Ularni tayyorlashga ishlatiladigan 72 m³ birinchi hil va 56 m³ ikkinchi hil yog'och mahsulotlari mavjud. Stol va stullarning bir – birligini tayyorlashga sarflangan yog'och mahsulotlarining normasi jadvalda berilgan.

	1 hil yog'och	2 hil yog'och
stol	0,18	0,08
stul	0,09	0,28

Firma bitta stoldan 4,4 pul birligi sof daromad oladi, stuldan esa – 2,8. Maksimal daromad olish uchun firma nechtdan stol va stullar tayyorlashi mumkin. Bunday masalaning iqtisodiy matematik modelini tuzing.

10-variant

1. Ikkilangan iqtisodiy masalalar talqinini bayon eting.

T.i: Ikkilangan masala, simmetrik masala, mahsulot miqdori, mavjud barcha resurslar narxi.

2.

$$\begin{aligned}
2x_1 + x_2 &\leq 2000 \\
x_1 + 5x_2 &\leq 1500 \\
3x_1 &\leq 2000 \\
x_1 &\geq 0, \quad x_2 \geq 0 \\
Z_{\max} &= 7,5x_1 + 3x_2
\end{aligned}$$

chiziqli programmalash masalasi grafik usulda yechilsin.

3. Transport masalasini yeching:

$v_i \backslash a_i$	200	200	100
200	6	7	3
150	1	4	5
50	8	10	15

11-variant

1. Transport masalasi va uning dastlabki rejasini topish usullari.

T.i: iste'molchi va ta'minotchi, minimal harajatlar metodi, shimoli g'arbiy burchak metodi, transport harajati.

2. Chiziqli tengsizliklar sistemasi yechimini chizmada aniqlang:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 3 \\ x_1 + 3x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{cases}$$

3.

$$\begin{array}{l} 2x_1 - x_2 \rightarrow \max \\ 1 \leq x_1 + x_2 \leq 3 \\ 2 \leq x_1 - 2x_2 \leq 4 \\ 1 \leq 2x_1 - x_2 \leq 3 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{array}$$

- masalani simpleks jadvalga joylashtiring.

12-variant

1. Transport masalasini yechishning potentsial usuli.

T.i: iste'molchi va ta'minotchi, minimal harajatlar metodi, shimoli g'arbiy burchak metodi, transport harajati, potentsiallar, optimal.

2. Quyidagi masalaga ikkilangan masalani tuzing:

$$\begin{array}{l} 15x_1 + 6x_2 + 4x_3 \rightarrow \max \\ 3x_1 + 2x_2 - x_3 = 9 \\ 5x_1 - 3x_2 + 4x_3 = 25 \\ x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3. \end{array}$$

3. Ikkinchi vazifadagi masalaning berilgani va unga ikkilangan masaladan birini yechib, ikkinchisining yechimini aniqlang.

13-variant

1. Chiziqli programmashtirish masalasida yechiming mavjud bo'lmashlik shartini bayon eting.

T.i: chiziqsiz programmashtirish masalasi, minimum, maksimum, chegaraviy shartlar, shartli ekstremum masalasi.

2.

$$\begin{array}{l} -x_1 - x_2 + x_3 \rightarrow \min \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 3 \\ x_1 - 4x_2 + x_3 = -2 \\ x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, 4} \end{array}$$

-chiziqli programmashtirish masalasi yechilsin.

3. Transport masalasini potentsial usulda yeching:

v_i	25	10	13
a_j			
18	4	1	5
10	2	3	6
20	5	7	4

14-variant

1. Transport masalasining matematik modeli.

T.i: ta'minotchi, iste'molchi, eng kam harajat, optimal yechim, muvozanat sharti.

2. Sexda 3ta bir-birini almashtira oladigan qurilma-stanoklar bor, ularning kuvvatlari oyiga 400,850,300 norma-vaqtgacha. Sex 5 hil mahsulot tayyorlash majburiyatini olgan: P_1 - 600 birlik; P_2 -350, P_3 - 450, P_4 - 500, P_5 -600 birlik. Birinchi stanok har bir hil mahsulotning bir birligini tayyorlashi uchun mos holda 0,3, 0,6, 0,4, 0,8 va 0,5 soat sarflaydi, ikkinchi stanok – 0,6; 0,8; 0,7 va 0,9 soat, uchinchi stanok – 1,4, 0,5, 0,9, 0,6 va 1 soat sarflaydi. Bir birlik mahsulot tayyorlash uchun birinchi stanokning harajatlari mos holda 20, 10, 40, 50 va 80 pul birligi; ikkinchisidiki – 50, 40, 30, va 60; uchinsidiki 65, 90, 30, 20 va 50. Mahsulotlarning bir birligini bahosi – 80, 100, 60, 50 va 85 pul birligiga teng bo'lsa majburiyat bajarilishini kafolatlaydigan mahsulot ishlab chiqarish rejasi shunday tuzilsinki:

- 1) maksimal daromad olinsin;
- 2) tayyorlangan mahsulotlarning umumiy bahosi minimal bo'lsin;
- 3) qurilma – stanoklarning sarflagan vaqti minimal bo'lsin;

3. Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasi grafik usulda yechilsin:

$$y = 16x_1 + 10x_2 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} 5x_1 + 3x_2 \leq 90 \\ 3x_1 + 4x_2 \leq 70 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2.$$

15-variant

1. Simmetrik va simmetrik bo'lmagan ikkilangan masalalarning matematik modellari.
T.i: normal masala, simmetrik masala, simmetrik bulmagan masala, normal masala, kanonik masala.

2. Transport masalasi yechilsin:

$b_j \backslash a_i$	60	50	10
30	1	2	3
45	3	2	1
55	1	3	2

3. Tengsizliklar sistemasi yechimlari to'plamini grafik ravishda ifodalang:

$$\begin{cases} -4 \leq -x_1 + x_2 \leq -1 \\ x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \geq -2 \\ x_2 \leq 0 \end{cases}$$

16-variant

1. Ikkilangan masalalarning yechimlari haqidagi teorema.
T.i: mavjudlik teoremasi, joiz reja, vektorlar, chiziqli programmashtirish masalasi.

2. Grafik usulda yeching:

$$y = 2x_1 - 6x_2 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} -4 \leq -x_1 + x_2 \leq -1 \\ x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \geq -2 \\ x_2 \leq 0 \end{cases}$$

3. Quyidagi transport masalasining tayanch yechimlarini shimoliy-g'arb burchak va minimal element usullarida aniqlang va yechimlarni tahlil qiling:

$b_j \backslash a_i$	200	150	50
130	3	5	7
100	1	4	6

170	5	2	12
-----	---	---	----

17-variant

1. Ikkilangan simpleks usul g'oyasi.

T.i: Dastlabki masala, ikkilangan masala, simpleks jadval, normal ko'rinish, optimallik kriteriysi.

2. Chiziqli tengsizliklar sistemasining yechim soxasini aniqlang:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 3 \\ x_1 + 3x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{cases}$$

3. Transport masalasi yechilsin:

$b_j \backslash a_i$	60	50	10
30	15	12	13
45	3	12	11
55	12	13	12

18-variant

1 Chiziqli programmashtirish masalasining turli formalari va ularni birini ikkinchisi ko'rinishiga keltirish.

T.i: Kanonik masala, normal masala, simmetrik masala, chegaraviy shartlar.

- 2 Masalani grafik usulda yeching:

$$\begin{aligned} & x_1 + x_2 \rightarrow \min \\ & 0 \leq x_1 \leq 1 \\ & 0 \leq x_2 \leq 2 \\ & 0 \leq x_1 + x_2 \leq 3 \\ & -1 \leq x_1 - x_2 \leq 0 \end{aligned}$$

3. Tumanga qarashli n – ta jamoa ho'jaligining ekin maydonlari mos holda $S_1, S_2, \dots, S_n$ ga. Tuman rejasiga ko'ra m hil ekindan $p_1, p_2, \dots, p_m$ miqdorda hosil olinishi kerak. j -jamoa ho'jaligining i -ekindan j - maydonning bir gektaridan olishni kutadigan miqdori a_{ij} birlik jamoa xujaliklari bo'yicha $\max$ hosil olinishi uchun ekin maydonlari qanday taqsimlanishi kerak.

19-variant

1. Chiziqli funksiya, uning xossalari va iqtisodiy talqini.

T.i: Chiziqli funksiya, maksimum, minimum, maqsad funksiyasi, chegaraviy shartlar.

2. Chiziqli tengsizliklar sistemasi yechimini chizmada ifodalang:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 3 \\ x_1 + 3x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{cases}$$

3. Korxona A va V xildagi mahsulot tayyorlaydi. Buning uchun xom ashyoni 3 xildan foydalaniladi (I, II, III foydalaniladi). Quyidagi jadvalda hom ashyolarning zahira miqdori ko'rsatilgan. Bir dona mahsulotni tayyorlash uchun sarflanadigan hom ashyo miqdori,

mahsulotni bir donasining bahosi jadvalda keltirilgan. Mahsulot ishlab chiqarishning shunday yechimi tuzilsinki, ishlab chiqarilgan mahsulotni puldagi ifodasi eng ko'p bo'lsin.

Hom ashyo turi	1 dona mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan mahsulot miqdori		Hom ashyoni zahira miqdori
	A	V	
I	2	1	2400
II	1	5	1800
III	3	-	2000
Bir dona mahsulotning bahosi (p.b.)	7,5	3	

a) masalaning matematik modeli tuzilsin;

b) ikkilangan iqtisodiy masala yozilib, uning matematik modeli tuzilsin.

20-variant

1. Ishlab chiqarish masalasining matematik modelini tuzing va iqtisodiy talqin eting.

T.i: Chiziqli funksiya, maksimum, minimum, maqsad funksiyasi, chegaraviy shartlar.

2. Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasini matritsali, vektor hamda kononik formalarida yozing va simpleks jadvalga joylashtiring:

$$y = -1 + x_1 + x_2 + 2x_3 - x_4 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} 0 = 2 + x_1 + 3x_2 + x_3 - 3x_4 \\ 0 = x_1 - x_2 - x_3 + x_4 \\ 0 = 2 + 3x_1 + x_2 - x_3 - x_4 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 = x_1 - x_2 - x_3 + x_4 \\ 0 = 2 + 3x_1 + x_2 - x_3 - x_4 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 = 2 + 3x_1 + x_2 - x_3 - x_4 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, 3, 4$$

3. Transport masalasini yeching:

v_i	60	35	20
a_i			
60	5	4	1
60	4	2	6
35	7	3	5

21-variant

1. Chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechish.

T.i: Chiziqli funksiya, maksimum, minimum, maqsad funksiyasi, chegaraviy shartlar, yarim tekislik, normal vektor.

2. Quyidagi sistemani Jordan - Gauss usuli yordamida jadval ko'rinishida yeching:

$$\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 3x_4 = 1 \\ 2x_1 - 2x_2 + 5x_3 + 2x_4 = 4 \\ 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 + 2x_4 = -2 \end{cases}$$

3. Korxona A va V xildagi mahsulot tayyorlaydi. Buning uchun xom ashyoni 3 xildan foydalaniladi (I, II, III foydalaniladi). Quyidagi jadvalda hom ashyolarning zahira miqdori ko'rsatilgan. Bir dona mahsulotni tayyorlash uchun sarflanadigan hom ashyo miqdori, mahsulotni bir donasining bahosi jadvalda keltirilgan. Mahsulot ishlab chiqarishning shunday yechimi tuzilsinki, ishlab chiqarilgan mahsulotni puldagi ifodasi eng ko'p bo'lsin.

Hom ashyo turi	1 dona mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan mahsulot miqdori		Hom ashyoni zahira miqdori
	A	V	
I	2	1	2400
II	1	5	1800
III	3	-	2000

Bir dona mahsulotning bahosi (p.b.)	7,5	3	
-------------------------------------	-----	---	--

- a) masalaning matematik modeli tuzilsin;
b) ikkilangan iqtisodiy masala yozilib, uning matematik modeli tuzilsin.

22-variant

1. Chiziqli programmashtirish masalasida yechiming mavjud bo'lmashlik shartini bayon eting.

T.i: Chiziqli funksiya, maksimum, minimum, maqsad funksiyasi, chegaraviy shartlar, chegaralanmagan soha.

2. Transport masalasini yeching:

$v_i \backslash a_i$	60	35	20
60	5	4	1
60	4	2	6
35	7	3	5

3. Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasi yechilsin:

$$\begin{aligned} 2x_1 + 3x_2 &\rightarrow \min \\ 2x_1 - x_2 - x_3 &\geq 3 \\ x_1 - x_2 + x_3 &\geq 2 \\ x_j &\geq 0, \quad j = 1, 3 \end{aligned}$$

23-variant

1. Model va modellashtirish. Diyetla masalasining matematik modeli va iqtisodiy talqini.

T.i: Chiziqli funksiya, maksimum, minimum, maqsad funksiyasi, chegaraviy shartlar, parhez, to'yimlilik, vitaminlar, eng kam harajat.

2. Korxona A va V xildagi mahsulot tayyorlaydi. Buning uchun xom ashyoni 3 xildan foydalaniladi (I, II, III foydalaniladi). Quyidagi jadvalda hom ashyolarning zahira miqdori ko'rsatilgan. Bir dona mahsulotni tayyorlash uchun sarflanadigan hom ashyo miqdori, mahsulotni bir donasining bahosi jadvalda keltirilgan. Mahsulot ishlab chiqarishning shunday yechimi tuzilsinki, ishlab chiqarilgan mahsulotni puldagi ifodasi eng ko'p bo'lsin.

Hom ashyo turi	1 dona mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan mahsulot miqdori		Hom ashyoni zahira miqdori
	A	V	
I	1	1	4500
II	2	3	1200
III	3	-	2300
Bir dona mahsulotning bahosi (p.b.)	7,5	3	

- a) masalaning matematik modeli tuzilsin;
b) ikkilangan iqtisodiy masala yozilib, uning matematik modeli tuzilsin.

3. Transport masalasini yeching:

$v_k \backslash a_i$	150	140	100
75	5	6	3
150	9	2	5
80	8	1	4

24-variant

1. Ishlab chiqarish masalasining matematik modelini tuzing va iqtisodiy talqin eting.

T.i: Chiziqli funksiya, maksimum, minimum, maqsad funksiyasi, chegaraviy shartlar, eng ko'p foyda, eng kam harajat.

2. Chiziqli programmashtirish masalasi yechilsin:

$$\frac{2x_1 + x_2 \rightarrow \max}{x_1 - x_2 \leq 1}$$

$$\frac{1}{2}x_2 - x_3 \leq 1$$

$$2x_1 + x_3 \leq 2$$

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3$$

3. Korxona A va V xildagi mahsulot tayyorlaydi. Buning uchun xom ashyoni 3 xildan foydalaniladi (I, II, III foydalaniladi). Quyidagi jadvalda xom ashyolarning zahira miqdori ko'rsatilgan. Bir dona mahsulotni tayyorlash uchun sarflanadigan xom ashyo miqdori, mahsulotni bir donasining bahosi jadvalda keltirilgan. Mahsulot ishlab chiqarishning shunday yechimi tuzilsinki, ishlab chiqarilgan mahsulotni puldagi ifodasi eng ko'p bo'lsin.

Xom ashyo turi	1 dona mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarflanadigan mahsulot miqdori		Xom ashyoni zahira miqdori
	A	V	
I	4,5	1	2400
II	1	5	820
III	-	10	2000
Bir dona mahsulotning bahosi (p.b.)	10,5	3	

a) masalaning matematik modeli tuzilsin;

b) ikkilangan iqtisodiy masala yozilib, uning matematik modeli tuzilsin

25-variant

1. Simpleks metodning asosiy g'oyasini bayon eting. Optimallik kriteriysi qanday ?

T.i: Dastlabki masala, ikkilangan masala, simpleks jadval, normal ko'rinish, optimallik kriteriysi.

2. Transport masalasini yeching:

vk \ a _i	60	30	20
20	2	3	4
15	1	5	5
35	3	6	2
40	4	7	8

3. Chiziqli programmashtirish masalasi yechilsin:

$$\frac{1,5x_1 + 3x_2 \rightarrow \max}{-x_1 + 2x_2 \leq 2}$$

$$-x_1 + x_2 \geq -2$$

$$x_1 \geq 0,$$

$$\frac{0 \leq x_2 \leq 3}{}$$

26-variant

1. Ikkilangan masalalar va ularning mohiyati.

T.i: Dastlabki masala, ikkilangan masala, simpleks jadval, normal ko'rinish, optimallik kriteriysi.

- 2.

$$2x_1 + x_2 \leq 2400$$

$$x_1 + 5x_2 \leq 1800$$

$$3x_1 \leq 2000$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

$$Z_{\max} = 7,5x_1 + 3x_2$$

chiziqli programmalash masalasi grafik usulda yechilsin.

3. Firma stol va stullar ishlab chiqarishga ixtisoslashgan. Ularni tayyorlashga ishlatiladigan 72 m³ birinchi hil va 56 m³ ikkinchi hil yog'och mahsulotlari mavjud. Stol va stullarning bir – birligini tayyorlashga sarflangan yog'och mahsulotlarining normasi jadvalda berilgan.

	1 hil yog'och	2 hil yog'och
stol	0,18	0,08
stul	0,09	0,28

Firma bitta stoldan 4,4 pul birligi sof daromad oladi, stuldan esa – 2,8. Maksimal daromad olish uchun firma nechtdan stol va stullar tayyorlashi mumkin. Bunday masalaning iqtisodiy matematik modelini tuzing.

27-variant

1. Ikkilangan iqtisodiy masalalar talqinini bayon eting.

T.i: Dastlabki masala, ikkilangan masala, simpleks jadval, normal ko'rinish, optimallik kriteriysi.

- 2.

$$2x_1 + x_2 \leq 2000$$

$$x_1 + 5x_2 \leq 1500$$

$$3x_1 \leq 2000$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

$$Z_{\max} = 7,5x_1 + 3x_2 \text{ chiziqli programmalash masalasi grafik usulda yechilsin.}$$

3. Transport masalasini yeching:

$v_i \backslash a_i$	200	200	100
200	6	7	3
150	1	4	5
50	8	10	15

28-variant

1. Transport masalasi va uning dastlabki rejasini topish usullari.

T.i: ta'minotchi, iste'molchi, eng kam harajat, optimal yechim, muvozanat sharti, shimoli g'arbiy burchak usuli.

2. Chiziqli tengsizliklar sistemasi yechimini chizmada aniqlang:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \leq 3 \\ x_1 + 3x_2 \leq 4 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{cases}$$

- 3.

$$\frac{2x_1 - x_2 \rightarrow \max}{1 \leq x_1 + x_2 \leq 3}$$

$$2 \leq x_1 - 2x_2 \leq 4$$

$$1 \leq 2x_1 - x_2 \leq 3$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0$$

- masalani simpleks jadvalga joylashtiring.

29-variant

1. Transport masalasini yechishning potentsial usuli.

T.i: ta'minotchi, iste'molchi, eng kam harajat, optimal yechim, muvozanat sharti, bo'sh katak, potentsiallar.

2. Quyidagi masalaga ikkilangan masalani tuzing:

$$\frac{15x_1 + 6x_2 + 4x_3 \rightarrow \max}{3x_1 + 2x_2 - x_3 = 9}$$

$$5x_1 - 3x_2 + 4x_3 = 25$$

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3.$$

3. Ikkinchi vazifadagi masalaning berilgani va unga ikkilangan masaladan birini yechib, ikkinchisining yechimini aniqlang.

30-variant

1. Chiziqli programmashtirish masalasida yechiming mavjud bo'lmalik shartini bayon eting.

- 2.

$$\frac{-x_1 - x_2 + x_3 \rightarrow \min}{x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 3}$$

$$x_1 - 4x_2 + x_3 = -2$$

$$x_i \geq 0, \quad i = 1, 4$$

-chiziqli programmashtirish masalasi yechilsin.

3. Transport masalasini potentsial usulda yeching:

v_i	25	10	13
a_i			
18	4	1	5
10	2	3	6
20	5	7	4

31-variant

1. Transport masalasining matematik modeli.

T.i: ta'minotchi, iste'molchi, eng kam harajat, optimal yechim, muvozanat sharti.

2. Sexda 3ta bir-birini almashtira oladigan qurilma-stanoklar bor, ularning kuvvatlari oyiga 400, 850, 300 norma-vaqtgacha. Sex 5 hil mahsulot tayyorlash majburiyatini olgan: P_1 - 600 birlik; P_2 -350, P_3 - 450, P_4 - 500, P_5 -600 birlik. Birinchi stanok har bir hil mahsulotning bir birligini tayyorlashi uchun mos holda 0,3, 0,6, 0,4, 0,8 va 0,5 soat sarflaydi, ikkinchi stanok – 0,6; 0,8; 0,7 va 0,9 soat, uchinchi stanok – 1,4, 0,5, 0,9, 0,6 va 1 soat sarflaydi. Bir birlik mahsulot tayyorlash uchun birinchi stanokning harajatlari mos holda 20, 10, 40, 50 va 80 pul birligi; ikkinchisidiki – 50, 40, 30, va 60; uchinsidiki 65, 90, 30, 20 va 50. Mahsulotlarning bir birligini bahosi – 80, 100, 60, 50 va 85 pul birligiga teng bo'lsa majburiyat bajarilishini kafolatlaydigan mahsulot ishlab chiqarish rejasi shunday tuzilsinki:

- 1) maksimal daromad olinsin;
- 2) tayyorlangan mahsulotlarning umumiy bahosi minimal bo'lsin;
- 3) qurilma – stanoklarning sarflagan vaqti minimal bo'lsin;

3. Quyidagi chiziqli programmashtirish masalasi grafik usulda yechilsin:

$$y = 16x_1 + 10x_2 \rightarrow \min,$$

$$\begin{cases} 5x_1 + 3x_2 \leq 90 \\ 3x_1 + 4x_2 \leq 70 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2.$$

32-variant

1. Simmetrik va simmetrik bo'lmagan ikkilangan masalalarning matematik modellari.

T.i: Dastlabki masala, ikkilangan masala, simpleks jadval, normal ko'rinish, optimallik kriteriysi.

2. Transport masalasi yechilsin:

$b_j \backslash a_i$	60	50	10
30	1	2	3
45	3	2	1
55	1	3	2

3. Tengsizliklar sistemasini yechimlari to'plamini grafik ravishda ifodalang:

$$\begin{cases} -4 \leq -x_1 + x_2 \leq -1 \\ x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \geq -2 \\ x_2 \leq 0 \end{cases}$$

33-variant

1. Ikkilangan masalalarning yechimlari haqidagi teorema.

T.i: Dastlabki masala, ikkilangan masala, simpleks jadval, normal ko'rinish, optimallik kriteriysi.

2. Grafik usulda yeching:

$$y = 2x_1 - 6x_2 \rightarrow \max,$$

$$\begin{cases} -4 \leq -x_1 + x_2 \leq -1 \\ x_1 + x_2 \leq 2 \\ x_1 + 2x_2 \geq -2 \\ x_2 \leq 0 \end{cases}$$

3. Quyidagi transport masalasining tayanch yechimlarini shimoliy-g'arb burchak va minimal element usullarida aniqlang va yechimlarni tahlil qiling:

$v_k \backslash a_i$	200	150	50
130	3	5	7
100	1	4	6
170	5	2	12

Yakuniy nazorat savollari

1-variant

1. Iqtisodiyotda miqdoriy usullar kursining maqsadi va vazifalari.

Tayanch iboralar: matematik model, chiziqli funksiya, transport masalasi.

2. CHP masalasida asosiy va ikkilanma masalalar orasidagi bog'lanishlar.

Tayanch iboralar: chiziqli funksiya, ikkilanma masala, sun'iy bazis usuli.

3. Egar nuqta va Kun-Takker teoremasi.

Tayanch iboralar: qavariq funksiyalar, Egar nuqta, Kun-Takker teoremasi.

4. Masalani yeching:

$$\begin{aligned} & \underline{3x_1 + 5x_2 \rightarrow \max} \\ & -x_1 + x_2 + x_3 \leq 5 \\ & -x_1 + 5x_2 \leq 41 \\ & 3x_1 + 5x_2 + x_3 \leq 77 \\ & x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,3} \end{aligned}$$

5. Masalani yeching:

vk	100	100	100
a _i			
100	6	7	3
150	1	2	5
50	8	10	20

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

2- variant

1. Chiziqli programmashtirish (CHP) masalasining qo'yilishi va uning turli formalari.
Tayanch iboralar: normal masala, kanonik masala, maqsad funksiya.
2. Ikkilanma simpleks usul.
Tayanch iboralar: ikkilanma masala, optimal reja, bazis reja, ikkinlanma simpleks usul, sun'iy bazis usuli.
3. Qavariq programmashtirish. Qavariq to'plam va uning xossalari.
Tayanch iboralar: qavariq to'plamlar va qavariq funksiyalar, Kun Takker teoremasi.
4. Transport masalasini yeching:

vk	200	150	50
a _i			
130	3	5	7
100	1	4	6
170	5	2	12

5. Simpleks metod yordamida yeching:

$$\begin{aligned} & \underline{2x_1 + 3x_2 \rightarrow \min} \\ & 2x_1 - x_2 - x_3 \geq 3 \\ & x_1 - x_2 + x_3 \geq 2 \\ & x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,3} \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

3-variant

1. CHP masalasining turli formalari standart yoki kanonik ko'rinishda ifodalash. Asosiy tushunchalar.
Tayanch iboralar: normal masala, kanonik masala, maqsad funksiya.
2. Potensiallar metodi (transport masalasida)
Tayanch iboralar: transport masalasi, ta'minotchi va iste'molchi, yopiq va ochiq tipdagi masalalar.
3. Qavariq funksiya va uning xossalari.
Tayanch iboralar: qavariq to'plamlar va qavariq funksiyalar, Kun Takker teoremasi.
4. Shartli ekstremum masalasini yeching:

$$\begin{cases} x^2 + 14y + 3y^2 \rightarrow \text{extr} \\ 4x^2 + y^2 - 25 = 0 \end{cases}$$

5. Transport masalasini yeching:

v_i	200	200	100
a_i			
200	6	7	3
150	1	4	5
50	8	10	15

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

4-variant

1. Turli iqtisodiy masalalarning Chiziqli modellari xaqida. Diyeta masalasi modelini tuzing.
Tayanch iboralar: iqtisodiyotdagi ishlab chiqarish masalasi, parxez taom masalasi.
2. Butun sonli CHP masalasi va uni yechish usuli.
Tayanch iboralar: butun sonli chiziqli programmashtirish masalasi, kesuvchi tekisliklar metodi.
3. Shartsiz ekstremum masalalari. Minimumning zarariy sharti.
Tayanch iboralar: shartsiz ekstremum, chiziqsiz programmashtirish.
4. Yarim doiraga ichki chizilgan to'g'ri to'rtburchaklar ichidan eng katta yuzaga ega bo'lganini toping (asosi diametrda yotuvchi).
5. Transport masalasini yeching.

v_k	60	30	20
a_i			
20	2	3	4
15	1	5	5
35	3	6	2
40	4	7	8

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

5-variant

1. Ishlab chikarish masalasi va uning chiziqli modelini tuzish.
Tayanch iboralar: parxez taom masalasi, bichish-tikish masalasi.
2. Shartli ekstremum masalasi. Normal masala uchun Lagranjning ko'paytuvchilar qoidasi.
Tayanch iboralar: chiziqsiz programmashtirish masalasi, Lagranj funksiyasi, Lagranj ko'paytuvchilari, Lagranj teoremasi.
3. Resurslarning optimal taqsimoti xaqidagi masala.
Tayanch iboralar: transport masalasi, potensiallar usuli, iste'molchi, ta'minotchi .

4. CHP masalasini sun'iy bazis usuli yordamida yeching:

$$\begin{aligned} & \frac{x_1 - 6x_2 + x_3 + 5x_4 \rightarrow \max}{4x_1 + 3x_2 + 2x_3 - x_4 = 7} \\ & -x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 3x_4 = 12 \\ & x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, 4 \end{aligned}$$

5. Gipotenuzasi berilgan to'g'ri burchakli uchburchaklar ichidan eng katta yuzaga ega bo'lganini toping.

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

6-variant

1. Transport masalasi va uning Chiziqli modelini tuzish.
Tayanch iboralar: ta'minotchi va iste'molchi, transport harajatlari, yopiq va ochiq tipdagi masalalar.
2. Asosiy va ikkilanma masalalar orasidagi bog'lanishlar.
Tayanch iboralar: asosiy masala, ikkinlanma masala, simmetrik masala, kanonik masala.
3. Shartlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalar uchun nisbiy minimumning zaruriy sharti.
Tayanch iboralar: shartli ekstremum masalasi, shartli minimum, zaruriy shart, simpleks metod, sun'iy bazis usul.
4. Masalani sun'iy bazis usuli yordamida yeching:

$$\begin{aligned} & \frac{2x_1 - 8x_2 + x_3 + 4x_4 \rightarrow \max}{4x_1 + 3x_2 + 2x_3 - x_4 = 7} \\ & -x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 3x_4 = 12 \\ & x_i \geq 0, \quad i = 1, 4 \end{aligned}$$

5. Transport masalasini yeching:

vk	150	140	100
a _i			
75	5	6	3
150	9	2	5
80	8	1	4

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

7 - variant

1. CHP masalasini grafik usulda yechish (m-ihtiyoriy, n=2 bulgan xol).
Tayanch iboralar: Chiziqli tengsizliklar sistemasi, yechimlar ko'pburchagi (sohasi), ichki va chetki nuqtalar.
2. CHP masalasi yechimning mavjudligi xaqidagi teorema.
Tayanch iboralar: chiziqli programmashtirish masalasi, bazis yechim, simpleks algoritmi.
3. Ochiq modelli transport masalalari va ularni yechish usuli.
Tayanch iboralar: iste'molchi va ta'minotchi, muvozanat sharti, transport masalasi, potentsiallar metodi.
4. Masalani yeching:

$$\begin{aligned} x_1 + 4x_2 - 7x_3 &\rightarrow \max \\ 2x_1 - 2x_2 + 14x_3 &= 2 \\ x_1 - 2x_2 + 10x_3 &= 0 \\ x_i &\geq 0, \quad i = 1, 2, 3 \\ x_0 &= (2; 1; 0) \end{aligned}$$

5. Transport masalasini yeching.

v_i	60	35	20
a_i			
60	5	4	1
60	4	2	6
35	7	3	5

potensiallar metodi.

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

8 - variant

1. CHP masalasini grafik usulda yechish ($n-m=2$ bo'lgan hol).
Tayanch iboralar: grafik usul, normal vektor, yarim tekislik, to'g'ri chiziqli grafigi.
2. Transport masalasi, uning yopiq va ochiq modellari.
Tayanch iboralar: transport masalasi, ta'minotchi va iste'molchi, transport harajatlari, yopiq va ochiq tipdagi masalalar.
3. Shartsiz ekstremum masalalari. Ekstremumning zaruriy va yetarlilik shartlari.
Tayanch iboralar: shartsiz ekstremum, zaruriy va yetarli shartlar.
4. Transport masalasini yeching:

v_i	30	20	10
a_i			
20	1	3	6
15	2	5	7
25	4	5	8

5. Masalani grafik usulda yeching:

$$\begin{aligned} 2x_1 + x_2 &\rightarrow \max \\ x_1 - x_2 &\leq 1 \\ \frac{1}{2}x_2 - x_3 &\leq 1 \\ 2x_1 + x_3 &\leq 2 \\ x_i &\geq 0, \quad i = 1, 2, 3 \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

9 - variant

1. Chetki nuqta va uning xossalari.
Tayanch iboralar: chetki nuqta, qavariq ko'pyoq, yarim tekislik, shart vektorlari.
2. Dastlabki rejani shimoli- g'arbiy usul yordamida topish.
Tayanch iboralar: shimoli-garbiy burchak, iste'molchi va ta'minotchi.
3. Optimallik prinsipi. Dinamik programmashtirish usuli. Asosiy rekurrent munosabat.
Tayanch iboralar: Bellmannning optimallik qoidasi, shartli optimal yechim, Bellman funksiyasi.
4. Transport masalasini yeching:

v_k	50	25	35
a_i			
40	6	7	3
13	1	2	5
47	8	10	12

5. Masalani sun'iy bazis usuli yordamida yeching:

$$\begin{aligned} & \underline{3x_1 + 4x_2 + 5x_3 - x_4 \rightarrow \max} \\ & -x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 4 \\ & x_1 - x_2 + 2x_3 = 1 \\ & x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, 4} \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

10-variant

1. Simpleks usuldagi simpleks iteratsiya.

Tayanch iboralar: simpleks jadval, simpleks iteratsiya, hal qiluvchi ustun, hal qiluvchi yo'l, hal qiluvchi element.

2. Dastlabki rejani minimal harajatlar usuli yordamida topish (transport masalasida)

Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi.

3. Qavariq funksiya va uning xossalari.

Tayanch iboralar: qavariq to'plam, qavariq funksiya, qavariq programmashtirish, chiziqli tengsizlik, grafik usul.

4. CHP masalasini sun'iy bazis usulida yeching:

$$\begin{aligned} & 4x_1 - 5x_2 - 2x_3 + x_4 \rightarrow \max \\ & x_1 + 3x_2 + 3x_3 + x_4 = 3 \\ & 2x_1 + 3x_3 - x_4 = 4 \\ & x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, 4 \end{aligned}$$

5. Masalani grafik usulda yeching:

$$\begin{aligned} & \underline{2x_1 - x_2 \rightarrow \max} \\ & 1 \leq x_1 + x_2 \leq 3 \\ & 2 \leq x_1 - 2x_2 \leq 4 \\ & 1 \leq 2x_1 - x_2 \leq 3 \\ & x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

11-variant

1. Chiziqli programmashtirish masalasida bazis rejaning optimallik sharti.

Tayanch iboralar: reja, bazis reja, optimal reja.

2. Butun sonli CHP masalasi va uni yechish usuli.

Tayanch iboralar: butun sonli chiziqli programmashtirish, kommivoyajer, Gomori algoritmi.

3. Transport masalasi, uning yopiq va ochiq modellari.

Tayanch iboralar: transport masalasi, ta'minotchilar, iste'molchilar, muvozanat sharti.

4. Transport masalasini yeching:

	128	52	100
48	4	2	1
152	1	6	8
50	3	7	2

5. Masalani grafik usulda yeching:

$$\begin{aligned} -x_1 - x_2 + x_3 &\rightarrow \min \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 &= 3 \\ x_1 - 4x_2 + x_3 &= -2 \\ x_i &\geq 0, \quad i = \overline{1,4} \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

12 - variant

1. CHP masalasida optimal yechimning mavjud bo'lmashlik sharti (maqsad funksiyaning chegaralanmaganlik sharti).
Tayanch iboralar: yechimning mavjud bo'lmashlik sharti, maqsad funksiyasining chegaralanmaganlik sharti, chiziqli programmashtirish masalasi.
2. Transport masalasi va dastlabki tayanch rejani topish usullari.
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli.
3. Dinamik programmashtirish usulidagi asosiy prinsiplar.
Tayanch iboralar: chiziqsiz programmashtirish masalasi, dinamik programmashtirish, Bellman tenglamasi, simpleks usul, shartli ekstremum masalasi.
4. CHP masalasini simpleks metod yordamida yeching:

$$\begin{aligned} x_1 + 3x_2 + 5x_3 - x_4 &\rightarrow \max \\ x_1 + 4x_2 + 4x_3 + x_4 &= 6 \\ x_1 + 6x_2 + 8x_3 + 2x_4 &= 10 \\ x_i &\geq 0, \quad i = \overline{1,4} \end{aligned}$$

5. Shartli ekstremum masalasini yeching:

$$\begin{aligned} x^2 + y^2 - 12x + 16y &\rightarrow \text{extr} \\ (x-1)^2 + (y-2)^2 &\leq 25 \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

13 - variant

1. Simpleks jadval (dastlabki jadvalni tuldish).
Tayanch iboralar: simpleks iteratsiya, simpleks jadval, dastlabki jadvalni to'ldirish, normal masal.
2. Shartli ekstremum masalasi. Normal masala uchun Lagranjning ko'paytuvchilar qoidasi.
Tayanch iboralar: Lagranjning ko'paytuvchilar qoidasi, qavariq to'plam, qavariq funksiya, qavariq programmashtirish.
3. CHP da sun'iy bazis usullari.
Tayanch iboralar: simpleks iteratsiya, M metod, m+1 qator, m+2 qator, sun'iy bazis.
4. Grafik usulda yeching:

$$\begin{aligned} 1,5x_1 + 3x_2 &\rightarrow \max \\ -x_1 + 2x_2 &\leq 2 \\ -x_1 + x_2 &\geq -2 \\ x_1 &\geq 0, \\ 0 &\leq x_2 \leq 3 \end{aligned}$$

5. Optimal plani toping.

vk	134	160	155
a _i			
79	6	5	5 ⁵
31	6	2	6

55	4	5	8
----	---	---	---

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

14 – variant

- Simpleks jadvalda bir jadvaldan navbatdagi jadvalga o'tish. «To'g'ri to'rtburchak» usuli. Tayanch iboralar: simpleks iteratsiya, simpleks jadval, dastlabki jadvalni to'ldirish, normal masala.
- Ikkilanma simpleks usul. Tayanch iboralar: asosiy va unga ikkilanma masala, kanonik masala, simmetrik masala.
- Shartsiz ekstremum masalalari. Minimumning zaruriy va yetarlilik shartlari. Tayanch iboralar: shartsiz ekstremum, zaruriy va yetarli shartlar.
- Xajmi 16 Pm^3 bulgan silindrlar ichidan to'la sirti eng kichik bo'lgan silindrning kattaliklarini toping.
- Masalani yeching:

$$\begin{array}{l} 2x_1 + 2x_2 \rightarrow \min \\ 2x_1 - x_2 - x_3 \geq 3 \\ x_1 - x_2 + x_3 \geq 2 \\ x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,3} \end{array}$$

Tayanch iboralar: simpleks iteratsiya, simpleks jadval, ikkilanma simpleks usul, asosiy va unga ikkilanma masala, shartsiz ekstremum, minimumning zaruriy va yetarlilik shartlari.

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

15 – variant

- Chiziqli programmashtirishning standart masalasi uchun dastlabki bazis rejani topish. Tayanch iboralar: normal masala, kanonik masala, reja, bazis reja, standart masala, nomanfiy yechim.
- Potensiallar metodi (transport masalasida) Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli, potensiallar.
- Resurslarni optimal taqsimlash masalasi. Tayanch iboralar: boshlang'ich reja, transport masalasi, reja, potensiallar metodi.
- Sakkizni shunday ikkita musbat son yigindisi shaklida yozingki, ularning kublari yigindisi minimal bo'lsin.
- Masalani yeching:

$$\begin{array}{l} x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max \\ -x_1 + x_2 + x_3 = 2 \\ 3x_1 - x_2 + x_3 = 0 \\ x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,3} \end{array}$$

Tayanch iboralar: normal masala, kanonik masala, reja, bazis reja, standart masala, boshlang'ich reja, transport masalasi, reja, potensiallar metodi, Bellman tenglamasi, grafik usul, simpleks usul, sun'iy bazis usuli.

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

16 – variant

- Sun'iy bazis usuli (Chiziqli programmashtirishda) Tayanch iboralar: reja, boshlang'ich reja, sun'iy bazis usuli, M-metod.
- Yopiq modelli transport masalasida tayanch rejaning optimallik sharti. Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli, potensiallar.

3. CHP masalasida rejaning optimallik sharti.
Tayanch iboralar: reja, boshlang'ich reja, sun'iy bazis usuli, M-metod, parametrlı CHP masalasi, nomanfiy kator..
4. Masalani yeching:

vk	40	40	40
a_i			
30	1	2	5
40	6	1	4
50	7	4	3

5. Shartli ekstremum masalasini yeching:

$$\begin{cases} \cos^2 x + \cos^2 y \rightarrow \text{extr} \\ x - y - \frac{\pi}{4} = 0 \end{cases}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

17 – variant

1. M-metod (Chiziqli programmashtirishda).
Tayanch iboralar: reja, boshlang'ich reja, sun'iy bazis usuli, M-metod.
2. Butun sonli CHP masalasi va uni yechish usuli.
Tayanch iboralar: butun sonli chiziqli programmashtirish, chegaralar va tarmoqlar metodi, resurslarni optimal taqsimlash, optimallik prinsipi.
3. Resurslarning optimal taqsimoti xaqidagi masala.
Tayanch iboralar: reja, boshlang'ich reja, transport masalasi, potentsiallar usuli.
4. Transport masalasini yeching:

vk	150	150	150
a_i			
200	2	1	5
100	6	8	4
150	7	4	4

5. Shartli ekstremum masalasini yeching:

$$\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2 \rightarrow \text{extr} \\ \frac{x_1}{a_1} + \frac{x_2}{a_2} + \dots + \frac{x_n}{a_n} - 1 = 0 \\ a_i > 0, \quad i = \overline{1, n} \end{cases}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

18 – variant

1. Chiziqli programmashtirishda ikkilanma masalalar va ularning ayrim xossalari.
Tayanch iboralar: ikkilanma masala, ikkilanma o'zgaruvchilarning iqtisodiy talkini.
2. Shartlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalar uchun nisbiy minimumning zaruriy sharti.
Tayanch iboralar: shartlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalar, nisbiy minimumning zaruriy sharti.
3. Optimallik prinsipi. Dinamik programmashtirish usuli. Asosiy rekurrent munosabat.
Tayanch iboralar: nisbiy minimumning zaruriy sharti, dinamik programmashtirish, optimallik sharti.
4. Masalani yeching:

$$\begin{array}{l} x_1 - x_2 \rightarrow \min \\ \hline 2x_1 + x_2 \geq 2 \\ -x_1 - x_2 \geq 1 \\ \hline x_j \geq 0, \quad j = 1, 2 \end{array}$$

5. Masalani yeching:

vk	120	90	70
a_i			
100	4	2	5
90	6	0	3
90	5	4	2

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

19 – variant

1. Chiziqli programmashtirishda asosiy va unga ikkilanma masalalarning iqtisodiy talkini.

Tayanch iboralar: ikkilanma masala, ikkilanma o'zgaruvchilarning iqtisodiy talkini.

2. Butun sonli CHP masalasi va uni yechish usuli.

Tayanch iboralar: butun sonli chiziqli programmashtirish, uni yechish usuli, kesuvchi tekislik.

3. Qavariq programmashtirish. Qavariq to'plam va uning xossalari.

Tayanch iboralar: qavariq to'plam, qavariq funksiya, qavariq programmashtirish.

4. Transport masalasini yeching:

vk	60	60	60
a_i			
30	7	6	3
80	3	6	7
70	6	7	3

5. Masalani yeching:

$$4x_1 + 6x_2 + 3x_3 \rightarrow \min$$

$$3x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 9$$

$$x_1 + 2x_2 + 2x_3 \geq 8$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 3$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

20 – variant

1. Chiziqli programmashtirishda asosiy va ikkilanma masalalar orasidagi bog'lanishlar.

Tayanch iboralar: asosiy masala, unga ikkilanma masala.

2. Shartli ekstremum masalasi. Normal masala uchun Lagranjning ko'paytuvchilar qoidasi.

Tayanch iboralar: shartli ekstremum masalasi, normal masala uchun Lagranjning ko'paytuvchilar qoidasi.

3. Ochiq tipdagi transport masalasini yechish usullari.

Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli, muvozanat sharti.

4. Masalani yeching.

$$56x_1 + 37x_2 + 2x_3 \rightarrow \min$$

$$4x_1 + 5x_2 - x_3 \geq 3$$

$$9x_1 + 3x_2 + 2x_3 \geq 4$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 3$$

5. Masalani yeching.

vk	50	40	10
a_i			
70	6	3	1
10	8	4	2
20	3	5	5

21-variant

1. Transport masalasi va uning chiziqli modelini tuzish.
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli.
2. Asosiy va ikkilanma masalalar orasidagi bog'lanishlar.
Tayanch iboralar: chiziqli funksiya, ikkilanma masala, sun'iy bazis usuli.
3. Shartlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalar uchun nisbiy minimumning zaruriy sharti.
Tayanch iboralar: shartsiz ekstremum, zaruriy va yetarli shartlar.
4. Masalani sun'iy bazis usuli yordamida yeching:

$$\begin{aligned} 2x_1 - 8x_2 + x_3 + 4x_4 &\rightarrow \max \\ 4x_1 + 3x_2 + 2x_3 - x_4 &= 7 \\ -x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 3x_4 &= 12 \\ x_i &\geq 0, \quad i = \overline{1,4} \end{aligned}$$

5. Transport masalasini yeching:

vk	150	140	100
a _i			
75	5	6	3
150	9	2	5
80	8	1	4

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

22-variant

1. CHP masalasini grafik usulda yechish (m-ixtiyoriy, n=2 bulgan xol).
Tayanch iboralar: Chiziqli tengsizliklar sistemasi, yechimlar ko'pburchagi (sohasi), ichki va chetki nuqtalar, satx chizig'i, normal vektor.
2. CHP masalasi yechimning mavjudligi xaqidagi teorema.
Tayanch iboralar: Chiziqli tengsizliklar sistemasi, minimum, maksimum, maksad funksiya.
3. Ochiq modelli transport masalalari va ularni yechish usuli.
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli, muvozanat sharti.
4. Masalani yeching:

$$\begin{aligned} x_1 + 4x_2 - 7x_3 &\rightarrow \max \\ 2x_1 - 2x_2 + 14x_3 &= 2 \\ x_1 - 2x_2 + 10x_3 &= 0 \\ x_i &\geq 0, \quad i = \overline{1,2,3} \\ x_0 &= (2; 1; 0) \end{aligned}$$

5. Transport masalasini yeching.

v _i	60	35	20
a _i			
60	5	4	1
60	4	2	6
35	7	3	5

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

23-variant

1. CHP masalasini grafik usulda yechish (n-m=2 bulgan xol).

- Tayanch iboralar: grafik usul, normal vektor, yarim tekisliklar.
2. Transport masalasi, uning yopiq va ochiq modellari.
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli.
 3. Shartsiz ekstremum masalalari. Ekstremumning zaruriy va yetarlilik shartlari.
Tayanch iboralar: shartsiz ekstremum, zaruriy va yetarli shartlar.
 4. Transport masalasini yeching:

v_i	30	20	10
a_i			
20	1	3	6
15	2	5	7
25	4	5	8

5. Masalani grafik usulida yeching:

$$\begin{aligned} & \frac{2x_1 + x_2 \rightarrow \max}{x_1 - x_2 \leq 1} \\ & \frac{1}{2}x_2 - x_3 \leq 1 \\ & 2x_1 + x_3 \leq 2 \\ & x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3 \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

24-variant

1. Chetki nuqta va uning xossalari.
Tayanch iboralar: chetki nuqta, reja, yarim fazojoiz vektor.
2. Dastlabki rejani shimoli- g'arbiy usul yordamida topish.
Tayanch iboralar: shimoli-garbiy burchak usuli, transport masalasi, dastlabki reja, minimal harajatlar usuli, potentsiallar metodi.
3. Optimallik prinsipi. Dinamik programmashtirish usuli. Asosiy rekurrent munosabat.
Tayanch iboralar: optimallik prinsipi, dinamik programmashtirish, rekurrent munosabat.
4. Transport masalasini yeching:

v_k	50	25	35
a_i			
40	6	7	3
13	1	2	5
47	8	10	12

5. Masalani sun'iy bazis usuli yordamida yeching:

$$\begin{aligned} & \frac{3x_1 + 4x_2 + 5x_3 - x_4 \rightarrow \max}{-x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 = 4} \\ & x_1 - x_2 + 2x_3 = 1 \\ & x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, 4} \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

25-variant

1. Simpleks usuldagi simpleks iteratsiya.
Tayanch iboralar: simpleks jadval, simpleks iteratsiya, xal kiluvchi ustun, xal kiluvchi yul, xal kiluvchi element.
2. Dastlabki rejani minimal harajatlar usuli yordamida topish (transport masalasida)
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi.
3. Qavariq funksiya va uning xossalari.

Tayanch iboralar: qavariq to'plam, qavariq funksiya, qavariq programmashtirish, chiziqli tengsizlik, grafik usul.

4. CHP masalasini sun'iy bazis usulida yeching:

$$\begin{aligned} & \frac{4x_1 - 5x_2 - 2x_3 + x_4 \rightarrow \max}{x_1 + 3x_2 + 3x_3 + x_4 = 3} \\ & 2x_1 + 3x_3 - x_4 = 4 \\ & x_i \geq 0, \quad i=1, 2, 3, 4 \end{aligned}$$

5. Masalani grafik usulda yeching:

$$\begin{aligned} & \frac{2x_1 - x_2 \rightarrow \max}{1 \leq x_1 + x_2 \leq 3} \\ & 2 \leq x_1 - 2x_2 \leq 4 \\ & \frac{1 \leq 2x_1 - x_2 \leq 3}{x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0} \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

26- variant

- Chiziqli programmashtirish masalasida bazis rejaning optimallik sharti.
Tayanch iboralar: reja, bazis reja, simpleks jadval, optimal reja.
- Butun sonli CHP masalasi va uni yechish usuli.
Tayanch iboralar: butun sonli Chiziqli programmashtirish, kommivoyajer, Gomori algoritmi, transport masalasi, ta'minotchilar, iste'molchilar, grafik usul, gradiyent.
- Transport masalasi, uning yopiq va ochiq modellari.
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli, muvozanat sharti.
- Transport masalasini yeching:

	128	52	100
48	4	2	1
152	1	6	8
50	3	7	2

5. Masalani grafik usulda yeching:

$$\begin{aligned} & \frac{-x_1 - x_2 + x_3 \rightarrow \min}{x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 3} \\ & \frac{x_1 - 4x_2 + x_3 = -2}{x_i \geq 0, \quad i=1,4} \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

27 - variant

- CHP masalasida optimal yechimning mavjud bo'lmashlik sharti (maqsad funksiyaning chegaralanmaganlik sharti).
Tayanch iboralar: yechimning mavjud bo'lmashlik sharti, maqsad funksiyaning chegaralanmaganlik sharti, chiziqli programmashtirish masalasi.
- Transport masalasi va dastlabki tayanch rejani topish usullari.
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli.
- Dinamik programmashtirish usulidagi asosiy prinsiplar.
Tayanch iboralar: dinamik programmashtirish, Bellman tenglamasi, simpleks usul, shartli ekstremum masalasi.
- CHP masalasini simpleks metod yordamida yeching:

$$\begin{aligned} x_1 + 3x_2 + 5x_3 - x_4 &\rightarrow \max \\ x_1 + 4x_2 + 4x_3 + x_4 &= 6 \\ x_1 + 6x_2 + 8x_3 + 2x_4 &= 10 \\ x_i &\geq 0, \quad i = \overline{1,4} \end{aligned}$$

5. Shartli ekstremum masalasini yeching:

$$\begin{aligned} x^2 + y^2 - 12x + 16y &\rightarrow \text{extr} \\ (x-1)^2 + (y-2)^2 &\leq 25 \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

28 – variant

1. Simpleks jadval (dastlabki jadvalni tuldirish).

Tayanch iboralar: simpleks iteratsiya, simpleks jadval, dastlabki jadvalni to'ldirish, normal masala.

2. Shartli ekstremum masalasi. Normal masala uchun Lagranjning ko'paytuvchilar qoidasi.

Tayanch iboralar: Lagranjning ko'paytuvchilar qoidasi, chiziqsiz progammalashtirish.

3. CHP da sun'iy bazis usullari.

Tayanch iboralar: simpleks iteratsiya, simpleks jadval, M metod, sun'iy bazis.

4. Grafik usulda yeching:

$$\begin{aligned} 1,5x_1 + 3x_2 &\rightarrow \max \\ -x_1 + 2x_2 &\leq 2 \\ -x_1 + x_2 &\geq -2 \\ x_1 &\geq 0, \\ 0 &\leq x_2 \leq 3 \end{aligned}$$

5. Optimal planni toping.

vk	134	160	155
a _i			
79	6	5	5 ⁵
31	6	2	6
55	4	5	8

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

29 – variant

1. Simpleks jadvalda bir jadvaldan navbatdagi jadvalga o'tish. «To'g'ri to'rtburchak» usuli.

Tayanch iboralar: simpleks iteratsiya, simpleks jadval, dastlabki jadvalni to'ldirish, normal masala.

2. Ikkilanma simpleks usul.

Tayanch iboralar: ikkilanma simpleks usul, asosiy va unga ikkilanma masala.

3. Shartsiz ekstremum masalalari. Minimumning zaruriy va yetarlilik shartlari.

Tayanch iboralar: shartsiz ekstremum, minimumning zaruriy va yetarlilik shartlari.

4. Xajmi 16 Pm³ bulgan silindrlar ichidan to'la sirti eng kichik bo'lgan silindrning kattaliklarini toping.
5. Masalani yeching:

$$\begin{array}{l} 2x_1 + 2x_2 \rightarrow \min \\ 2x_1 - x_2 - x_3 \geq 3 \\ x_1 - x_2 + x_3 \geq 2 \\ x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,3} \end{array}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

30 – variant

1. Chiziqli programmashtirishning standart masalasi uchun dastlabki bazis rejani topish.
Tayanch iboralar: normal masala, kanonik masala, reja, bazis reja, standart masala, boshlang'ich reja.
2. Potensiallar metodi (transport masalasida)
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli, potensiallar.
3. Resurslarni optimal taqsimlash masalasi.
Tayanch iboralar: normal masala, kanonik masala, Bellman tenglamasi, grafik usul, simpleks usul, sun'iy bazis usuli.
4. Sakkizni shunday ikkita musbat son yigindisi shaklida yozingki, ularning kublari yigindisi minimal bo'lsin.
5. Masalani yeching:

$$\begin{array}{l} x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \max \\ -x_1 + x_2 + x_3 = 2 \\ 3x_1 - x_2 + x_3 = 0 \\ x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,3} \end{array}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

31 – variant

1. Sun'iy bazis usuli (Chiziqli programmashtirishda)
Tayanch iboralar: reja, boshlang'ich reja, sun'iy bazis usuli, M-metod,
2. Yopiq modelli transport masalasida tayanch rejaning optimallik sharti.
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli, potensiallar.
3. CHP masalasida rejaning optimallik sharti.
Tayanch iboralar: qavariq programmashtirish, Lagranj funksiyasi va uning Egar nuqtasi, Kun-Takker teoremasi, shartli ekstremum, transport masalasi.
4. Masalani yeching:

vk	40	40	40
a _i			
30	1	2	5
40	6	1	4
50	7	4	3

5. Shartli ekstremum masalasini yeching:

$$\begin{cases} \cos^2 x + \cos^2 y \rightarrow \text{extr} \\ x - y - \frac{\pi}{4} = 0 \end{cases}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

32 – variant

1. M-metod (Chiziqli programmashtirishda).
Tayanch iboralar: reja, boshlang'ich reja, sun'iy bazis usuli, M-metod.
2. Butun sonli CHP masalasi va uni yechish usuli.
Tayanch iboralar: butun sonli chiziqli programmashtirish, chegaralar va tarmoqlar metodi.
3. Resurslarning optimal taqsimoti xaqidagi masala.
Tayanch iboralar: transport masalasi, reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli.
4. Transport masalasini yeching:

vk	150	150	150
a _i			
200	2	1	5
100	6	8	4
150	7	4	4

5. Shartli ekstremum masalasini yeching:

$$\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2 \rightarrow \text{extr} \\ \frac{x_1}{a_1} + \frac{x_2}{a_2} + \dots + \frac{x_n}{a_n} - 1 = 0 \\ a_i > 0, \quad i = \overline{1, n} \end{cases}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

33 – variant

1. Chiziqli programmashtirishda ikkilanma masalalar va ularning ayrim xossalari.
Tayanch iboralar: chiziqli funksiya, ikkilanma masala, sun'iy bazis usuli ikkilanma masalaning iqtisodiy talqini.
2. Shartlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalar uchun nisbiy minimumning zaruriy sharti.
Tayanch iboralar: shartsiz ekstremum, zaruriy va yetarli shartlar.
3. Optimallik prinsipi. Dinamik programmashtirish usuli. Asosiy rekurrent munosabat.
Tayanch iboralar: shartlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalar, nisbiy minimumning zaruriy sharti, dinamik programmashtirish, optimallik sharti.
4. Masalani yeching:

$$\begin{aligned} & x_1 - x_2 \rightarrow \min \\ & 2x_1 + x_2 \geq 2 \\ & -x_1 - x_2 \geq 1 \\ & x_j \geq 0, \quad j = 1, 2 \end{aligned}$$

5. Masalani yeching:

vk	120	90	70
a _i			
100	4	2	5
90	6	0	3
90	5	4	2

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

34 – variant

1. Chiziqli programmashtirishda asosiy va unga ikkilanma masalalarning iqtisodiy talqini.

- Tayanch iboralar: ikkilanma masala, ikkilanma o'zgaruvchilarning iqtisodiy talqini.
2. Butun sonli CHP masalasi va uni yechish usuli.
Tayanch iboralar: butun sonli chiziqli programmalashtirish, uni yechish usuli, kesuvchi tekisliklar usuli.
3. Qavariq programmalashtirish. Qavariq to'plam va uning xossalari.
Tayanch iboralar: uni yechish usuli, qavariq to'plam, qavariq funksiya, qavariq programmalashtirish.
4. Transport masalasini yeching:

vk	60	60	60
a _i			
30	7	6	3
80	3	6	7
70	6	7	3

5. Masalani yeching:

$$\begin{aligned} &4x_1 + 6x_2 + 3x_3 \rightarrow \min \\ &3x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 9 \\ &x_1 + 2x_2 + 2x_3 \geq 8 \\ &x_j \geq 0, \quad j = 1, 3 \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

35 – variant

1. Chiziqli programmalashtirishda asosiy va ikkilanma masalalar orasidagi bog'lanishlar.
Tayanch iboralar: chiziqli funksiya, ikkilanma masala, sun'iy bazis usuli.
2. Shartli ekstremum masalasi. Normal masala uchun Lagranjning ko'paytuvchilar qoidasi.
Tayanch iboralar: yechimning mavjudligi xaqida teorema, shartli ekstremum masalasi, normal masala uchun Lagranjning ko'paytuvchilar qoidasi
3. Ochiq tipdagi transport masalasini yechish usullari.
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli, muvozanat sharti.
4. Masalani yeching.

$$\begin{aligned} &56x_1 + 37x_2 + 2x_3 \rightarrow \min \\ &4x_1 + 5x_2 - x_3 \geq 3 \\ &9x_1 + 3x_2 + 2x_3 \geq 4 \\ &x_j \geq 0, \quad j = 1, 3 \end{aligned}$$

5. Masalani yeching.

vk	50	40	10
a _i			
70	6	3	1
10	8	4	2
20	3	5	5

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

36 – variant

1. Sun'iy bazis usuli (Chiziqli programmalashtirishda)
Tayanch iboralar: reja, boshlang'ich reja, sun'iy bazis usuli, M-metod.
2. Yopiq modeli transport masalasida tayanch rejaning optimallik sharti.
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli, potentsiallar usuli.
3. CHP masalasida rejaning optimallik sharti.
4. Masalani yeching:

vk	40	40	40
a _i			
30	1	2	5
40	6	1	4
50	7	4	3

5. Shartli ekstremum masalasini yeching:

$$\begin{cases} \cos^2 x + \cos^2 y \rightarrow \text{extr} \\ x - y - \frac{\pi}{4} = 0 \end{cases}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

37 – variant

1. M-metod (Chiziqli programmashtirishda).
Tayanch iboralar: reja, boshlang'ich reja, sun'iy bazis usuli, M-metod.
2. Butun sonli CHP masalasi va uni yechish usuli.
Tayanch iboralar: butun sonli chiziqli programmashtirish, chegaralar va tarmoqlar metodi.
3. Resurslarning optimal taqsimoti xaqidagi masala.
Tayanch iboralar: resurslarni optimal taqsimlash, optimallik prinsipi, dinamik programmashtirish, shartli ekstremum, transport masalasi.

4. Transport masalasini yeching:

vk	150	150	150
a _i			
200	2	1	5
100	6	8	4
150	7	4	4

5. Shartli ekstremum masalasini yeching:

$$\begin{cases} x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2 \rightarrow \text{extr} \\ \frac{x_1}{a_1} + \frac{x_2}{a_2} + \dots + \frac{x_n}{a_n} - 1 = 0 \\ a_i > 0, \quad i = \overline{1, n} \end{cases}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

38 – variant

1. Chiziqli programlashtirishda ikkilanma masalalar va ularning ayrim xossalari.
Tayanch iboralar: chiziqli funksiya, ikkilanma masala, sun'iy bazis usuli.
2. Shartlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalar uchun nisbiy minimumning zaruriy sharti.
Tayanch iboralar: shartsiz ekstremum, zaruriy va yetarli shartlar.
3. Optimallik prinsipi. Dinamik programmashtirish usuli. Asosiy rekurrent munosabat. Tayanch iboralar: nisbiy minimumning zaruriy sharti, dinamik programmashtirish, optimallik sharti.
4. Masalani yeching:

$$\begin{aligned} & x_1 - x_2 \rightarrow \min \\ & 2x_1 + x_2 \geq 2 \\ & -x_1 - x_2 \geq 1 \\ & x_j \geq 0, \quad j = 1, 2 \end{aligned}$$

5. Masalani yeching:

vk	120	90	70
a _i			
100	4	2	5
90	6	0	3
90	5	4	2

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

39 – variant

1. Chiziqli programmashtirishda asosiy va unga ikkilanma masalalarning iqtisodiy talkini.

Tayanch iboralar: chiziqli funksiya, ikkilanma masala, sun'iy bazis usuli.

2. Butun sonli CHP masalasi va uni yechish usuli.

Tayanch iboralar: butun sonli chiziqli programmashtirish, uni yechish usuli, kesuvchi tekisliklar usuli.

3. Qavariq programmashtirish. Qavariq to'plam va uning xossalari.

Tayanch iboralar: qavariq to'plam, qavariq funksiya, qavariq programmashtirish.

4. Transport masalasini yeching:

vk	60	60	60
a _i			
30	7	6	3
80	3	6	7
70	6	7	3

5. Masalani yeching:

$$\begin{aligned} & 4x_1 + 6x_2 + 3x_3 \rightarrow \min \\ & 3x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 9 \\ & x_1 + 2x_2 + 2x_3 \geq 8 \\ & x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, 3} \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

40 – variant

1. Chiziqli programmashtirishda asosiy va ikkilanma masalalar orasidagi bog'lanishlar.

Tayanch iboralar: chiziqli funksiya, ikkilanma masala, sun'iy bazis usuli.

2. Shartli ekstremum masalasi. Normal masala uchun Lagranjning ko'paytuvchilar qoidasi.

Tayanch iboralar: shartli ekstremum masalasi, normal masala uchun Lagranjning ko'paytuvchilar qoidasi

3. Ochiq tipdagi transport masalasini yechish usullari.

Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli, muvozanat sharti.

4. Masalani yeching.

$$\begin{aligned} & 56x_1 + 37x_2 + 2x_3 \rightarrow \min \\ & 4x_1 + 5x_2 - x_3 \geq 3 \\ & 9x_1 + 3x_2 + 2x_3 \geq 4 \\ & x_j \geq 0, \quad j = \overline{1, 3} \end{aligned}$$

5. Masalani yeching.

vk	50	40	10
a _i			
70	6	3	1
10	8	4	2
20	3	5	5

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

41-variant

1. Transport masalasi va uning chiziqli modelini tuzish.
Tayanch iboralar: reja, transport harajatlar, maqsad funksiyasi, iste'molchi va ta'minotchi.
2. Asosiy va ikkilanma masalalar orasidagi bog'lanishlar.
Tayanch iboralar: chiziqli funksiya, ikkilanma masala, sun'iy bazis usuli.
3. Shartlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalar uchun nisbiy minimumning zaruriy sharti.
Tayanch iboralar: shartsiz ekstremum, zaruriy va yetarli shartlar.
4. Masalani sun'iy bazis usuli yordamida yeching:

$$\begin{aligned} & \frac{2x_1 - 8x_2 + x_3 + 4x_4 \rightarrow \max}{4x_1 + 3x_2 + 2x_3 - x_4 = 7} \\ & -x_1 + 2x_2 + 5x_3 + 3x_4 = 12 \\ & x_i \geq 0, \quad i = \overline{1,4} \end{aligned}$$

5. Transport masalasini yeching:

vk	150	140	100
a _i			
75	5	6	3
150	9	2	5
80	8	1	4

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

42-variant

1. CHP masalasini grafik usulda yechish (m-ixtiyoriy, n=2 bulgan xol).
Tayanch iboralar: Chiziqli tengsizliklar sistemasi, yechimlar ko'pburchagi (sohasi), ichki va chetki nuqtalar, satx chizig'i, normal vektor, uchlar.
2. CHP masalasi yechimning mavjudligi xaqidagi teorema.
Tayanch iboralar: kanonik va standart masalalar, chegaraviy shart, maqsad funksiyasi.
3. Ochiq modelli transport masalalari va ularni yechish usuli.

Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli, potentsiallar usuli.

4. Masalani yeching:

$$\begin{aligned} & \frac{x_1 + 4x_2 - 7x_3 \rightarrow \max}{2x_1 - 2x_2 + 14x_3 = 2} \\ & x_1 - 2x_2 + 10x_3 = 0 \\ & x_i \geq 0, \quad i = \overline{1,2,3} \\ & x_0 = (2; 1; 0) \end{aligned}$$

5. Transport masalasini yeching.

v _i	60	35	20
a _i			
60	5	4	1
60	4	2	6
35	7	3	5

43-variant

1. CHP masalasini grafik usulda yechish ($n-m=2$ bulgan xol).
Tayanch iboralar: Chiziqli tengsizliklar sistemasi, yechimlar ko'pburchagi (sohasi), ichki va chetki nuqtalar, satx chizig'i, normal vektor, uchlar.
2. Transport masalasi, uning yopiq va ochiq modellari.
Tayanch iboralar: reja, transport harajatlari, harajatlar matritsasi, maqsad funksiyasi.
3. Shartsiz ekstremum masalalari. Ekstremumning zaruriy va yetarlilik shartlari.
Tayanch iboralar: shartsiz ekstremum, zaruriy va yetarli shartlar.
4. Transport masalasini yeching:

v_i	30	20	10
a_i			
20	1	3	6
15	2	5	7
25	4	5	8

5. Masalani grafik usulda yeching:

$$\begin{aligned} 2x_1 + x_2 &\rightarrow \max \\ x_1 - x_2 &\leq 1 \\ \frac{1}{2}x_2 - x_3 &\leq 1 \\ 2x_1 + x_3 &\leq 2 \\ x_i &\geq 0, \quad i = 1, 2, 3 \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

44-variant

1. Chetki nuqta va uning xossalari.
Tayanch iboralar: chetki nuqta, yarim fazo, to'plam, joiz vektor.
2. Dastlabki rejani shimoli- g'arbiy usul yordamida topish.
Tayanch iboralar: reja, shimoli-garbiy burchak usuli, optimallik prinsipi, transport masalasi.
3. Optimallik prinsipi. Dinamik programmalashtirish usuli. Asosiy rekurrent munosabat.
4. Transport masalasini yeching:

v_k	50	25	35
a_i			
40	6	7	3
13	1	2	5
47	8	10	12

5. Masalani sun'iy bazis usuli yordamida yeching:

$$\begin{aligned} 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 - x_4 &\rightarrow \max \\ -x_1 + 3x_2 + x_3 + 2x_4 &= 4 \\ x_1 - x_2 + 2x_3 &= 1 \\ x_i &\geq 0, \quad i = \overline{1, 4} \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

45-variant

1. Simpleks usuldagi simpleks iteratsiya.
Tayanch iboralar: simpleks jadval, simpleks iteratsiya, xal kiluvchi ustun, xal kiluvchi yul, xal kiluvchi element.

2. Dastlabki rejani minimal harajatlar usuli yordamida topish (transport masalasida)
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi.
3. Qavariq funksiya va uning xossalari.
Tayanch iboralar: qavariq to'plam, qavariq funksiya, qavariq programmashtirish, chiziqli tengsizlik, grafik usul.
4. CHP masalasini sun'iy bazis usulida yeching:

$$\begin{array}{l} 4x_1 - 5x_2 - 2x_3 + x_4 \rightarrow \max \\ x_1 + 3x_2 + 3x_3 + x_4 = 3 \\ 2x_1 + 3x_3 - x_4 = 4 \\ x_i \geq 0, \quad i = 1, 2, 3, 4 \end{array}$$

5. Masalani grafik usulda yeching:

$$\begin{array}{l} 2x_1 - x_2 \rightarrow \max \\ 1 \leq x_1 + x_2 \leq 3 \\ 2 \leq x_1 - 2x_2 \leq 4 \\ 1 \leq 2x_1 - x_2 \leq 3 \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0 \end{array}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

46- variant

1. Chiziqli programmashtirish masalasida bazis rejaning optimallik sharti.
Tayanch iboralar: reja, bazis reja, optimal reja.
2. Butun sonli CHP masalasi va uni yechish usuli.
Tayanch iboralar: butun sonli Chiziqli programmashtirish, kommivoyajer, Gomori algoritmi.
3. Transport masalasi, uning yopiq va ochiq modellari.
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, maqsad funksiyasi.
4. Transport masalasini yeching:

	128	52	100
48	4	2	1
152	1	6	8
50	3	7	2

5. Masalani grafik usulda yeching:

$$\begin{array}{l} -x_1 - x_2 + x_3 \rightarrow \min \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 3 \\ x_1 - 4x_2 + x_3 = -2 \\ x_i \geq 0, \quad i = 1, 4 \end{array}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

47 - variant

1. CHP masalasida optimal yechimning mavjud bo'lmashlik sharti (maqsad funksiyaning chegaralanmaganlik sharti).
Tayanch iboralar: yechimning mavjud bo'lmashlik sharti, maqsad funksiyasining chegaralanmaganlik sharti, chiziqli programmashtirish masalasi.
2. Transport masalasi va dastlabki tayanch rejani topish usullari.
Tayanch iboralar: reja, minimal harajatlar, harajatlar matritsasi, shimoli g'arbiy burchak usuli.
3. Dinamik programmashtirish usulidagi asosiy prinsiplar.
Tayanch iboralar: dinamik programmashtirish, Bellman tenglamasi, simpleks usul, shartli ekstremum masalasi.
4. CHP masalasini simpleks metod yordamida yeching:

$$\begin{aligned} x_1 + 3x_2 + 5x_3 - x_4 &\rightarrow \max \\ x_1 + 4x_2 + 4x_3 + x_4 &= 6 \\ x_1 + 6x_2 + 8x_3 + 2x_4 &= 10 \\ x_i &\geq 0, \quad i = \overline{1,4} \end{aligned}$$

5. Shartli ekstremum masalasini yeching:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 - 12x + 16y \rightarrow \text{extr} \\ (x-1)^2 + (y-2)^2 \leq 25 \end{cases}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

48 – variant

- Simpleks jadvalda bir jadvaldan navbatdagi jadvalga o'tish. «To'g'ri to'rtburchak» usuli.
Tayanch iboralar: simpleks iteratsiya, simpleks jadval, dastlabki jadvalni to'ldirish, normal masala.
- Ikkilanma simpleks usul.
Tayanch iboralar: chiziqli funksiya, ikkilanma masala, simpleks usul.
- Shartsiz ekstremum masalalari. Minimumning zaruriy va yetarlilik shartlari.
Tayanch iboralar: shartsiz ekstremum, zaruriy va yetarli shartlar.
- Xajmi 16 Pm^3 bulgan silindrlar ichidan to'la sirti eng kichik bo'lgan silindrning kattaliklarini toping.
- Masalani yeching:

$$\begin{aligned} 2x_1 + 2x_2 &\rightarrow \min \\ 2x_1 - x_2 - x_3 &\geq 3 \\ x_1 - x_2 + x_3 &\geq 2 \\ x_j &\geq 0, \quad j = \overline{1,3} \end{aligned}$$

Kafedra mudiri

X.Qashiboyev

49 – variant

- Chiziqli programmlashtirishda ikkilanma masalalar va ularning ayrim xossalari.
Tayanch iboralar: chiziqli funksiya, ikkilanma masala, sun'iy bazis usuli.
- Shartlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalar uchun nisbiy minimumning zaruriy sharti.
T.i: shartlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalar, nisbiy minimumning zaruriy sharti
- Optimallik prinsipi. Dinamik programmlashtirish usuli. Asosiy rekurrent munosabat.
T.i: dinamik programmlashtirish, optimallik sharti.
- Masalani yeching:

$$\begin{aligned} x_1 - x_2 &\rightarrow \min \\ 2x_1 + x_2 &\geq 2 \\ -x_1 - x_2 &\geq 1 \\ x_j &\geq 0, \quad j = \overline{1,2} \end{aligned}$$

5. Masalani yeching:

vk	120	90	70
a _i			
100	4	2	5
90	6	0	3
90	5	4	2

50 – variant

1. Chiziqli programmashtirishda asosiy va unga ikkilanma masalalarning iqtisodiy talkini.
Tayanch iboralar: chiziqli funksiya, ikkilanma masala, sun'iy bazis usuli.
2. Butun sonli CHP masalasi va uni yechish usuli.
T.i: butun sonli chiziqli programmashtirish, uni yechish usuli
3. Qavariq programmashtirish. Qavariq to'plam va uning xossalari.
T.i: qavariq to'plam, qavariq funksiya, qavariq programmashtirish.
4. Transport masalasini yeching:

vk	60	60	60
a _i			
30	7	6	3
80	3	6	7
70	6	7	3

5. Masalani yeching:

$$\begin{aligned}
 &4x_1 + 6x_2 + 3x_3 \rightarrow \min \\
 &3x_1 + x_2 + 2x_3 \geq 9 \\
 &x_1 + 2x_2 + 2x_3 \geq 8 \\
 &x_j \geq 0, \quad j = \overline{1,3}
 \end{aligned}$$

Ўзбекистон Республикаси Олий ва
Ўрта махсус Таълим Вазирлиги
Самарқанд Иқтисодиёт ва Сервис Институти

“ИҚТИСОДИЁТДА МИҚДОРИЙ УСУЛЛАР”

Самарканд 2013

1. Иқтисодиётда микдорий усуллар фанининг мақсади ва асосий вазифаси нимадан иборат.
Т.И.: самарали ечим, оптимал ечим, экстремал (максимал, минимал)
2. Чизикли функция ва унинг хоссаларини айтинг.
Т.И.: иқтисодий ҳаражат, тўғри чизик, чизикли функция, экстремал хосса.
3. Чизикли тенгликлар системасининг ечими ҳақида нималарни биласиз.
Т.И.: тенгламалар системаси, ечим мавжудлиги, ечимнинг чексиз кўп бўлими
4. Чизикли тенгликлар ечими қандай фигурани аниқлайди. (текисликда)
Т.И.: текислик, ярим текислик, чегараланмаган каварик кўпқирра, чегараланмаган тўплам, бўш тўплам
5. Модель нима? Математик моделчи?
Т.И.: ёрдамчи объект, модел турлари, математик ифодадар, математик модел
6. Математик моделга оид бирор мисол келтиринг.
Т.И.: Диета масаласи, ишлаб чиқариш масаласи, транспорт масаласи
7. Моделлаштириш нима? Моделлаштиришнинг иқтисодий самараси қандай?
Т.И.: Модел ва моделлаштириш иқтисодий жараёнлар модели
8. Чизикли программалаштириш масаласининг умумий кўриниши қандай?
Т.И.: Мақсад функция. Асосий чеклашлар. Бевосита чеклашлар
9. Чизикли программалаштириш нормал кўриниши қандай?
Т.И.: мақсад функция. Асосий чеклашлар, тўғри чеклашлар.
10. Чизикли программалаштириш масаласининг қаноник кўриниши қандай?
Т.И.: Мақсад функция. Асосий чеклашлар. Бевосита чеклашлар
11. Режа ва базис режа нима?
Т.И.: Жоиз режа. Базис. Базис режа.
12. Оптимал режа нима?
Т.И.: Масала ечими. Режа. Оптимал режа.
13. Масалани қайси ҳолларда график усулда ечиш мумкин.
Т.И.: номаълумлар сони, тенглама ёки тенгсизликлар сони.
14. Нормал масалага иккиланма масала қандай тузилади?
Т.И.: нарх вектори, чеклаш вектори, максимум, минимум.
15. Қаноник масалага иккиланма бўлган масалани тузинг.
Т.И.: Асосий чеклашлар, бевосита чеклашлар, шартли алмаштиришлар
16. Иккиланма масаланинг иқтисодий талқини қандай
Т.И.: Асосий масала параметрлари талқини иккиланма масала параметрлар талқини
17. Транспорт масаласи қандай шарт бажарилса ёпиқ типдаги масала дейилади.
Т.И.: Ишлаб чиқариш ҳажми, истеъмол ҳажми, ёпиқ типдаги масала, очик типдаги масала
18. Транспорт масаласи қандай шартлар бажарилганда очик типдаги масала дейилади.
Т.И.: Ишлаб чиқариш ҳажми, истеъмол ҳажми, ёпиқ типдаги масала, очик типдаги масала
19. Очик типдаги масалани қандай қилиб ёпиқ типдаги масалага келтириш мумкин.
Т.И.: Ёрдамчи таъминотчи, ёрдамчи истеъмолчи
20. Шимолий-Ғарбий бурчак усули ғоясини баён этинг
Т.И.: жадвал, Шимолий-Ғарбий бурчак, истеъмолчи талаби, таъминотчи қуввати.
21. Минимал ҳаракатлар усулини баён этинг.
Т.И.: Энг кичик тариф киймати, истеъмолчи талаби, таъминотчи қуввати
22. Шартсиз экстремум масаласининг кўйилиши
Т.И.: Нисбий минимум, нисбий максимум. Глобал экстремум
23. Нисбий минимумнинг зарурий шarti
Т.И.: функция ҳосиласи
24. Нисбий минимумнинг етарлилик шarti
Т.И.: Стационар нукта, нукта атрофи, ҳосила атрофи
25. Кўп ўзгарувчи функция минимумининг зарурий шarti
Т.И.: Хусусий ҳосила. Градиент

26. Шартли экстремум масаласининг кўйилиши
Т.И.: Нисбий шартли минимуми. Нисбий шартли максимум, жоиз нукта
27. Номаълумларни йўқотиш усули
Т.И.: тенгламалар системасини баъзи номаълумга нисбатан ечиш
28. Каварик тўплам ва унинг хоссалари
Т.И.: Қесама. Каварик тўплам
29. Каварик функция ва унинг хоссалари
Т.И.: Каварик функция. Минимум нукта. Ягона экстремум.
30. Эгар нуктани таърифланг
Т.И.: Лагранж функцияси. Асосий тенгсизлик.
31. Ихтиёрий икки каварик тўплам бирлашмаси каварик бўладими? Жавобни асосланг.
Т.И.: Каварик тўплам, кесма, тўпламлар бирлашмаси.
32. Ихтиёрий икки каварик тўплам кесишмаси каварик тўплам бўладими?
Т.И.: Каварик тўплам, кесма, тўпламлар кесишмаси.
33. Парабола қандай ҳолатда каварик функция бўлади?
Т.И.: Каварик функция, каварик тўплам, парабола.
34. $y = x^3$ функция каварикми?
Т.И.: Каварик функция, кубик парабола.
35. $y = x^4$ функция каварикми?
Т.И.: Каварик функция, даражали функция.
36. функция a, b, c ларнинг қандай қийматларидан каварик функция бўлади?
Т.И.: Каварик функция, квадрат учхад, дискриминант.
37. Сфера каварик тўплами? Жавобни асосланг?
Т.И.: Каварик тўплам, кесма, сфера.
38. $y = (x - 2)^{15}$ функцияни экстремумга текширинг.
Т.И.: Минимумнинг зарурий шарти. Ҳосила.
39. $y = (x + 2)^{16}$ функцияни экстремумга текширинг
Т.И.: Минимумнинг зарурий ва етарли шарти.
40. Берилган R радиусли доирага ички чизилган энг катта юзали тўғри тўртбурчак томонларини топинг.
Т.И.: Доира, тўғри тўртбурчак, функция максимуми.
41. Берилган R радиусли доирага ички чизилган тенг ёнли учбурчаклар ичидан энг катта юзалисини топинг.
Т.И.: Доира, учбурчак, функция, юза, максимум.
42. Берилган ярим доирага ички чизилган энг катта юзали тўғри тўртбурчакни топинг.
Т.И.: Ярим доира, тўғритўртбурчак, функция, максимум.
43. Периметри бир хил бўлган тўғри тўртбурчак шаклидаги майдонлардан энг катта юзалиси қайси?
Т.И.: Тўғри тўртбурчак, юза, функция, максимум.
44. Берилган мусбат a сонни шундай иккита мусбат қўшилувчига ажратингки, уларнинг тескари қийматлари йигиндиси минимал бўлсин.
Т.И.: Қўшилувчи, тескари қиймат, йигинди, максимум.
45. Периметри 20 см бўлган тенг ёнли учбурчаклардан қайси бири энг катта юзага эга бўлади.
Т.И.: Периметр, юза, функция, максимум.
46. Бутун сонли программалаштириш масаласи қандай ифодаланади?
Т.И.: Чизикли программалаштириш, қўшимча шарт.
47. Қандай кўринишдаги шартли экстремум масаласи нормал масала дейилади?
Т.И.: Мақсад функция, асосий шартлар, бевосита шартлар.
48. Каварик тўпламнинг таянч текислиги нима?
Т.И.: Каварик тўплам, четки нукта, таянч текислик.
49. Каварик тўпламнинг четки нуктаси қандай таърифланади.
Т.И.: Каварик тўплам, ички нукта, чегаравий нукта, четки нукта.
50. Каварик функция каварик тўпламнинг ичида экстремумга эришадими?

2-ўртача мураккабликдаги саволлар.

1. Транспорт масаласининг бошланғич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	50	75	120
80	3	8	9
100	0	5	1
65	2	6	0

2. Транспорт масаласининг бошланғич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	50	55	100
20	6	2	1
100	3	5	5
85	2	6	0

3. Транспорт масаласининг бошланғич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	150	75	120
130	3	8	9
50	7	2	1
65	2	1	3

4. Транспорт масаласининг бошланғич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	50	30	125
80	3	3	9
100	1	3	1
25	2	8	9

5. Транспорт масаласининг бошланғич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	110	70	35
60	12	8	2
45	0	5	1
110	2	6	0

6. Транспорт масаласининг бошланғич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	500	300	120
580	3	1	2
100	4	5	6
320	3	2	5

7. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	50	75	120
80	3	8	9
100	0	5	1
65	2	6	0

8. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	50	175	120
80	3	8	9
100	0	5	1
65	2	6	0
100	2	1	3

9. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	150	370	90
220	2	1	3
100	5	2	5
150	2	3	1
120	5	2	0

10. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	150	70	120
40	3	8	9
100	0	5	1
200	2	6	0

11. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг.

$a_i \backslash b_j$	90	55	320
200	1	2	9
200	2	1	3
65	6	6	0

12. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	50	75	10
80	2	1	9
10	6	5	1
45	2	1	3

13. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	110	125	140
80	3	8	9
100	0	5	1

65	2	6	0
130	3	4	1

14. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	1000	750	1250
800	3	8	9
1500	0	5	1
700	2	6	0

15. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “шимоли-ғарбий бурчак” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	50	75	120
80	3	1	9
100	2	6	1
65	2	7	3

16. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “минимал харажатлар” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	50	75	120
80	3	8	9
100	0	5	1
65	2	6	0

17. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “минимал харажатлар” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	150	200	120
180	1	1	0
100	3	3	2
190	1	2	3

18. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “минимал харажатлар” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	120	100	200
180	2	1	0
200	3	1	2
40	2	2	5

19. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “минимал харажатлар” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	20	40	30
60	3	2	1
20	2	1	0
10	5	2	3

20. Транспорт масаласининг бошланғич режасини “минимал харажатлар” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	150	100	130
70	10	16	0
90	11	15	13
220	9	24	3

21. Транспорт масаласининг бошланғич режасини “минимал харажатлар” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	500	1000	600
800	1	1	0
100	3	3	2
1200	1	2	3

22. Транспорт масаласини бошланғич режасини “минимал харажатлар” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	150	200	120
80	5	4	1
100	1	3	6
290	9	0	7

23. Транспорт масаласининг бошланғич режасини “минимал харажатлар” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	50	330	190
180	2	1	0
160	3	8	2
230	3	2	1

24. Транспорт масаласининг бошланғич режасини “минимал харажатлар” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	100	125	75
70	2	3	1
130	3	5	2
100	1	2	3

25. Транспорт масаласининг бошланғич режасини “минимал харажатлар” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	170	250	320
190	8	1	0
220	3	6	4
330	7	2	2

26. Транспорт масаласининг бошланғич режасини “минимал харажатлар” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	150	200	120
----------------------	-----	-----	-----

80	1	1	0
100	3	3	2
170	1	2	3
120	3	4	5

27. Транспорт масаласининг бошлангич режасини “минимал харажатлар” усули ёрдамида топинг

$a_i \backslash b_j$	750	1200	350
500	0	2	1
1100	3	5	3
250	1	3	2
450	5	1	6

28. Қуйидаги шартларни каноатлантирувчи соҳани топинг.

$$x_1 + 5x_2 \leq 10,$$

$$3x_1 + 2x_2 \leq 1,$$

$$x_1 - x_2 \leq 7,$$

$$7x_1 - 3x_2 \leq 1;$$

29. Қуйидаги шартларни каноатлантирувчи соҳани топинг.

$$x_1 + x_2 \leq 2,$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 3,$$

$$x_1 + 3x_2 \leq 4,$$

$$x_1 - x_2 \geq 0;$$

30. Қуйидаги шартларни каноатлантирувчи соҳани топинг.

$$x_1 + x_2 \leq 1,$$

$$x_1 + x_3 \leq 1,$$

$$x_2 + x_3 \leq 1;$$

31. Қуйидаги шартларни каноатлантирувчи соҳани топинг.

$$x_1 - x_2 \leq 1,$$

$$x_1 - x_3 \leq 1,$$

$$x_2 + x_3 \leq 1;$$

32. Қуйидаги шартларни каноатлантирувчи соҳани топинг.

$$x_1 + x_2 = 2,$$

$$x_2 + x_3 = 2,$$

$$x_1 - x_3 \leq 0,$$

$$x_2 \geq 0;$$

33. Қуйидаги шартларни каноатлантирувчи соҳани топинг.

$$x_1 + 2x_2 + x_3 = 4,$$

$$x_1 - x_3 = 2,$$

$$x_2 - x_3 = 1,$$

$$x_2 \geq 0;$$

34. Куйидаги шартларни каноатлантирувчи соҳани топинг.

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 4,$$

$$-x + x_2 + x_3 + x_4 = 3,$$

$$x_i \geq 0, i = 1, 4;$$

35. Куйидаги шартларни каноатлантирувчи соҳани топинг.

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 4,$$

$$x_1 - x_2 + x_3 - x_4 = 0,$$

$$x_i \geq 0, i = 1, 4;$$

36. График усулда ечинг.

$$\underline{x_1 - x_2 \rightarrow \max}$$

$$1 \leq x_1 + x_2 \leq 2,$$

$$2 \leq x_1 - 2x_2 \leq 3,$$

$$1 \leq 2x_1 - x_2 \leq 2,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0;$$

37. График усулда ечинг.

$$\underline{2x_1 + x_2 \rightarrow \max}$$

$$x_1 + x_2 \geq 1,$$

$$-2x_1 + 3x_2 \leq 16,$$

$$\underline{4x_1 + x_2 \leq 12},$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0;$$

38. График усулда ечинг.

$$\underline{x_1 + 2x_2 \rightarrow \max}$$

$$x_1 + x_2 \leq 1,$$

$$\underline{x_1 - x_2 \leq 1},$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0;$$

39. График усулда ечинг.

$$\underline{x_1 + x_2 \rightarrow \min}$$

$$0 \leq x_1 \leq 1,$$

$$0 \leq x_2 \leq 2,$$

$$0 \leq x_1 + x_2 \leq 3,$$

$$-1 \leq x_1 - x_2 \leq 0;$$

40. График усулда ечинг.

$$\begin{aligned} & \underline{x_1 - x_2 \rightarrow \max} \\ & 1 \leq x_1 + x_2 \leq 2, \\ & 2 \leq x_1 - 2x_2 \leq 3, \\ & 1 \leq 2x_1 - x_2 \leq 2, \\ & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{aligned}$$

41. График усулда ечинг.

$$\begin{aligned} & \underline{-x_1 + 3x_2 \rightarrow \max} \\ & x_1 - x_2 \leq 2, \\ & x_1 + x_2 \geq 4, \\ & \underline{3x_1 + x_2 \geq 6,} \\ & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; \end{aligned}$$

42. График усулда ечинг.

$$\begin{aligned} & \underline{2x_1 + 3x_2 \rightarrow \max} \\ & x_1 + x_2 \leq 18, \\ & x_1 + 2x_2 \leq 24, \\ & 0 \leq x_1 \leq 12, \\ & 0 \leq x_2 \leq 8; \end{aligned}$$

43. График усулда ечинг.

$$\begin{aligned} & \underline{x_1 - x_2 - x_3 \rightarrow \max} \\ & x_1 + x_2 + x_3 = 4, \\ & \underline{x_1 - x_2 + x_3 \leq 2,} \\ & x_i \geq 0, i = \overline{1,3}; \end{aligned}$$

44. График усулда ечинг.

$$\begin{aligned} & \underline{2x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \min} \\ & x_1 + x_2 + x_3 = 4, \\ & x_1 - x_2 + x_3 \leq 2, \\ & x_i \geq 0, i = \overline{1,3}; \end{aligned}$$

45. График усулда ечинг.

$$\begin{aligned} & \underline{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \rightarrow \min} \\ & 2x_1 + x_2 - x_3 + x_4 = 3, \\ & -2x_1 + x_2 + x_3 - x_4 = -1, \\ & x_i \geq 0, i = \overline{1,4}; \end{aligned}$$

46. График усулда ечинг.

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 &\rightarrow \max \\ x_1 + x_3 &= 2, \\ x_2 - x_3 + x_4 &= 1, \\ x_i &\geq 0, i = 1, 4; \end{aligned}$$

47. Цех икки турдаги маҳсулот, дейлик столлар ва стуллар ишлаб чиқарсин. Битта стол ишлаб чиқариш учун ишчи 3 соат, битта стул учун эса 2 соат вақт сарфлайди. Корхона 1 та столни сотишдан 8 минг сўм, 1 та стулни сотишдан эса 6 минг сўм фойда кўради. Цех камида 100 та стол ва 200 та стул яшаш мажбуриятини олган. Агар ажратилган ишчи соати 900 га тенг бўлса, энг кўп фойда олиш учун қолган вақтда нечта стол ва стул ишлаб чиқариш керак?

48. A_1, A_2, A_3, A_4 турдаги маҳсулотларни ишлаб чиқариш учун 2 хил хом ашёдан фойдаланилади. ишлаб чиқариш даврида 1 турдаги хомашёдан 92 бирлик, 2 турдаги хомашёдан 88 бирлик ажратилган. Бирлик миқдорда A_1, A_2, A_3, A_4 маҳсулот ишлаб чиқариш учун 1-хомашёдан мос равишда 1,2,1 ва 3 бирлик, 2- хомашёдан эса 4,3,1 ва 2 бирлик сарфланади. A_1, A_2, A_3, A_4 турдаги бирлик маҳсулотларни сотишдан мос равишда 4 минг сўм, 5 минг сўм, 10 минг сўм ва 5 минг сўм фойда олинади. Максимал фойда олиш учун ишлаб чиқариш қандай режалаштириши керак?

49. Хўжаликда 850 га экинга ярокли ер бўлиб, унга ишлов бериш учун 15000 т органик ўғит ва 50000 ишчи куни ажратилган. Ресурслар сарфи ва ҳосил миқдори қуйидаги жадвалда келтирилган.

Кўрсаткич	Экин		
	Картошка	Карам	Беда
Меҳнат сарфи ишчи – кун	50	30	10
органик ўғит сарфи (т)	20	15	10
ҳосил миқдори (минг сўм)	1000	800	200

- 1) Ҳосилни (пул ҳисобида) максимал бўлишни таъминлайдиган экиш режасини тузинг;
- 2) Бедага ажратилган ер майдони 100 га дан кам бўлмаган ҳолда экинларни оптимал экиш режасини тузинг.

50. Қорамолларни боқишда суткалик оптимал рацион миқдорини топинг. Зарурий моддалар ва уларнинг миқдорлари қуйидаги жадвалда берилган:

Озикавий моддалар (Шартли бирликда)	Бирлик емдаги тўйимли модда (турига караб)		Суткалик минимал норма
	I тур	II тур	
Ем бирликлари	1	0,5	5
Озикавий протеин	80	200	560
Кальций	1	8	20
1 бирлик ем нархи (сўм)	30	50	

3- мураккаб саволлар

1. Чизиқли программалаштиришда асосий ва иккиланма масалалар орасидаги боғланишни ифодаловчи теоремалар.
Т.И. Асосий масала, иккиланма масала, асосий тенгсизлик, оптимал ечим.
2. Эгар нукта ва Қун – Таккер теоремаси.
Т.И. Қаварик функция, эгар нукта, зарурий шарт, етарлилик шarti.
3. Чизиқли программалаштириш масаласининг турли формаларини каноник формага келтириш.

- Т.И. Чизикли программалаштириш масаласи, нормал (стандарт форма), каноник форма.
4. Иккиланма масала ва асосий масаланинг иктисодий талкини.
- Т.И. Нарх вектори, максимал фойда, ресурслар сарфи, максимал, минимал.
5. Транспорт масаласи, Шимоли – Ғарбий бурчак усули.
- Т.И. Таъминотчи, истеъмолчи, тариф, транспорт харажати.
6. Транспорт масаласида минимал харажатлар усули.
- Т.И. Ёпик типдаги масала, минимал тариф, таксимот.
7. Потенциаллар усули.
- Т.И. Банд катаклар, бўш катаклар, потенциаллар, тенглама, оптималлик шarti.
8. Каварик функциянинг асосий хоссалари (исботи билан).
- Т.И. Локал ва глобал минимум, таянч функция, кесма.
9. Шартли экстремум масаласини номаълумларни йўқотиш усули ёрдамида ечиш.
- Т.И. нисбий минимум, асосий боғланишлар, номаълумларни йўқотиш.
10. Чизикли программалаштиришнинг турли формадаги масаласини нормал (стандарт) ҳолга келтириш.
- Т.И. Нормал масала Каноник масала, ёрдамчи ўзгарувчилар.
11. Диета ҳақидаги масала моделини тузинг ва унга иккиланма масалани ёзинг.
- Т.И. Турли минерллар, хомашёлар, зарурий моддалар, минимал нарх.
12. Ишлаб чиқариш масаласининг математик моделини тузинг ва масалани ечиш усуллари кўрсатинг.
- Т.И. Ресурс, фойда, ресурслар таксимоти.
13. Нормал масала учун Лагранжнинг кўпайтувчилар коидаси.
- Т.И. Нормал масала. Лагранж кўпайтувчилари, асосий теорема.
14. Шапртли экстремум масаласи учун Лагранжнинг кўпайтувчилар коидаси.
- Т.И. Масаланинг кўйилиши. Лагранж функцияси. Кўпайтувчилар коидаси.
15. Зесурсларнинг оптимал таксимоти ҳақидаги масала.
- Т.И. Ресурс микдори, максимал фойда, оптимал таксимот.
16. Чизикли программалаштириш масаласини сунъий базис усули ёрдамида ечиш.
- Т.И. Каноник масала, сунъий ўзгарувчилар, сунъий базис.
17. Чизикли программалаштириш масаласида оптималлик шarti.
- Т.И. Мақсад функция орттирмаси, базис режада ҳисобланган орттирма.
18. Чизикли программалаштириш масаласида ечимнинг чегараланмаганлик шarti.
- Т.И. Симплекс жадвал, сўнгги сатр, координаталар ишораси.
19. Симплекс жадвал. Дастлабки жадвални тўлдириш алгоритми.
- Т.И. Симплекс жадвал, ҳал қилувчи устун, ҳал қилувчи сатр, ҳал қилувчи элемент.
20. Симплекс усулда бир жадвалдан бошқа жадвалга ўтиш.
- Т.И. Жадвал ҳал қилувчи сатр ва устун, янги жадвал, янги базис.
21. Симплекс жадвалда базис режанинг оптималлик шarti.
- Т.И. жадвал, сўнгги сатр, элементлар ишораси.
22. Шартли минимумнинг нормал масаласини Лагранж кўпайтувчилари усули билан ечиш.
- Т.И. Лагранж функцияси, ҳосила шартли стационарлик.
23. Шартсиз экстремум. Бир ўзгарувчи функция минимумнинг зарурий шarti.
- Т.И. Экстремум (максимум, минимум), ҳосила.
24. Бир ўзгарувчи функция минимумининг етарлилик шarti.
- Т.И. ҳосила, стационар нукта, атроф, ҳосила ишораси.
25. Кўп ўзгарувчи функция минимумининг зарурий шarti.
- Т.И. функция, хусусий ҳосила, градиент.
26. Кўп ўзгарувчи функция минимумининг етарлилик шarti.
- Т.И. стационар нукта, квадратик форма, форма ишораси.
27. Симплекс жадвалда “тўғри тўртбурчак усули”.
- Т.И. Симплекс жадвал, ҳал қилувчи элемент, тўғри тўртбурчак.
28. Ҳажми 16 Пм^3 бўлган цилиндрлар ичидан тўла сирти энг кичик бўлганини топинг.
- Т.И. цилиндр ҳажми, сирти, экстремал масала тузиш.
29. Чизикли программалаштириш масаласида нормал масала учун дастлабки базис режани топиш.

- Т.И. сунъий ўзгарувчилар, бирлик матрица, симплекс метод.
30. Ресурсларнинг оптимал таҳсимоти ҳақидаги масала.
- Т.И. масаланинг математик модели, туркумлаш, оптималлик принципи.
31. Шартлари тенгсизлик тарзида бўлган масалаларни ечиш усули (шартли экстремум масаласида).
- Т.И. жоиз нукта, қўшимча ўзгарувчилар, тенгликка келтириш.
32. Динамик программлаштиришда оптималлик принципи.
- Т.И. қўп этапли масала, оптималлик принципи.
33. Четки нукталар ва уларнинг асосий хоссалари.
- Т.И. четки нукта, кесма, базис режа.
34. Берилган доирага томонлари квадратиларининг йигиндиси максимал бўлган, ички чизилган учбурчак томонлари топилсин.
- Т.И. Доира, ички чизилган учбурчак, экстремал масала.
35. Берилган мусбат сонни шундай n та қўшилувчига ажратингки, уларнинг квадратлари йигиндиси минимал бўлсин.
- Т.И. масала модели, шартли экстремум масаласи.
36. V ҳажмли очик, тўртбурчакли ванна сирти минимал бўлганда унинг ўлчовларини топинг.
- Т.И. Масала модели, шартли экстремум масаласи.
37. Периметри $2p$ бўлган тўғри тўртбурчакни томонлардан бири атрофида айлантиришдан ҳосил бўлган энг катта ҳажмли жисмни топинг.
- Т.И. тўғри тўртбурчак, периметр, айланма жисм, ҳажм.
38. $y = x^2$ парабола ва $x - y = 2$ тўғри чизик орасидаги масофани ҳисобланг.
- Т.И. масофа, функция экстремуми, минимумни ҳисоблаш.
39. Эллипсга томонлари координата ўқларига параллел бўлган максимал юзали тўғри тўртбурчак ички чизилсин.
- Т.И. Эллипс, тўғри тўртбурчак, функция тузиш, максимумга текшириш.
40. Берилган мусбат сонни шундай иккита қўшилувчига ажратингки, уларнинг тескари кийматлари йигиндиси минимал бўлсин.
- Т.И. мусбат сон, иккита қўшилувчи, функция экстремуми.
41. Чизикли программлаштириш масаласи ечимининг мавжудлик шarti.
- Т.И. тўғри масала режаси, иккиланма масала режаси, режалар тўплами.
42. Симплекс методнинг асосий ғояси.
- Т.И. Симплекс, четки нукта, жоиз йўналиш, оптимал ечим.
43. Чизикли программлаштириш масаласининг иктисодий талкини.
- Т.И. мақсад функция, ресурс, максимал фойда, асосий шартлар.
44. Периметри 40 см. бўлган тенг ёнли учбурчаклардан энг катта юзалиси баландлигини топинг.
- Т.И. учбурчак, периметр, юза, баландлик, максимум.
45. Очик типдаги транспорт масаласини ечиш.
- Т.И. транспорт масаласи, талаб ва таклиф, сунъий объект.
46. Транспорт масаласи ечимининг мавжудлиги ҳақидаги теорема.
- Т.И. транспорт масаласи, ёпиқ типдаги масала, шартлар.
46. Чизикли программлаштириш масаласида базис режа оптималлигининг етарлилик шarti.
- Т.И. Базис режа, жоиз режалар тўплами, етарлилик шarti.
47. Чизикли программлаштиришнинг каноник масаласига иккиланма масалани тузиш.
- Т.И. каноник масала, нормал масала, иккиланма масала.
48. Каноник кўринишдаги чизикли программлаштириш масаласининг дастлабки базис режасини топиш.
- Т.И. Каноник масала, сунъий ўзгарувчилар, базис, базис режа.
49. Модел турлари ва моделлаштириш.
- Т.И. модел, турли моделлар, моделлаштириш, реал жараён, ёрдамчи объект.
50. Чизикли программлаштиришда симплекс итерация.
- Т.И. ҳал қилувчи устун, сатр, элемент, янги базис.

“ИҚТИСОДИЁТДА МИҚДОРИЙ УСУЛЛАР”
ЎҚУВ ПРЕДМЕТИ БЎЙИЧА
ГЛОССАРИЙ

Аниқловчи коэффициент-озод хаднинг ўзгарувчи коэффициентига нисбати. Озод хадлар жойлашган устунда *манфий сон* бўлишига йўл қўймаслик учун ишлатилади.

Базис ечим-эркин ўзгарувчилар нол деб олингандаги тенгламалар системасининг ечими.

Бутун ечим-бутун сондан иборат бўлган ечим.

Бутун сонли дастурлаш-оптимал ечимлари *бутун сонлардан* иборат бўлган дастурлаш.

Гомори усули-оптимал ечимлари бутун сондан иборат бўлишини таъминлайдиган усул.

Градиент вектор-функциянинг *энг тез ўсиш* йўналишини кўрсатувчи вектор.

Динамик дастурлаш-қўп жараёنли математик дастурлаш.

Ёпик контур- бир учи белги қўйилган катакда, қолган учлари эса тўлдирилган катакларда жойлашган ёпик синик чизик.

Ёпик транспорт масаласи-таъминотчиларнинг таклифи, истеъмолчи-ларнинг талабига *тенг бўлган* масала.

Жоиз ечим-шартлар системасини қаноатлантирувчи ҳар қандай ечим.

Иккиланган масала-дастлабки масалага маълум шартлар бўйича боғлиқ бўлган масала.

Қаварик соҳа-ҳар қандай икки нуктаси билан бирга шу нукталарни туташтириб турувчи кесмани ҳам ўз ичига олувчи соҳа.

Квадратик дастурлаш-шартлар системаси ёки мақсад функция квадратик бўлган дастурлаш.

Квадратик форма-тартиби иккига тенг бўлган форма.

Квадратик функция- тартиби иккига тенг бўлган полином.

Кесувчи тенглама-қаср қийматга эга бўлган ечимнинг бутун сонга келтириш тенгламаси.

Критик нукта-биринчи тартибли хусусий ҳосилаларни нолга тенглашдан ҳосил бўладиган тенгламалар системасининг ечими.

Лагранж қўпайтувчилари усули-шартли экстремум масаласини, шартсиз экстремум масаласига келтириш усули.

Мақсад функция-экстремуми топилиши керак бўладиган функция.

Иктисодиётда микдорий усуллар-иктисодий масалаларнинг *математик моделларини тузиш ва бу моделни ечиш* усуллари ўрганиш.

Математик модел- иктисодий жараён ёки объектни тадқиқ этиш ва бошқариш мақсадида амалга оширилган математик ифодаси бўлиб, ечилаётган иктисодий масаланинг математик ёзувини билдиради.

Матрицали ўйинлар- ўйинчиларнинг юришларидан ташкил топган матрица.

Минимал элемент усули-биринчи навбатда минимал транспорт харажатига эга бўлган катак бўйича юк жўнатишга асосланган усул.

Модел – ўрганилаётган объектнинг, жараённинг ёки ходисанинг муҳим хусусиятларини, хоссаларини ақс эттирувчи ёрдамчи объект

Моделлаштириш –бу тажрибани ўзига хос шакли бўлиб, у объектни унинг моделида тадқиқот қилишдан иборатдир. Моделлаштиришнинг қисқа классификацияси бўйича *физик моделлаштириш* ва *математик моделлаштириш*га ажратиш мумкин.

Нол суммали ўйин-ютуқлар йиғиндиси нолга тенг бўлган ўйин.

Номанфий базис ечим- эркин ўзгарувчилари нол бўлган, қолган ечимлари эса номанфий бўлган ечим.

Ночизиқли дастурлаш-таркибида ночизиқли функциялар иштирок этган математик дастурлаш.

Оптимал ечим-мақсад функцияни экстремумга эриштирувчи ечим.

Оптимал қиймат- мақсад функцияни экстремумга эриштирувчи қиймат.

Очиқ транспорт масаласи- таъминотчиларнинг таклифи, истеъмолчиларнинг талабига тенг бўлмаган масала.

Партия- Шарт ва қоидаларнинг амалга оширилиши

Потенциаллар-тўлдирилган қатақларда йиғиндиси транспорт харажатига тенг бўладиган сонлар.

Симметриқ ўйин- ўйин матрицаси $a_{ij} = -a_{ji}$ хоссага эга бўлган ўйин.

Симплекс жадвал-чизиқли дастурлаш масаласини симплекс усул билан ечишнинг жадвал кўриниши.

Симплекс усул-мақсад функциянинг шартли экстремумини топишнинг махсус усули.

Соннинг бутун қисми- шу сондан катта бўлмаган энг катта бутун сон.

Соннинг қаср қисми-соннинг бутун қисмидан шу соннинг айирмаси

Стационар нуқта- Биринчи тартибли хусусий ҳосилаларни нолга тенглашдан ҳосил бўладиган ечим.

Тўла бутун сонли дастурлаш-оптимал ечими бутун сонлардан иборат бўлган математик дастурлаш.

Ўйин- маълум шарт ва қоидалар тўплами.

Функция максимуми- функциянинг энг катта қиймати.

Функция минимуми-функциянинг энг кичик қиймати.

Функция экстремуми- функциянинг максимум ёки минимум қиймат.

Функциянинг антиградиенти- функциянинг энг тез қамайиш йўналишини кўрсатувчи вектор.

Функциянинг глобал максимуми- функциянинг қаралаётган бутун соҳадаги энг катта қиймати.

Функциянинг глобал минимуми- функциянинг қаралаётган бутун соҳадаги энг кичик қиймати.

Функциянинг глобал экстремуми- функциянинг қаралаётган бутун соҳадаги экстремуми.

Функциянинг локал максимуми- функциянинг локал соҳадаги энг катта қиймати.

Функциянинг локал минимуми- функциянинг локал соҳадаги энг кичик қиймати.

Функциянинг локал экстремуми- функциянинг қаралаётган бутун соҳадаги экстремуми.

Чала бутун сонли дастурлаш-оптимал ечимнинг бир қисми бутун бўлган математик дастурлаш.

Чегаравий шарт-математик дастурлашнинг тенгламалар ёки тенгсизликлар системасига қўйиладиган шартлар.

Чизиқли дастурлаш-таркибида факатгина чизиқли функциялар иштирок этадиган математик дастурлаш.

Чизиқли форма- Тартиби бирга тенг бўлган форма.

Шартли экстремум-маълум бир шартларни қаноатлантиргандаги функциянинг экстремумини топиш.

Шартсиз экстремум-ҳеч қандай шартларсиз берилган функциянинг экстремумини топиш.

Шимоли-ғарбий бурчак усули-транспорт масаласида биринчи навбатда энг шимолий-ғарбда жойлашган катак бўйича юк жүнатишга асосланган усул.

Ютуқ- Ҳар бир партия натижаси.

1. Бозор иқтисодиёти жараёнларини моделлаштириш.
2. Иқтисодий масалаларни график усулда ечиш ва таҳлил қилиш.
3. Иқтисодий масалаларни симплекс усулда ечиш.
4. Модифицирланган симплекс усул.
5. ЧПМда иккиланиш назарияси қўшма масалаларни қуриш.
6. Иккиланган симплекс усул.
7. Иқтисодий масалаларни ечимини таҳлил қилиш.
8. Транспорт масалаларига келтириладиган тақсимот масалалари.
9. Дифференциал ренталар усули.
10. Очик транспорт масаласи.
11. Ёпик транспорт масаласи.
12. Траспорт масаласини ечишда потенциаллар усули.
13. Чизиксиз программалашатриш усуллари билан ечиладиган иқтисодий масалалар.
14. Қвадратик программалаштириш ва уни ечиш усуллари.
15. Динамик программалашатриш.
16. Ускуаналарни таъмирлаш ва янгилаш масаласини ечиш.
17. Иқтисодий масалаларнинг ўйинли моделлари
18. Қишлоқ хўжалиги экинларини оптимал етиштириш
19. Ишлаб чиқариш масаласи
20. Қирқиш масаласи
21. Пархез масаласи
22. Минимал харажатлар усули
23. Шимолий ғарбий бурчак усули
24. Патенциаллар усули
25. Захира сақлаш масаласи

Фойдаланилган адабиётлар

Ўзбекистон Республикаси Қонунлари

1. Ўзбекистон Республикасининг «Таълим тўғрисида»ги қонуни. Т. 1997. 29 август.
2. Кадрлар тайёрлаш миллий дастури. Т. 1997. 29 август.
3. Ўрта махсус, касб – ҳунар таълими тизими учун дарсликлар ва ўқув адабиётларининг янги авлодини яратиш тўғрисида. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2001 йил 16 февралдаги №341 қарори.
4. «2010 йилгача бўлган даврда ўрта махсус, касб – ҳунар таълими тизими педагог ва муҳандис педагог кадрларини тайёрлаш, қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш дастури». Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2001 йил 4 октябр № 400 қарори.

Ўзбекистон Республикаси Вазирликлари меъёрий -ҳуқуқий ҳужжатлари

1. Ўзбекистон Республикаси Олий ва Ўрта махсус таълим вазирлигининг «Олий таълимга оид меъёрий ҳужжатларни тасдиқлаш тўғрисида»ги № 251 буйруқ. 22 ноябр 2000 й.

Дарсликлар

3. Х.Н.Жумаев, Б.Отаниёзов ва бошқалар. Математик дастурлаш.. Дарслик, Тошкент. 2005й.
4. К.Сафаева. Математик дастурлаш, Дарслик, Тошкент 2004й.

Ўқув қўлланмалари

1. К.Сафаева, Ф.Шомансурова. Математик дастурлашдан масалалар тўплами. Т., Молия институти, 2003й
2. Математик дастурлаш фанидан масалалар тўплами. Жумаев Х., Каримов Ж. ТДИУ, Тошкент 2005й.
3. Бекназарова Н, Жумаев Х.Н., Иқтисодиётда микродорий усуллар фанидан маъруза матнлари. Т., ТДИУ, 2005й.
4. Исследование операций в экономике. Под ред. Кремера. М., ЮНИТИ, 1997г.
5. Математическое программирование в экономике. Под ред. Кремера, М., Финансы и статистика, 1996г.
6. Уотшэм Т. Дж, Параноу К. Количественные методы в финансах. М., Финанск, 1999г.
7. Хазанова Л.Э. Математическое моделирование в экономических системах. Динамическое программирование. М., ФИНЭУП, 1997г.
8. Хазанова Л.Э. Математическое моделирование в экономике. М., ЛЭК, 1998г.
9. С.Р.Хачятрыан и др. «Методы и модели решения экономических задач» М., «Экзамен», 2005 г.
10. А.Н.Ильченко. «Экономико-математические методы», М., 2006 г.
11. М.Ю.Афанасьев, Б.П.Суворов. «Исследование операции в экономике». Учебное пособие, 2003 г.
12. Е.В.Шикин. «Исследование операции». Учебник, М., МГУ, 2006 г.
13. «Исследование операции в экономике» под редакции Кремера, Учебное пособие, 2005 г.

Интернет сайтлари

5. www.bilimdon.uz – Ўзбекистон Республикаси олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг веб сайти.
6. www.tgeu.uz – ТДИУ веб сайти.
7. www.de.uz – Масофавий таълим тизими веб сайти.
8. <http://www.rsl.ru/> -Российская Государственная библиотека.
9. <http://www.msu.ru/> МГУ

**Ўзбекистон Республикаси Олий ва
Ўрта махсус Таълим Вазирлиги
Самарқанд Иқтисодиёт ва Сервис Институти**

**“Иқтисодиётда микдорий усуллар” фани бўйича
таянч маърузалар тўплами**

Самарқанд 2013

1) "Иқтисодиётда миқдорий усуллар" фани ва унинг предмети

«Иқтисодиётда миқдорий усуллар» фанини ўқитишнинг асосий мақсади талабаларни иқтисодий масалаларни оптимал ечимларини аниқлаш ва улар ҳақида қарор қабул қилиш усуллари билан чуқур таништиришдан, моделлаштирилган иқтисодий масалаларни ечишга тадбиқ қилинадиган математик усулларни танлашдан ва уларни ечиш алгоритмларини амалий масалаларга қўллашни, ечимларни таҳлил қилабилишни ўргатишдир.

«Иқтисодиётда миқдорий усуллар» фанининг муҳим жихати унинг амалиёт зарурати туфайли майдонга келганлигидир. Ҳозирги бозор иқтисодиёти шароитида иқтисодиётни бошқаришда тежамқорлик асосий масалалардан бири бўлиб ҳисобланади. Шунинг учун иқтисодий муаммоларни ҳал қилишда мазкур фаннинг оптимал усулларида фойдаланиш ҳозирги замон талабидир.

Фаннинг асосий вазифаси талабага математик усулларни қандай муҳим аҳамият касб этишини ўқитишдан ва уларни иқтисодий масалаларни ечишда қўллай билишни ҳамда уларнинг ечимларини таҳлил қилиб, ечимлар орасидан энг яхши вариантли ечимни яъни оптимал ечимни топишдан иборат.

Мазкур ўқув курсининг асосий мақсадларидан бири - иқтисодий кўрсаткичлар қийматини ҳисоблаш ва башоратлаштиришни белгилаш, графикларини чизиш ва уларни талкин этиш ҳақидаги билимларни ўргатиш ҳамда уларни реал иқтисодий жараёнларга тадбиқ этиш қўникмаларини ҳосил қилишдан иборатдир. иқтисодий масалаларни назарий ва амалий ҳал қилишда ишлатиладиган математик усуллар билан таништириш, мантикий фикр юритиш қобилиятини ошириш, илмий адабиётларни мустақил ўрганишга одатлантириш, амалий иқтисодий масалаларни математик усуллар билан ечиш ва таҳлил этишга қўникма ҳосил қилишдан иборат.

«Иқтисодиётимизда эришилган натижалар негизда аввало бозор ислохотлари ва мамлакатни модернизация қилишнинг пухта ўйланган модели ва узок муддатга мўлжалланган дастурини босқичма-босқич амалга ошириш бўйича олиб борилаётган тизимли, изчил ва қатъий ҳаракатлар турганини кузатиш қийин эмас»[1].

Чизиқли программалаштириш - чизиқли функциянинг энг катта ва энг кичик қийматини ўзгарувчиларга нисбатан чизикли чегаравий шартлар қўйилган ҳолда аниқлаш билан шугулланадиган фан. Шунинг учун, чизикли программалаштириш масалалари функциянинг шартли экстремум масалалари қаторига киради. Лекин чизикли программалаштириш масалалари махсус хусусиятга эга бўлгани учун математик анализдаги функция экстремумини аниқлашнинг классик усулини тўғридан-тўғри қўллаш мумкин эмас.

Шунинг учун чизикли программалаштириш масалаларини ечишнинг махсус усуллари ишлаб чиқилган. Улар ёрдамида айниқса, иқтисодий масалаларни ечиш мақсадга мувофиқ. Чизиқли программалаштириш масаласи мавзусида Иқтисодиётда миқдорий усулларнинг классификацияси, намунавий иқтисодий масалаларнинг математик моделлари ҳамда транспорт, оптимал қирқиш, қоришма тайёрлаш, ишлаб чиқаришни оптимал режелаштириш масалаларининг қўйилиши ва математик моделлари берилган

2) Чизиқли программалаштириш масаласининг асосий тушунчалари

Математик моделлар

Иқтисодий- математик моделлар

Иқтисодни бошқаришга илмий ёндошиш, математикани кенг қўллаш, айниқса, математик усуллардан фойдаланиш зарурий шартга айланди. Замонавий компьютер техникасидан кенг фойдаланган ҳолда, иқтисодиётда миқдорий усулларни иқтисодий изланишлар ва режелаштиришда қўллаш муҳим ўрин олмоқда. Иқтисодий жараён ёки объектни тадқиқ этиш ва бошқариш мақсадида амалга оширилган математик ифодаси бўлиб, ечилаётган иқтисодий масаланинг математик ёзувини билдиради.

Берилган иқтисодий масаланинг иқтисодий-математик моделини тузиш учун: Иқтисодий масалани ҳар томонлама чуқур ўрганиш зарур; Масаланинг

Умумий ҳолда математик программлаштириш масаласининг математик модели кўидаги кўринишда бўлади:

Агар f , g_i функцияларнинг ҳаммаси чизикли функциялардан иборат бўлса, берилган масала чизикли программалаштириш масаласи бўлади. f – функция масаланинг мақсад функцияси дейилади.

Икки ўлчовли фазода берилган қуйидаги чизикли программалаштириш масаласини кўрамиз:

Фараз қилайлик, (1.3.1.) система (1.3.2.) шартни каноатлантирувчи ечимларга эга, ҳамда улардан ташкил топган тўплам чекли бўлсин.

Текисликда тўғри бурчакли Декарт координаталар системасини киритамиз ва сонларнинг ҳарбир жуфтлигига текисликда координаталари ва бўлган нуктани мос қўямиз. Аввал берилган масаланинг мумкин бўлган ечимлари қандай нуқталар тўпламини ташкил қилишини кўрайлик. Маълумки, икки ўзгарувчилик тенгсизлик текисликда тўғри чизик билан чегараланган ярим текисликни аниқлайди. Бу ярим текислик тўғри чизикга нисбатан қайси нуқталар тўплами эканини аниқлаштириш учун тенгсизликка текисликдаги (тўғри чизикда ётмаган) ихтиёрий нуктани қўйиб кўриш мумкин. Олинган нуқта тенгсизликни қаноатлантирса, шу нуқта ётган ярим текислик, акс ҳолда иккинчи ярим текислик, қидириладиган ярим текислик бўлади. Буни қуйидаги мисолда кўрайлик.

Таянч иборалар

- 233

...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
P_m	c_m	b_m	θ	θ	...	1	a_{mm+1}	...	a_{mk}	...	a_{mn}
$\Delta_j = Z_j - c_j$	...	$Y_0 = \sum_{i=0}^m c_i b_i + c_0$	$\Delta_1 = 0$	$\Delta_2 = 0$	...	$\Delta_m = 0$	$\Delta_{m+1} = \sum_{i=0}^m a_{im+1} c_i - c_{m+1}$	...	$\Delta_k = \sum_{i=0}^m a_{ik} c_i - c_k$	...	$\Delta_n = \sum_{i=0}^m a_{in} c_i - c_n$

3) Симплекс усулнинг аналитик берилиши

Симплекс жадвал устида тартиб билан қуйидаги ишларни бажариш керак:

1. Ҳар бир j учун $u_j - c_j = D_j$ лар текширилади. Агар барча j лар учун $D_j \geq 0$ бўлса, топилган ечим оптимал ечим бўлади.

2. Агар бирорта j учун $u_j - c_j > 0$ бўлса, базисга киритиладиган вектор танланади. Базисга шартни қаноатлантирувчи P_k вектор киритилади.

3. Базисдан чиқарилиши керак бўлган вектор аникланади. Базисдан

га мос келувчи P_l вектор чиқарилади. Агар P_k векторга мос келувчи барча $x_{ik} \geq 0$ бўлса, чизикли функция қуйидан чегараланмаган бўлади;

4. Аниқловчи элемент $x_{ik} > 0$ танлангандан сўнг симплекс жадвал алмаштирилади.

Шундай йул билан ҳар бир итерацияда янги таянч ечим топилади. Симплекс усул ёки оптимал ечимни беради, ёки масаладаги чизикли функциянинг чекли минимум га эга эмаслигини аниқлайди.

Таянч иборалар

чегаравий шартлар, максад функция, базис ечим, таянч ечим, оптимал ечим, симплекс жадвал, номанфий базис ечим, симплекс жадвал, алгоритм, чекли минимум, итерация, базисдан чиқариладиган вектор, базисга кирувчи вектор

Ўз-ўзини текшириш ва баҳолаш учун назорат саволлари

1. Максад функция максимумини топишдан минимумини топишга қандай ўтилади?
2. Чегаравий шартлари тенгсизликлар системасидан иборат бўлган масаладан чегаравий шартлари тенгламалар системасидан иборат масалага ўтиш қандай амалга оширилади?
3. Чизикли программалаштириш масаласи қандай ечимларга эга бўлиши мумкин?
4. Қандай масалалар учун симплекс жадвал тузиш мумкин?
5. Симплекс усул алгоритми қандай?
6. Масаланинг ечими мавжуд эмаслиқ шarti қандай?
7. Базис ечимни оптималлик шarti қандай?

2 - “Чизикли программалаштириш” мавзуси бўйича учинчи

таянч маъруза матни

1) Сунъий ўзгарувчи, сунъий базис вектор тушунчаси

Амалда учрайдиган кўп чизикли программалаштириш масалалари ечимга эга бўлган ҳолда бирлик матрицани ўз ичига олмайди. Бундай масалаларни ечиш учун «сунъий базис вектор» усул қўлланилади.

Бундай масаланинг шартларига бирлик матрицани киритиш учун системадаги ҳар бир тенгламанинг чап қисмига сунъий ўзгарувчи деб аталадиган x_{n+1} номаълумни мос равишда қўшилади, натижада чегаравий шартларда x_{n+1} ўзгарувчиларга асосан базис векторлар ҳосил бўлади ҳамда

-

функцияни минималлаштириш билан боғлиқ бўлган кенгайтирилган масала ҳосил қилинади. Бу ерда M мақсад функциянинг барча коэффициентларига нисбатан катта ҳақиқий сон.

2) Сунъий базис вектор усулига доир асосий теорема

Берилган масаланинг оптимал ечимини топиш учун қуйидаги теоремадан фойдаланамиз.

Теорема. Агар кенгайтирилган масаланинг

оптимал ечимида $=0$ бўлса, ечим берилган масаланинг оптимал ечими бўлади.

3) Оптимал ечимни аниқлаш

Кенгайтирилган масаланинг оптимал ечимини топиш учун жадвалдан қўшимча $m+2$ қатори билан фарқ қилувчи симплекс жадвалдан фойдаланилади. Жадвалнинг $(m+1)$ ва $(m+2)$ -қаторини тўлдириш учун $u_j - c_j$ айирма $u_j - c_j = a_j + b_j M$ кўринишида ифодаланади.

Баъзисга $(m+2)$ - қаторнинг мусбат элементларининг энг каттаси мос келувчи вектор киритилади. Ҳамма сунъий баъзис векторлар баъзисдан чиқарилгунча $(m+2)$ - қатордан, сўнгра, оптимал ечим топилгунга қадар $(m+1)$ - қатордан фойдаланилади. Масалани симплекс усул қўллаб ечиш жараёнида $m+2$ – қатордаги коэффициентларнинг барчаси манфий бўлса, масала оптимал ечимга эга бўлмайди ёки $\max D_j$ устинда бирорта ҳам мусбат элемент қатнашмаса, берилган чизикли программалаштириш масаласининг баъзис ечими мавжуд бўлиши мумкин, лекин оптимал ечими мавжуд бўлмайди. Симплекс усул алгоритми бу ҳолда ҳам такрорланади.

Баъзисга $(m+2)$ - қаторнинг мусбат элементларининг энг каттаси мос келувчи вектор киритилади. Ҳамма сунъий баъзис векторлар баъзисдан чиқарилгунча $(m+2)$ - қатордан, сўнгра, оптимал ечим топилгунга қадар $(m+1)$ - қатордан фойдаланилади. Масалани симплекс усул қўллаб ечиш жараёнида $m+2$ – қатордаги коэффициентларнинг барчаси манфий бўлса, масала оптимал ечимга эга бўлмайди ёки $\max D_j$ устинда бирорта ҳам мусбат элемент қатнашмаса, берилган чизикли программалаштириш масаласининг баъзис ечими мавжуд бўлиши мумкин, лекин оптимал ечими мавжуд бўлмайди. Симплекс усул алгоритми бу ҳолда ҳам такрорланади.

Таянч иборалар

Қўшимча ўзгарувчи, сунъий базис ўзгарувчи, сунъий базис вектор, базис ечим, таянч ечим, оптимал ечим, симплекс жадвал, алгоритм, чекли минимум, итерация, базисдан чиқариладиган вектор, базисга кирувчи вектор.

Ўз-ўзини текшириш учун назорат саволлари

1. Мақсад функция максимумини топишдан минимумини топишга қандай ўтилади?
2. Чегаравий шартлари тенгсизликлар системасидан иборат бўлган масаладан чегаравий шартлари тенгламалар системасидан иборат масалага ўтиш қандай амалга оширилади?
3. Қўшимча ўзгарувчи билан базис ўзгарувчининг фарқи нимада?
4. Қандай вектор сунъий базис вектор дейилади?
5. Кенгайтирилган чизикли программалаштириш масаласининг мақсад функцияси қандай тузилади?
4. Қандай масалалар учун симплекс жадвал тузиш мумкин?
5. Симплекс усул алгоритми қандай?
6. Кенгайтирилган масаланинг ечими мавжуд эмаслиқ шarti қандай?
7. Базис ечимни ортималлик шarti қандай?

2 –мавзу Чизикли программалаштиришда иккиланганлик назарияси

- 1) Чизикли программалашда иккиланган масалалар
иккиланган масалалар

Симметрик бўлмаган иккиланган масалаларнинг матрицали ифодаси куйидагича бўлади:

Берилган масала:

Иккиланган масала:

$$, \quad (1)$$

$$, \quad (2)$$

(3)

Иккала масалада ҳам вектор катор, $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ - вектор устунлар, $\vec{d}$ - чегараловчи шартларнинг коэффициентларидан ташкил топган матрица.

б) Симметрик иккиланган чизикли прграммалаштириш масалалари

Берилган масала:

Иккиланган масала:

Берилган масала:

Иккиланган масала:

2) Иккиланганлик назариясининг асосий натижалари

Ўзаро иккиланган чизикли программлаштириш масалаларининг устунлик томонларидан асосийси, масалалардан бирини оддий симплекс усул ёки иккиланган симплекс усул (3-теоремага қаранг) ёрдамида ечиб, уларнинг ҳар иккаласини ечимларини бирвақтда аниқлаш мумкин.

- 1) Иккиланган симплекс усул бўйича ечиладиган масала шартларидаги озод ҳадлар мусбат бўлмаслиги ҳам мумкин;

2) Иккиланган симплекс усул билан бир вақтнинг ўзида ҳам берилган масаланинг, ҳамда иккиланган масаланинг ечими топилади ёки иккала масаланинг ечими мавжуд эмаслиги аниқланади;

3) Берилган масаланинг чегараловчи шартлари “ ” белги билан боғланган ёки унинг баъзи озод ҳадлари манфий бўлган масалаларни, иккиланган симплекс усул билан ечганда бажариладиган ҳисоблаш ишларининг сони камаёди;

4) Иккиланган симплекс усул билан ишлаб чиқаришнинг баъзи зарур тавсифларини аниқлаш мумкин. Масалан, бир вақтнинг ўзида ҳам ишлаб чиқариш ечимини, ҳам ишлаб чиқаришга сарф қилинадиган ҳамма воситаларнинг баҳосини ҳисоблаш мумкин.

Оддий симплекс усул сингари иккиланган симплекс усулнинг ҳар бир итерациясида (қадамида) n -ўлчовли X вектор алмашиб боради. Фақат, шунга эътибор бериш керакки, симплекс усулдан фаркли равишда, иккиланган симплекс усул билан топилган n -ўлчовли X вектор таянч ечим бўлмаслиги мумкин. Бундай ечимни чала таянч ечим деб атаймиз. Иккиланган симплекс усул бўйича чала таянч ечимларни алмаштириш жараёни таянч ечим топилгунча такрорланади. Топилган таянч ечим эса масаланинг оптимал ечими бўлади.

1- теорема. Агар чала таянч ечим масаланинг таянч ечими бўлса, у оптимал ечим ҳам бўлади.

2- теорема. Агар масаланинг чала таянч ечимининг компоненталаридан камида биттаси, масалан, бўлиб, барча j лар учун бўлса, берилган масала таянч ечимга эга бўлмайди.

3- теорема Агар топилган чала таянч ечим учун бўлганда, бўлиб, камида битта бўлса, у ҳолда ни янги чала таянч ечим га алмаштириш натижасида чизикли функциянинг киймати камаёди. векторни га алмаштириш учун базисдан вектор чиқарилиб, базисга қуйидаги шартларни қаноатлантирувчи вектор киритилади:

, ва

3) Мавжудлик теоремаси

Иккиланган масалаларнинг оптимал ечимлари ўзаро қуйидаги теорема асосида боғланган.

Теорема. Агар берилган масала ёки унга иккиланган масаладан бирортаси оптимал ечимга эга бўлса, у ҳолда иккинчиси ҳам ечимга эга бўлади ҳамда бу масалалардаги чизикли функцияларнинг экстремал кийматлари ўзаро тенг бўлади, яъни

Агар бу масалалардан бирининг чизикли функцияси чегараланмаган бўлса, у ҳолда иккинчи масала ҳеч қандай ечимга эга бўлмайди.

Таянч иборалар

Симметрик бўлмаган иккиланган масалалар, вектор катор, вектор устунлар, чегараловчи шартлар, симметрик иккиланган масала, озод ҳадлар, воситаларнинг баҳоси, таянч ечим, чизикли функциянинг киймати, чизикли функция чегараланмаган.

Ўз-ўзини текшириш учун назорат саволлари

1. Ўзаро иккиланган масалани тузиш.
2. Берилган ва унга иккиланган масалаларнинг иқтисодий маънолари.
3. Берилган ва иккиланган масалаларнинг шартлар системасидаги боғланишлар.
4. Берилган ва унга иккиланган масалаларнинг мақсад функция коэффициентлари ва озод ҳадлар орасидаги муносабат.
5. Иккиланган ва берилган масалалар ечимлари орасидаги боғланишлар.
6. Берилган ва иккиланган масалалар оптимал ечимларининг мавжудлиги ҳақидаги теорема.
7. Берилган ва иккиланган чизикли программалаштириш масалаларининг оптимал ечимларини мавжуд бўлмаслик критерийси.
8. Дастлабки ва иккиланган масалалар мақсад функциялари қийматлари орасидаги муносабат

3-мавзу

2-соат

Чизикли программалаштиришнинг

махсус масалалари

Таянч маъруза матни

1) Очiq ва ёпик типдаги транспорт масаласи

Транспорт масаласи махсус чизикли программалаштириш масалалари синфига тегишли бўлиб, чизикли программалаштириш масалаларини ечишнинг симплекс усулидан фаркли равишда транспорт масаласини ечиш учун унинг махсус хусусиятларини назарга олувчи усуллар яратилган. Масаланинг чегараловчи шартларидаги коэффициентларидан тузилган матрицанинг элементлари 0 ва 1 рақамлардан иборат бўлади. Транспорт масаласининг математик моделини куйидаги кўринишда ёзиш мумкинлиги бизга маълум:

Бу ердаги (3.1.1) шарт - ҳар бир ишлаб чиқарувчи пунктлардаги маҳсулот тўла таксимлансин, (3.1.2) - эса ҳар бир истеъмол қилувчи пунктнинг талаби тўла қаноатлантирилсин деган маъноларни билдиради. Маҳсулотни ташиш учун сарф қилинадиган умумий транспорт харажатлари (3.1.4) чизиқли функция орқали ифодаланади.

Масаладаги ҳар бир манфий бўлмаган сонлар. Агар (3.1.1) – (3.1.4) масалада

(3.1.5)

тенглик ўринли бўлса, яъни ишлаб чиқарилган маҳсулотлар йиғиндиси унга бўлган талаблар йиғиндисига тенг бўлса, у ҳолда бу масалани ёпик модели транспорт масаласи, акс ҳолда эса очик модели транспорт масаласи дейилади. Лекин ҳарқандай очик транспорт масаласини ёпик масалага келтириш мумкин.

2) Дастлабки режани топиш усуллари

Транспорт масаласини ечиш жараёни бошлангич таянч ечимни топиш билан бошланади. Транспорт масаласининг бошлангич ечимини топиш усуллари кўп бўлиб, қуйида «шимолий-ғарб бурчак» усули ва «минимал элемент» усули билан танишамиз.

а). Шимолий-ғарб бурчак усули.

«Шимолий-ғарб бурчак» усулининг гоёси қуйидагилардан иборат. Энг аввал транспорт жадвалига ёпик транспорт масаланинг берилганлари жойлаштирилади ва унинг шимолий-ғарбда жойлашган номаълумнинг қиймати аниқланади. Кейин тартиб билан солиштирилиб, ларнинг қийматлари топиб борилади.

Транспорт масаласининг ечимини топиш учун керак бўладиган итерациялар сони бошлангич таянч ечимни танлашга боглик. Оптимал ечимга яқин бўлган таянч ечимни топиш масаланинг оптимал ечимини топишни тезлаштиради. Адабиётда транспорт масаласининг бошлангич ечимини топиш учун транспорт харажатларини назарга олувчи кўп усуллар маълум. Уларнинг ҳаммаси шимолий-ғарб бурчак усулининг транспорт харажатларини назарга олувчи модифицирланган ҳолидир.

3) Потенциаллар усули

Потенциаллар усулининг алгоритми қуйидагилардан иборат:

1. Транспорт масаласининг шартлари транспорт жадвалига жойлаштирилади ва юқорида кўрилган усулларнинг биридан фойдаланиб, бошлангич таянч ечим топилади.

2. Топилган таянч ечимни оптимал ечим эканлигини текшириш учун ҳар бир тўлдирилган () каталка учун потенциал тенгламалар тузилади. Маълумки, транспорт масаласининг ечимидаги 0 дан фаркли бўлган ўзгарувчилар сони, яъни маҳсулот таксимланган каталкалар сони $n+m-1$ та бўлиши керак. Демак, потенциал тенгламалар системаси $n+m$ та номаълумли $n+m-1$ тенгламалар системасидан иборат бўлади. Бу системада номаълумлар сони тенгламалар сонидан ортиқ бўлганлиги сабабли, потенциалларнинг сон қийматини топиш учун улардан ихтиёрий биттасига ихтиёрий қиймат, соддалик учун нол қиймат бериб, қолганларининг қийматларини бирин-кетин топиш мумкин.

Потенциалларнинг сон кийматлари аниқлаб бўлингач, барча бўш катаклар учун ҳисобланади. Агар барча i ва j лар учун

тенгсизлик ўринли бўлса, топилган ечим оптимал ечим бўлади.

3. Агар i ва j ларнинг камида бир киймати учун тенгсизлик бажарилса, таянч ечимдан янги ечимга ўтилади. Бунинг учун шартни каноатлантирувчи (l,k) катакча маҳсулот таксимлаш учун, вақтинча номаълум бўлган сон билан белгиланади. Сўнгра соат стрелкаси бўйича ёки унга карама-карши (бирхил) йўналишда (l,k) катакчадан бошлаб ҳаракат қилиб, учлари тўлдирилган катакларга тўғри келувчи тўғри бурчакли ёпик контур ҳосил қилинади ва контурнинг учларига тартиб билан алмашинувчи $(+)$ ва $(-)$ ишоралар қўйиб борилади. Натижада K - та учларга эга бўлган контур ҳосил бўлади:

бу ерда σ_i - $(-)$ ва $(+)$ ишорали катакчалар сони. K нинг сон киймати қуйидаги формула орқали топилади:

4. Янги таянч ечим ҳисобланади, контурнинг $(+)$ ишора қўйилган учлари тўғри келган катаклардаги маҳсулот миқдорларига K нинг киймати қўшилади, $(-)$ ишорадагиларидан бу киймат айрилади. Контурнинг учларига тўғри келмаган маҳсулот миқдорлари ўзгартирилмайди.

Топилган янги таянч ечим учун яна қайтадан потенциаллар системаси тузилади ва янги ечимнинг оптимал ечим бўлишлик шarti текширилади. Агар янги таянч ечим оптимал ечим бўлмаса, у ҳолда яна қайтадан 3,4 пунктларда қилинган ишлар такрорланади. Такрорланиш жараёни оптимал ечим топилгунча, яъни транспорт жадвалидаги барча бўш катакчалар учун

шарт бажарилгунча такрорланади.

Таянч иборалар

Транспорт масаласи, математик модел, ишлаб чиқарувчи пунктлар, истеъмол қилувчи пунктлар, транспорт ҳаражатлари, чизикли функция, ёпик модели транспорт масала, очик модели транспорт масаласи, дастлабки режа, таянч ечим, бошланғич ечим, шимолий-ғарб бурчак, итерациялар, транспорт жадвали, потенциал тенгламалар, бўш катаклар, соат стрелкаси, ишоралар, контур.

Мавзуга оид саволлар

1. Таянч режа қандай тузилади?
2. Транспорт масаласининг математик модели нимадан иборат?
3. Шимолий -ғарб бурчак усулини айтинг?
4. Минимал элемент усули нимадан иборат?

5. Қандай шартлар бажарилганда транспорт масаласи ёпик дейилади?
6. Қандай шартлар бажарилганда транспорт масаласи очик дейилади?
7. Транспорт масаласида махсулотларни неча хил усулда тақсимлаш мумкин.
8. Потенциал ўзгарувчилар қандай танланади?
9. Потенциал тенгламалар системаси қандай тузилади?
10. Таянч ечимни оптималлик шарти қандай?

4-МАВЗУ

4-соат

ЧИЗИҚСИЗ ПРОГРАММАЛАШТИРИШ МАСАЛАСИ

Мавазу бўйича биринчи таянч маъруза матни

1) Чизиксиз программалаш масаласининг қўйилиши. Локал ва глобал экстремум қийматлар

n ўлчовли Евклид фазоси E_n да $f(x)$ функциялар (улардан камида биттаси чизиксиз) берилган бўлсин. Қуйидаги $f(x)$ (бу ерда белги белгилардан бирини ифодалайди) шартларнинг барчасини қаноатлантирувчи векторларни жоиз векторлар, ёки қисқача қилиб жоиз нуқталар деб атаيمиз.

Барча жоиз нуқталар ичидан $f(x)$ функцияга экстремал қиймат берувчи нуқтани топиш чизиксиз программалаштириш масаласининг шартли экстремум масаласи деб аталади.

Масалан, чизиксиз программалаштириш масаласи символик қўринишда қуйидагича ёзилади:

Бу ерда муносабатлар қўйилган шартларни ифодалайди. Шу сабабли мос масалага шартли экстремум масаласи деб аталади. Агар масалада $i = 0$ бўлса, яъни (2) каби еки бошқача шартлар қўйилмаса, мос масалага шартсиз экстремум масаласи дейилади ва бундай масалалар математик анализ курсида етарли даражада ўрганилган. Биз бу ерда асосий эътиборни шартли экстремум масаласига қаратимиз.

(4)

Таъриф. Юкоридаги (3), (4) масалада функцияга минимум қиймат берувчи жониз нукта масаланинг ечими деб аталади, яъни:

Умуман олганда бундай шартли минимум нукта мутлок (глобал) шартли минимум нукта дейилади.

Шунга ўхшаш нисбий (локал) шартли минимум нуктани ҳам таърифлаш мумкин.

Таъриф. Бирор етарли $\epsilon > 0$ берилганда нинг ϵ атрофидан олинган барча жониз нукталар учун шарт бажарилса, -нисбий (локал) шартли минимум нукта деб аталади.

этилган (1) - (2) масала берилган ва функцияларнинг табиатига қараб, турлича номланади ва тадбиқ этилади. Агар функциялардан камида биттаси чизиксиз бўлса, масала чизиксиз программалаштириш масаласи деб аталади. Шунга ўхшаш чизикли программалаштириш, квадратик программалаштириш, қавариқ программалаштириш қоби қатор масалаларни қелтириш мумкин.

2) Чизиксиз программалаштириш масаласининг геометрик талқини

Чизиксиз программалаштириш масаласининг оптимал ечимини геометрик талқинидан фойдаланиб топиш учун қуйидаги ишларни бажариш керак:

1. Масаланинг чегаравий шартларини қаноатлантирувчи нукталар тўпламини, яъни мумкин бўлган планлар тўпламини яшаш керак (агар бу тўплам бўш бўлса, масала ечимга эга бўлмайди)

2. $= Q$ гиперсиртни яшаш керак.

3. Q нинг қийматини ўзгартириб бориб, энг паст савия гиперсирт топилади ёки функциянинг қуйидан чегараланмаган эканлиги аниқлади.

4. Мумкин бўлган планлар тўпламининг энг паст савия гиперсирт билан кесишган нуктаси аниқланади ва f функциянинг бу нуктадаги қиймати топилади.

3. Чегаравий шартлари тенгсизликлар билан берилган масалалар

Биз қуйида, $\min = \max(-)$ эканлигини эътиборга олиб, масалани минимум терминида ўрганамиз, яъни қуйидаги масалани қараймиз:

(6)

Одатда (3) - (4) масалани шартлари тенгсизликлар билан берилган шартли экстремум масаласи деб аталади. Бироқ, бу масалани ёрдамчи ўзгарувчилар киритиш йўли билан тенглик типигаги масалага келтириш мумкин:

$$\textcircled{R} \min \quad (7)$$

(8)

Бу ерда , - қўшимча ўзгарувчилар деб аталади. Шу сабабли, умумиятга зиён етказмасдан, бундан буён қуйидаги шартлари тенглик тарзида бўлган масалани ўрганамиз:

$$\textcircled{R} \min$$

Агар (7),(8) масалада ва функцияларнинг табиати ҳақида маълумотлар канча кўп бўлса, масалани ечиш имконияти ҳам шунча кенгайиб боради. Биз, ва ларни узлуксиз дифференциалланувчи деб фараз қиламиз.

Шартсиз экстремум масаласининг ечимини топиш талаб қилинган бўлсин, яъни

функциянинг максимумини (минимумини)

нукталарда кидириш керак бўлсин.

функция биринчи тартибли ҳосилалари билан биргаликда узлуксиз бўлса, унинг экстремуми қуйидаги тенгламалар системасини қаноатлантиради:

(9)

Демак, берилган функция X_0 нуктада экстремумга эга бўлиши учун бу нукта охирги тенгламалар системасининг ечими бўлиши керак.

Ҳақиқатан, агар функция нуктада локал максимумга эришса, шундай сон мавжуд бўладики, ихтиёрий нукта учун (нуктанинг кичик атрофидаги нукталар тўплами) тенгсизлик бажарилади.

нуктани кўринишда ёзамиз, бу ерда бирлик векторлар. Бу ҳолда шартни қаноатлантирувчи h учун

тенгсизлик ўринли бўлади. Бундан

ва

тенгсизликлардан да ва да лимитга ўтиб, мос равишда ва тенгсизликларни ҳосил қилиш мумкин. Булардан эса

тенгламалар системаси ҳосил бўлади. Худди шундай йул билан X_0 нукта функцияга локал минимум берувчи нукта бўлган ҳолда ҳам (10) ўринли эканлигини кўрсатиш мумкин. (10) тенгликлар X_0 нуктада функция локал максимум ёки минимумга эга бўлса, шу нуктада ундан n та номаълумлар бўйича олинган хусусий ҳосилалар 0 га тенг бўлиши кераклигини кўрсатади. Лекин бундан ҳар қандай нукта ҳам функцияга локал минимум ёки максимум қиймат беради деган хулоса келиб чикмайди. Масалан, функция учун шарт эгилиш нуктасида ўринли бўлиб, бу нуктада функция экстремумга эга бўлмаслиги мумкин. Худди шунингдек, икки аргументли функция учун шартлар эгар нуктада ҳам бажарилиб, бу нуктада функция экстремумга эга бўлмаслиги мумкин.

(9) системанинг ечимларини стационар нукталар деб атаймиз. Берилган функция экстремумга эришадиган нукта стационар нукта бўлади, лекин ҳар қандай стационар нуктада ҳам функция экстремумга эришавермайди.

Таянч иборалар

жоиз нукталар, экстремал қиймат, шартли экстремум, математик анализ курси, мутлок (глобал) шартли минимум нукта, нисбий (локал) шартли минимум нукта, каварик программалаштириш, квадратик программалаштириш, чизикли программалаштириш,

шартлари тенгсизликлар, қўшимча ўзгарувчилар, узлуксиз, дифференциалланувчи, биринчи тартибли ҳосилалар, локал максимум, стационар нукта.

Мавзуга оид саволлар

1. Масаланинг математик модели қандай ёзилади?
2. Масаладаги функцияларга қандай шартлар қўйилади?
- 3.
4. Тенгламалар системаси қандай тузилади?
- 5.

Чизиксиз программалаштириш масаласи мавзусининг

иккинчи таянч маъруза матни

1. Лагранж усулининг гоёси

тенгламалар системасини каноатлантирувчи ва

функцияга максимум (минимум) қиймат берувчи нуктани топиш керак бўлсин.

функциялар ва уларнинг ҳамма номаълумлар бўйича олинган хусусий ҳосилалари узлуксиз деб фараз қиланади. Номаълумларга номанфийлик шarti кўйилмаганда масалани Лагранжнинг аниқмас кўпайтувчилар усулини кўллаб ечиш мумкин. Лагранж усулининг гоёси шartлари тенгсизликлар билан берилган чизиксиз программалаштири масаласи шartлари тенгламалардан иборат масалага келтирилади, сўнгра Лагранж функцияси деб аталадиган $m+n$ та ўзгарувчили функция тузилади. Бу функция масаланинг барча функцияларини ўз ичига олади. Шунинг учун берилган шartли оптималлаштириш масаласи шartсиз оптималлаштириш масаласига келади. Бундай масалага эса классик усулни кўллаш мумкин. Лагранж функциясининг ифодасидаги, барча функциялар узлуксиз бўлиши ва барча аргументлар бўйича узлуксиз хусусий ҳосилалари мавжуд бўлиши керак.

2. Масала ечимининг мавжуд бўлишининг зарурий шarti

Фараз қилайлик, хусусий ҳолда қуйидаги масала берилган бўлсин:

(1) ва функциялар узлуксиз ва дифференциалланувчи функциялар бўлсин. нукта тенгламани қаноатлантириб, функцияга локал максимум (минимум) қиймат бериши учун қандай зарурий шartни қаноатлантириши керак эканлигини кўрамиз.

нуктада хусусий ҳосилалардан камида бири нолдан фарқли, масалан, u ҳолда ошқормас функциялар ҳақидаги теоремага асосан u нинг кичик $\epsilon > 0$ атрофи мавжуд бўладики, бу атрофда тенгламани u га нисбатан ечиш мумкин, яъни $u = j(x_1)$, бу ерда j функция

($j(\cdot)$) нукта атрофида узлуксиз дифференциалланувчидир.

Ҳар бир нукта масаланинг мумкин бўлган планлар тўплами G га тегишли. Шунинг учун функциядан ҳам u ни йўқотиш мумкин, яъни

$$Z = F(x_1) = u, \quad |x_1 - x_{01}| < \epsilon$$

Лекин, X_0 нуктада функция $g(X) = b$ шartни қаноатлантирувчи локал максимумга эга бўлса, x_{01} нинг ϵ_0 ($0 < \epsilon_0 < \epsilon$) атрофидаги ҳар қандай x_1 учун

$(F(x_1) - F(x_{01}))$ тенгсизлик ўринли бўлади. Бу ҳолда $F(x_1)$ функция x_{01} да шartсиз максимум (минимум) га эришади.

$F(x_1)$ функция x_{01} нинг ϵ_0 атрофида дифференциалланувчи ва x_{01} да шartсиз экстремумга эришгани учун бўлади.

F функцияни мураккаб функция сифатида дифференциаллаб, қуйидагини ҳосил қиламиз:

Ошқормас функцияларга доир теоремага асосан:

Демак, куйидаги муносабат ўринли бўлади:

белгилаш киритсак, X_0 нуктанинг экстремал нукта бўлиши учун куйидаги зарурий шартларни ҳосил киламиз:

(2)

система учта x_0, x_1, x_2 номуқамли учта тенгламадан иборат. Бу системанинг ечимидан иборат бўлган X_0 нуктада f функция локал максимумга (минимумга) эришмаслиги ҳам мумкин, лекин f функцияга $g(X) = b$ шарт бажарилганда локал максимум (минимум) қиймат берувчи нукта албатта (2) системанинг ечими бўлиши керак.

Демак (1) масаланинг ечимини топиш учун (2) системанинг ҳамма ечимларини топиш керак. (2) система тенгламалари X_0 нуктанинг берилган (1) формадаги масаланинг ечими бўлишининг зарурий шартларидир. Бу шартларни куйидаги формал усул билан ҳам ҳосил қилиш мумкин.

3. Лагранж кўпайтувчилар усули

$F(X, \lambda) = f(X) + \lambda(b - g(X))$ функцияни тузамиз. Бу функциядан x_1, x_2, λ лар бўйича хусусий ҳосилалар олиб, уларни нолга тенглаймиз

Ҳосил бўлган система (2) системанинг ўзидан иборат. Бу ерда F - Лагранж функцияси, λ - Лагранж кўпайтувчилари деб аталади.

Лагранж усулининг амалий аҳамияти шундан иборатки, бунда бир ўзгарувчиларни бошқалари орқали ифодалаш ёки ҳамма ўзгарувчиларнинг ўзаро боғлиқ эмаслигини назарга олиш талаб қилинмайди ҳамда шартли оптималлаштириш масаласига келтирилади. Бундан ташқари шундай масалалар ҳам учрайдики, уларнинг экстремал планлари мавжуд бўлишига қарамай мос система ечимга эга бўлмайди.

Таянч иборалар

хусусий ҳосилалар, узлуксиз, номуқамийлик шarti, аниқмас кўпайтувчилар, Лагранж функцияси, дифференциалланувчи функциялар, локал максимум (минимум) қиймат, ошқормас функциялар, теорема, планлар тўплами, зарурий шартлар.

Мавзуга оид саволлар

Шартли оптималлаштириш масаласининг қўйилиши.

2. Функцияларга қўйиладиган асосий шартлар

3. Лагранж функциясини тузиш.

4. Лагранж кўпайтувчилари қанбай танланади?

5. Хусусий ҳосилаларга нисбатан система тузиш

6. Оптимал ечимни топиш.

5 - МАВЗУ

Қавариқ программалаштириш

Мавзу бўйича таянч маъруза матни

1. Қавариқ тўпламлар ва уларнинг хоссалари

Фараз қилайлик $X_1, X_2, \dots, X_n$ векторлар (нукталар) n - ўлчовли E_n Евклид фазосининг ихтиёрий нукталари бўлсин.

1-таъриф. $X_1, X_2, \dots, X_n$ нукталарнинг қавариқ комбинацияси деб,

$$a_i \geq 0 \quad (i)$$

шартларни қаноатлантириб, ихтиёрий a_i сонларга нисбатан тузилган

$$a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_n X_n$$

йигиндига айтилади

2- таъриф. G -тўплам қавариқ тўплам дейилади, агар у ўзининг ихтиёрий иккита нуктаси билан бирга, уларнинг қавариқ комбинациясини ҳам ўз ичига олса. Четки нукта қавариқ тўламнинг бошқа ҳечқандай 2 та нуктасининг қавариқ комбинацияси бўлмайди.

3-таъриф. Чизикли программалаштириш масаласининг бўш тўплам бўлмаган жоиз ечимлар тўплами масаланинг ечим қўпбурчаги ёки ечим соҳаси дейилади.

Текислиқда қавариқ қўпбурчақ чекли учларга эга бўлган чегараланган, ёпик тўпламдир.

2. Қавариқ функциялар ва уларнинг хоссалари

1-таъриф. Агар $f(X)$ функция $G \subset E_n$ қавариқ тўпламда аниқланган бўлиб, ихтиёрий $X_1 \in G, X_2 \in G$ нукталар ва $0 \leq \lambda \leq 1$ сон учун

$$f(aX_2+(1-a)X_1) \geq af(X_2)+(1-a)f(X_1) \quad (7)$$

тенгсизлик ўринли бўлса, $f(X)$ функция «ботик (пастга каварик) функция» дейилади. Бошқача айтганда, $Z=f(X)$ гипертекислик пастга каварик бўлиши учун унинг ихтиёрий иккита (X_1, Z_1) ва (X_2, Z_2) нуқталарини туташтирувчи кесма гипертекисликнинг сиртида ёки ундан юқорида ётиши керак.

2-таъриф. Агар $f(X)$ функция GME_n каварик тўпланда аниқланган бўлиб, ихтиёрий $X_1 \in G$, $X_2 \in G$ нуқталар ва $0 \leq \alpha \leq 1$ сон учун

$$f(aX_2+(1-a)X_1) \leq af(X_2)+(1-a)f(X_1) \quad (8)$$

тенглик ўринли бўлса, $f(X)$ функция юқорига «каварик функция» деб аталади.

Агар $Z=f(X)$ гипертекислик юқорига каварик бўлса, унинг ихтиёрий икки

(X_1, Z_1) ва (X_2, Z_2) нуқталарини туташтирувчи кесма шу гипертекисликнинг сиртида ётади ёки унинг пастидан ўтади.

3-таъриф. Агар ихтиёрий иккита $X_1 \in G$, $X_2 \in G$ нуқталар ва $0 \leq \alpha \leq 1$ сон учун

$$f(aX_2+(1-a)X_1) < af(X_2)+(1-a)f(X_1) \quad (9)$$

ёки

$$f(aX_2+(1-a)X_1) > af(X_2)+(1-a)f(X_1) \quad (10)$$

тенгсизликлар ўринли бўлса, GME_n каварик тўпланда аниқланган $f(X)$ функция қатъий пастга каварик ёки қатъий юқорига каварик функция дейилади. Агар $f(X)$ функция GME_n да қатъий юқорига каварик бўлса, у ҳолда - $f(X)$ функция қатъий пастга каварик бўлади ва аксинча.

3. Каварик программлаштириш масаласи

«Каварик программлаштириш масаласи» деганда

$$g_i(X) = g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i \quad (i=1, \dots, m) \quad , \quad (1)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j=1, \dots, n), \quad (2)$$

$$Z = f(X) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min \quad . \quad (3)$$

қўринишдаги масала назарда тутилади, бунда $g_i(X)$, $f(X)$ функциялар GME_n каварик тўпланда аниқланган, пастга каварик функциядир. Агар $f(X)$, $g_i(X)$ функциялар G да аниқланган юқорига каварик функциялар бўлса, у ҳолда каварик программлаштириш масаласи қуйидаги қўринишда берилади:

$$g_i(X) = g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq b_i \quad (i=1, \dots, m) \quad , \quad (4)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j=1, \dots, n), \quad (5)$$

$$Z = f(X) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max \quad . \quad (6)$$

1-теорема. Чизикли программлаштириш масаласининг мумкин бўлган ечимлар тўплами (агар бўш тўплам бўлмаса) каварик тўплам бўлади.

2-теорема. Чегараланган, ёпик, каварик кўпбурчак ўзининг учларининг каварик комбинациясидан иборат.

3-теорема. Агар $f(X)$ функция G каварик тўпланда аниқланган пастга каварик функция бўлса, унинг ихтиёрий маҳаллий минимуми глобал минимум бўлади.

4-теорема. Агар $f(X)$ функция G каварик тўпланда пастга (юқорига) каварик бўлиб, бу тўпламга тегишли иккита $X_1, X_2 \in G$ нукталарда глобал экстремумга эришса, шу нукталарнинг каварик комбинациясидан иборат бўлган ихтиёрий нуктада ҳам глобал экстремумга эришади.

5-теорема. Агар $f(X)$ функция G каварик тўпланда аниқланган катъий пастга (юқорига) каварик функция бўлса, у ўзининг глобал минимумига (максимумига) шу тўпламнинг фақат битта нуктасида эришади.

6-теорема. Агар $f(X)$ функция G каварик тўпланда аниқланган пастга (юқорига) каварик ва дифференциалланувчи функция бўлиб, ихтиёрий $X_0 \in G$ нуктада $Cf(X_0) = 0$ бўлса, $f(X)$ функция X_0 нуктада глобал минимумга (максимумга) эришади.

Таянч иборалар

векторлар (нукталар), каварик комбинацияси, каварик тўплам, четки нукта, бўш тўплам,

жоиз ечимлар тўплами, ечим кўпбурчаги, ечим соҳаси, каварик кўпбурчак, чегараланган, ёпик, ботик (пастга каварик) функция, гипертекислик, каварик функция,

каварик программалаштириш масаласи, чизикли программалаштириш масаласи, глобал минимум, глобал экстремум, дифференциалланувчи.

Мавзуга оид саволлар

1. Каварик программалаштириш масаласининг қўйилиши қандай?

2. Каварик ва ботик функциялар ва ларнинг экстремумини тушунтиринг.

3. Каварик функция хоссаларини тушунтириб, уларга мос тенгсизликларни ёзинг ва тушунтириб беринг.

4. Чизикли программалаштириш масаласининг қандай базис ечими таянч ечим бўлишини тушунтиринг.

5. Қандай тўпламга чизикли программалаштириш масаласининг ечим кўпбурчаги дейилади?

6. Қандай тўплам каварик тўплам дейилади?

7. Чизикли программалаштириш масаласининг ечимлар тўплами нима учун каварик тўплам бўлади?

8. $X_1, X_2, \dots, X_n$ векторлар (нукталар)нинг каварик қомбинацияси деб қандай вектор (нукта) га айтилади? Каварик қомбинация шартлари қандай?

ДИНАМИК ПРОГРАММАЛАШТИРИШ

Мавзу бўйича биринчи таянч маъруза матни

1. Динамик программалаштириш масалаларининг кўйилиши ва хусусиятлари

Кўп иктисодий жараёнлар ўз-ўзидан босқичларга бўлинган бўлади. Масалан, вақтга боғлиқ бўлган иктисодий жараёнларнинг ечимини топиш ва бошқаришда ҳар бир кадам 5 йил, 1 йил, квартал, ой ва декададан иборат бўлиши мумкин.

Лекин динамик программалаштириш фақат вақтга боғлиқ бўлган кўп босқичли масаларни ечиш учун ишлатилади деб тушунмаслик керак. Иктисодий практикада учрайдиган ва вақтга боғлиқ бўлмаган жараёнларни ифодаловчи кўп масалаларни динамик программалаштириш усуллари билан ечиш мумкин. Бунга мисол сифатида энг қисқа йулни аниқлаш масаласини, самолётнинг оптимал тезлиги ҳамда учиш баландлигини аниқлаш масаласи ва бутун сонли программалаштириш ва бошқаларни кўрсатиш мумкин. Бу масалалар вақтга боғлиқ бўлмаган жараёнларни ифодалайди. Лекин уларни турли воситалар ёрдамида кўп босқичли масалаларга айлантириш, сўнгра уларга динамик программалаштириш усулларини қўллаб ечиш мумкин.

Динамик программалаштириш куйидаги хусусиятларга эга бўлади:

1. Динамик программалаштириш кўп босқичли жараённинг бирдан-бир ягона ечимини эмас, балки ҳар бир даврга мос келувчи ва туб манфаатни кўзловчи ечимлар кетма-кетлигини топишга ёрдам беради;
2. Динамик программалаштириш ёрдами билан ечилаётган кўп босқичли масаланинг маълум бир босқичи учун топилган ечими ундан олдинги босқичларда топилган ечимга боғлиқ бўлмайди. Унда фақат шу босқични ифодаловчи фактлар назарга олинади;
3. Динамик программалаштириш ёрдами билан кўп босқичли масалани ечиш жараёнининг ҳар бир босқичида туб мақсадни кўзловчи ечимни аниқлаш керак, яъни ечимлар орасидан туб мақсадга эришишда максимал ҳисса кушувчи ечимни топиш керак.

2. Вақтга боғлиқ бошқариш жараёни

Вақтга боғлиқ равишда ўзгарувчан ва бошқариш мумкин бўлган жараённи қўрамиз. Бу жараённи t -та босқичга ажратиш мумкин бўлсин деб фараз қиламиз.

Жараённинг ҳар бир t -боскичининг бошидаги ҳолатини x_t вектор орқали белгилаймиз. Тараққиёт жараёнида системанинг ҳолати узгаради. Унинг ҳолатдан ҳолатга ўтишига бошқариш таъсир қилади. Демак, x_t ни x_{t-1} ва u_t ўзгарувчиларнинг функцияси сифатида ифодалаш мумкин:

$$x_t = A x_{t-1} + B u_t, \quad \text{ва}$$

функциянинг экстремал қиймати аникланиши талаб қилинади.

Динамик программалаштиришнинг ҳар бир қадамда топилган ечими фақат шу қадам нуқтаи назаридан эмас, балки сўнгги, тўб мақсад нуқтаи назаридан оптимал бўлиши керак.

3. Ишлаб чиқаришни режалаштириш масаласи

Фараз қилайлик n -та корхонани ўз ичига олган саноат бирлашмасининг T йиллик ечимини тузиш масаласи қўйилган бўлсин. Ечимлаштирилаётган T даврнинг бошида бирлашма учун K_0 миқдорда маблағ ажратилган бўлсин. Бу маблағ корхоналараро тақсимланади. Корхоналар ажратилган маблағларни тўла ёки қисман ишлатади ва шунга қараб маълум миқдорда даромад олади. Кейинги боскичларда маблағлар корхоналараро қайта тақсимланиши мумкин. Шундай қилиб, қуйидаги масала ҳосил бўлади: корхоналараро маблағларни тақсимлаш ва қайта тақсимлашни шундай ташкил этиш керакки, натижада бирлашманинг T йил давомида олган даромадлар йиғиндиси максимал бўлсин.

Ҳар йилнинг бошида бирлашмадаги ҳар бир корхонага ажратиладиган ҳом-ашё, капитал маблағ ва янгиланиши керак бўлган ускуналарнинг сони ҳақида ечим қабул қилинади. Бу ечимлар тўплами бошқариш бўлади. Демак, t қадамдаги бошқариш

вектор орқали ифодаланади.

Бутун бирлашманинг T давр ичида бошқаришини

вектор орқали ифодалаш мумкин. Бундан ташқари бирлашмадаги корхоналар системасининг тараққиёт динамикасини ифодалаш учун, уларни ҳолат даражасини кўрсатувчи вектор киритамиз. Демак, юқоридагидан хулоса қилиб айтиш мумкинки, бошқариш вектори системанинг t қадамнинг бошидаги ҳолатини кўрсатувчи вектордир, яъни

Системанинг бошланғич ҳолати X_0 берилган бўлади. Мақсад функция сифатида бирлашманинг T давр ичида оладиган даромадлар йиғиндисини ифодаловчи функцияни киритамиз. Ҳар бир t қадамнинг бошида системанинг X_t ҳолат даражасига ва u_t бошқариш векторига маълум бир чегараловчи шартлар қўйилади. Бу шартлар бирлашмасини G билан белгилаймиз ва уни мумкин бўлган бошқаришлар тўплами деб атаемиз.

Шундай қилиб, қуйидаги динамик программалаштириш масаласига эга бўламиз:

(1)

Ҳосил бўлган (1) – (2) модел ишлаб чиқаришнинг динамик модели деб аталади

Таянч сўз ва иборалар

иқтисодий жараёнлар, босқичлар, вақтга боғлиқ, ечим, бошқариш, кадам, квартал, ой, декада, динамик программалаштириш, энг қисқа йўл, самолётнинг оптимал тезлиги, бутун сонли программалаштириш, усул, хусусиятлар, давр, туб мақсад, максимал ҳисса, ўзгарувчан, бошқариш мумкин бўлган жараён, ҳолат, , вектор, функциянинг экстремал қиймати, оптималлик принципи, саноат бирлашмаси, корхоналар, маблағ, даромад.

Мавзуга оид саволлар

1. Динамик программалаштириш предмети нимадан иборат??
2. Динамик программалаштиришнинг чизикли программалаштиришдан фарқи нимада?
3. Динамик программалаштиришнинг қандай хусусиятларини биласиз?
4. Динамик программалаштиришнинг оптималлик принципи нимадан иборат?
5. Саноат бирлашмасини оптимал режалаштириш масаласининг динамик модели қандай?

“Динамик прогммалаштириш” мавзусининг иккинчи таянч маъруза матни

1. Беллманнинг функционал – экстремал тенгламалари

Одатда системанинг X_0 ҳолатини сонли параметрлар билан, масалан, ажратилган фондлар миқдори, жалб килинган инвестициялар миқдори, сарфланган ёкилги миқдори ва ҳоказо билан ифодалаш мумкин. Бу параметрларни системанинг координаталари деб атаймиз. У ҳолда системанинг ҳолатини X нуқта билан ва унинг X_0 ҳолатдан X_k ҳолатга ўтишини X нуқтанинг траекторияси билан тасвирлаш мумкин.

Масалани ечишдан аввал

$$GT, GT-1, T, \dots, G1, 2, \dots, T=G$$

белгилашлар киритамиз. Бу ерда GT – масаланинг охириги T босқичдаги аниқланиш соҳаси, $GT-1, T$ – T ва $T-1$ босқичлардаги аниқланиш соҳа, $G1, 2, \dots, T=G$ – берилган масаланинг аниқланиш соҳаси.

Мақсад функциянинг охириги босқичдаги оптимал қийматини $f1(XT-1)$ билан белгилаймиз:

Худди шунингдек, $T-1$ кадамдаги шартли оптимал қийматни $f_2(X_{T-2})$ билан белгилаймиз. У ҳолда

Худди шунингдек,

Бу функциялар оптималлик принципининг математик формадаги ёзилишидан иборат бўлиб, улар «Беллманнинг функционал тенгламалари» ёки «динамик программалашнинг асосий функционал тенгламалари» деб аталади.

2. Динамик программалаштириш масаласини ечиш принципи

Динамик программалаштириш масаласини ечиш принципини қуйидагича баён қилиш мумкин.

Дастлаб охирги u_T бошқариш топилади. Бу бошқариш жараёни X_{T-1} ҳолатдан X_T ҳолатга кўчиради. Демак, u_T X_{T-1} га боғлиқ бўлади, яъни

$$u_T = u_T(X_{T-1})$$

шартни қаноатлантирувчи бошқаришни T босқичдаги шартли оптимал ечим деб атаيمиз.

Охирги иккита $T-1$ ва T кадамлардаги масаланинг шартли оптимал ечими

$$u_{T-1} = u_{T-1}(X_{T-2})$$

топилади. Сўнгра масаланинг охирги учта босқичдаги шартли оптимал ечими

$$u_{T-2} = u_{T-2}(X_{T-3})$$

аникланади ва ҳоказо. Шундай йул билан биринчи кадамдаги масалага етиб борилади ва

$$u_1(X_0), u_2(X_1), \dots, u_{T-1}(X_{T-2}), u_T(X_{T-1})$$

шартли оптимал ечимлар кетма-кетлиги ҳосил қилинади.

Сўнгра бу жараёни олдингига нисбатан тескари йўналишда, яъни биринчи босқичдан охирги босқичга томон яна бир такрорлаб, ҳар бир босқичдаги оптимал

$$u^*_1, u^*_2, \dots, u^*_T \text{ бошқариш аникланади.}$$

Ана шу принцип динамик программалаштириш масалаларини ечиш усулларига асос қилиб олинади. Бу принципини математик формада ифодалаймиз.

Фараз қилайлик, биринчи кадамдаги бошқариш u_1 бўлсин. Бунинг таъсирида жараён X_0 ҳолатдан X_1 ҳолатга ўтади ва натижада $Z_1(X_0, u_1)$ ютуқ (зарар) келтиради ва ҳоказо k - кадамда u_k бошқариш жараёни X_{k-1} ҳолатдан X_k ҳолатга кўчиради ва $Z_k(X_{k-1}, u_k)$ ютуқ (зарар) келтиради.

Демак, жараёни X_0 ҳолатдан X_T ҳолатга кўчириш учун шундай $u=(u_1, u_2, \dots, u_T)$ бошқаришни танлаш керакки, ундаги $ZT(X_0, u)$ ютуқ максимал бўлсин, яъни $fT(x)=Z(x_0, u) \otimes \max(\min)$.

Агар функцияни қуйидаги

$$Z(X_0, u) = Z_1(X_0, u_1) + Z_2(X_1, u_2) + \dots + Z_T(X_{T-1}, u_T)$$

йигинди кўринишда ифодаласак, динамик программалаштириш масаласи

$$fT(X) = Z(X_0, u) = Z(X_0, u) = Z_1(X_0, u_1) + Z_2(X_1, u_2) + \dots + Z_T(X_{T-1}, u_T)$$

функцияга максимум киймат берувчи $u=(u_1, u_2, \dots, u_T)$ стратегияни топишга келтирилади

3. Иқтисодий йўналишдаги масала

Мисол. Харидоргир маҳсулот ишлаб чиқаришни кенгайтириш учун маҳсулот ишлаб чиқарувчи n та қорхоналарга S минг сўм капитал маблағ ажратилган.

Агар i - қорхонага x_i минг сўм капитал маблағ ажратилса, бу қорхонадаги маҳсулот ишлаб чиқариш ҳажми $f_i(x_i)$ миқдорга ошади. Барча қорхоналарда ишлаб чиқариладиган маҳсулот ҳажмини максимал ошириш учун капитал маблағни қорхоналарга қандай тақсимлаш керак?

Ечиш. Масаланинг математик модели қуйидаги кўринишда бўлади:

Бу ерда $f_i(x_i)$ – x_i капитал маблағнинг чизикли функцияси. Агар $f_i(x_i)$ – каварик функция бўлса масалани каварик программалаштириш усулларида бирини қўллаб ечиш мумкин. Агар $f_i(x_i)$ – ихтиёрий чизиксиз функция бўлса масалага динамик программалаштириш усулини қўллаб ечиш керак бўлади. Бунинг учун маалани кўп босқичли масала сифатида ифодалаш керак. Капитал маблағни n та қорхонага тақсимлаш вариантларини ўрганиш ва ҳар бир вариантга мос келувчи самарадорлик даражасини аниқлаш ўрнига S миқдордаги капитал маблағни, аввал, битта қорхонага, кейин иккита, ва ҳоказо, n та қорхонага тақсимлаш самарадорлигини аниқлаймиз. Шундай йўл билан масала кўп босқичли динамик программалаштириш масаласига айланади. Ҳар бир k – қорхонага ажратиладиган капитал маблағ ҳақидаги қарор бошқариш бўлади. Шундай бошқаришлар орасидан (3) функцияга максимал киймат берувчисини топиш керак.

Таянч сўз ва иборалар

Система, ҳолат, сонли параметр, ажратилган фондлар миқдори, жалб қилинган инвестициялар миқдори, системанинг координаталари, траектория, босқичлардаги аниқланиш соҳа, мақсад функция, оптимал киймат, шартли оптимал киймат, оптималлик принципи, функционал тенгламалар, бошқариш, оптимал ечимлар кетма-

кетлиги, тескари йўналиш, ютук максимал, стратегия, харидоргир махсулот ишлаб чиқариш, корхоналар, капитал маблаг, қарор.

Мавзуга оид саволлар

1. Кўп босқичли усул нимадан иборат?
2. Мақсад функциянинг оптимал қиймати қандай аниқланади?
3. Жараёни бир ҳолатдан иккинчисига ўтказиш қандай амалга оширилади?
4. Беллманнинг функционал тенгламалари қандай тузилади?
5. Капитал маблагни корхоналарга тақсимлашнинг математик модели қандай тузилади?

7 - МАВЗУ

ЎЙИНЛАР НАЗАРИЯСИНING ЭЛЕМЕНТЛАРИ

1. Ўйинлар назариясига доир асосий тушунчалар

Математиканинг конфликтли (можароли) ҳолатларини, яъни қатнашувчиларнинг (ўйинчиларнинг) манфаатлари қарама-қарши ёки бир-бирига мос келмайдиган ҳолатларни ўрганувчи бўлими – «ўйинлар назарияси» деб аталади. Ўйинлар назарияси – конфликтли ҳолатда қатнашаётган ҳар бир «ўйинчи»га энг катта ютуққа (ёки энг кичик ютказишга) эришиш учун қилинадиган ҳаракатларнинг энг яхшисини (оптималини) аниқлашга, йўлланма беришга имкон берувчи математик назариядир.

Аниқмаслик шароитида оптимал ечим қабул қилиш масаласини ечишнинг махсус математик усуллари ўйинлар назариясида ўрганилади. Конфликтли масалаларни ҳал қилишда ўз мақсадларига турли йўллар билан эришишни кўзлайдиган томонларнинг рационал ҳаракатларини тавсия қилиш, конфликтли ситуациядан чиқиб кетишнинг математик моделлари назарияси – ўйинлар назариясининг предмети ташкил қилади. Ўйин – амалий аҳамияти катта бўлмаган факторлар таъсирини ҳисобга олмасдан тузиладиган моделдир. Тасодифий сабабларга кўра натижаси ҳам аниқмас бўладиган ўйинга азартли ўйинлар (танга ташлаганда қайси томони билан тушиши, ўйин кубини ташлаш,...) дейилади. Қарама – қарши томоннинг ҳаракатлари, стратегияси ҳақида маълумога эга бўлмаган ўйинларни стратегик ўйинлар дейилади.

Ўйинлар назарияси қуйидаги масалани ечиш билан шуғулланади: «агар та ўйинувчилар бирор Г ўйинни ўйнаётган бўлса, -ўйновчи бу ўйинда ютиб чиқиши учун қандай стратегияни танлаши керак?» Бу ерда биз «ўйин» дейилганда маълум келишиб

олинган шарт ва коидалар тўпламини, «партия» деганда шу шарт ва коидаларнинг амалга оширилишини тушунамиз. Ҳар бир партиядан кейин ўйновчи ўйиннинг ютуғи деб аталмиш - ютукка эга бўлади.

Баъзи ўйинларда ютказиладиган пуллар йиғиндиси ютилган пуллар

йиғиндисига тенг бўлади. Масалан, ўйновчи сўм ютқазса, ўйновчи сўм ютиши мумкин. Бу ҳолда ўйиндаги ютуқлар йиғиндиси 0 га тенг бўлади:

2. Матрицали ўйинлар.

Ҳар қандай Γ ўйин, ўйин матрицаси деб аталувчи

матрица орқали аниқланиши мумкин. Бу матрица биринчи ўйинчи учун ютуқлар матрицаси деб аталади.

элемент - ўйинчи матрицанинг -каторига мос келувчи юришни, ўйинчи - устунга мос келувчи юришни танлагандаги ўйинчининг ютук суммасини билдиради.

Мисол. Икки кишилик ўйинга мисол келтирайлик. Биринчи ва ўйинчилар бир-биридан ҳоли равишда берилган иккита 20 ва 25 сонлардан бирини ўйлайди. Агар иккала ўйинчининг ўйлаган сонлари бирхил бўлса ўйинчи га 100 бирлик ютук, акс ҳолда -100 бирлик ютук суммасини тўлайди. Иккинчи ҳол 100 бирлик ютишига тенгкучлидир. Демак, бу ўйинда ўз ютуғини максималлаштиришга, - эса ютказувини минималлаштиришга ҳаракат қилади, яъни максимумга, минимумга ўйнайди. Қўйилган масалани қуйидаги жадвалда ойдинлаштириш мумкин:

нинг танлови

нинг танлови

3. Ўйинчиларнинг стратегиялари ва ўйин баҳоси

Ўйинчининг стратегияси деб, ўйинчи мумкин бўлган ҳар қандай ҳолатда танлайдиган режасига айтилади. Стратегиянинг сонига қараб, ўйинлар чекли ёки чексиз ўйинларга бўлинади. Оптимал стратегия деб, берилган ўйинчига, ўйин бир неча марта такрорланганда энг катта мумкин бўлган ўртача ютукни таъминловчи стратегияга айтилади.

Таъриф. Компоненталари ва шартларни қаноатлантирувчи вектор қатор ўйновчининг аралаш стратегияси дейилади.

Векторнинг координаталаридан биттаси нолга тенг бўлиб, қолган координаталар йиғиндиси бирга тенг бўладиган стратегия соф стратегия дейилади.

Худди шунингдек, иккинчи ўйинчи учун n – ўлчовли $Y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$ вектор аниқланади:

x_i ва u_j эҳтимолликлари нолдан фаркли бўлган стратегиялар актив стратегиялар деб аталади.

Ўйинчи ўзининг энг кам ютуғини максималлаштиришга ҳаракат қилади, яъни: $\max_i \min_j$ - катталик – ўйинчининг қафолатланган ютуғи – ўйиннинг қуйи баҳоси деб аталади. Ўйинчи ўз навбатида ўзининг энг катта мумкин бўлган ютқизишини минималлаштиришга ҳаракат қилади, яъни $\min_j \max_i$ катталик ўйиннинг юқори баҳоси деб аталади. Агар $a=b=V$ тенглик бажарилса, V катталик ўйиннинг баҳоси деб аталади.

Таянч сўз ва иборалар

Конфликтли, ҳолатлар, энг катта ютук, оптимал ечим, ўйновчилар, стратегия, шарт ва қоидалар тўплами, партия, ютуқлар матрицаси, ютук суммаси, оптимал стратегия, вектор катор, соф стратегия, актив стратегиялар, ўйиннинг қуйи баҳоси, ўйиннинг баҳоси, ўйиннинг юқори баҳоси.

Мавзуга оид саволлар

1. Ўйин деб нимага айтилади?
2. Партия нима?
3. Нол суммали ўйинлар деб нимага айтилади?
4. Ютук деб нимага айтилади?
5. Аралаш стратегия нима?
6. Соф стратегия нима?
7. Икки кишилиқ ўйинларга мисол келтиринг.
8. Кўп кишилиқ ўйинларга мисол келтиринг.
9. Ўйин матрицасини тушунтириб беринг.
10. Оптимал стратегия нима?
11. Стратегияларни эҳтимолий маънода тушунтиринг.

[1] “Халқ сўзи” газетаси, № 29, 2006 йил 11 февраль.

**Ўзбекистон Республикаси Олий ва
Ўрта махсус Таълим Вазирлиги
Самарқанд Иқтисодиёт ва Сервис Институти**

**“ИҚТИСОДИЁТДА МИҚДОРИЙ УСУЛЛАР”
фанидан маруза матини**

Самарқанд 2013

1-ma’ruza. Chiziqli programmalashtirish Reja	1-ma’ruza masg’uloti
I.«Iqtisodiyotda miqdoriy usullar» kursiga kirish.	

2. Chiziqli programmalashtirish masalasining asosiy tushunchalari.

3. Chiziqli programmalashtirish masalasining geometrik talqini.

Iqtisodiyotda miqdoriy usullar - ekstremal masalalarni o'rganuvchi va ularni yechish usullarini yaratuvchi matematikaning bir yo'nalishidir. Inson faoliyatining turli sohalarida, jumladan, iqtisodiy izlanishlarda, iqtisodiyotni va uning turli tarmoqlarini boshqarish va rejalashtirishda va boshqa iqtisodiy jarayonlarni optimallashtirishda matematik programmalash masalalari va usullari qo'llaniladi. O'zgaruvchilarga ma'lum cheklanishlar qo'yilgan ko'p o'lchovli funksiya-ning maksimum va minimumini topish masalasi umumiy nom bilan matematik programmalash masalasi deb ataladi.

Xulosa qilib aytish mumkinki, matematik programmalash chiziqli va chiziqsiz tengliklar hamda tengsizliklar bilan berilgan to'plamlarda aniqlangan ko'p o'lchovli funksiyalarning maksimum va minimum qiymatlarini topish nazariyasi va usullarini o'rgatadi. Maksimumi va minimumi qidirilayotgan funksiya maqsad funksiyasi deb ataladi.

Noma'lumlarga qo'yilgan cheklamalar chiziqli va chiziqsiz tenglik va tengsizliklar sistemasidan iborat bo'lib, ular boshqaruvchi o'zgaruvchilarning mumkin bo'lgan qiymatlar sohasini (maqsad funksiyaning aniqlanish sohasini) ifodalaydilar.

Iqtisodiyotda miqdoriy usullar fanining rivojlanishida L.V.Kantorovich, V.S. Nemchinov, A.L.Lure, D.B.Yudin, E.G.Golshteyn, D. Dansig, G.Kupmans, R.Bellman, L.Ford, S.Gass va boshqalar katta hissa qo'shganlar.

Matematik programmalashning predmeti korxona, firma, bozor, ishlab chiqarish birlashmasi, xalq xo'jalik tarmoqlari, butun xalq xo'jaligiga doir iqtisodiy jarayonlarni tasvirlovchi matematik modellardan iborat.

Matematik modellar ko'p davrlardan buyon iqtisodiyotda ishlatilmoqda. Masalan, iqtisodiyotda qo'llanilgan 1-model – F.Kene (1758 y.) tomonidan yaratilgan takror ishlab chiqarish modelidir.

«Iqtisodiy masalaning matematik modeli» deganda bu masalaning asosiy shartlari va maqsadining matematik formulalar yordamidagi tasviriga aytiladi.

Umumiy holda matematik programmalash masalasining matematik modeli quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i, \quad (i = 1, \dots, m)$$

shartlarni qanoatlantiruvchi $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyaning ekstremumi topilsin.

Bu yerda: f, g_i – berilgan funksiyalar, b_i – ixtiyoriy haqiqiy sonlar.

Agar f, g_i funksiyalarning hammasi chiziqli funksiyalardan iborat bo'lsa, berilgan masala chiziqli programmalash masalasi bo'ladi.

Agar f va g_i funksiyalardan birortasi nochiziqli funksiya bo'lsa, u holda berilgan model chiziqsiz programmalash masalasini ifodalaydi.

Agar f yoki g_i funksiyalar tasodifiy miqdorlarni o'z ichiga olsa, u holda model stoxastik programmalash masalasini ifodalaydi.

Agar f va g_i funksiyalar vaqtga bog'liq bo'lib, masalani yechish ko'p bosqichli jarayon sifatida qaralsa, u holda berilgan model dinamik programmalash masalasidan iborat bo'ladi.

Matematik programmalash masalalari ichida eng yaxshi o'rganilgani chiziqli programmalashdir. Chiziqli programmalash usullari bilan ishlab chiqarishni rejalashtirish, ishlab chiqarilgan mahsulotlarni optimal taqsimlash, optimal aralashmalar tayyorlash, optimal bichish, sanoat korxonalarini optimal joylashtirish va boshqa ko'plab masalalarni yechish mumkin.

Har qanday iqtisodiy masalani matematik programmalash usullarini qo'llab yechishdan avval, ularning matematik modelini tuzish kerak; boshqacha aytganda berilgan iqtisodiy masalaning chegaralovchi shartlarini va maqsadini matematik formulalar orqali ifodalab olish kerak. Har qanday masalaning matematik modelini tuzish uchun:

- 1) masalaning iqtisodiy ma'nosini o'rganib, undagi asosiy shart va maqsadini aniqlash;
- 2) masaladagi noma'lumlarni belgilash;

- 4) masalaning maqsadini funksiya orqali ifodalash kerak.

rejalashtirish masalasi

Har bir ishlab chiqarish faktorining umumiy miqdori va bir birlik mahsulotni ishlab chiqarish uchun sarf qilinadigan normasi quyidagi jadvalda berilgan.

i/ch faktorlari i/ch mahsulot turlari	1	2	3	...	n	Daromad
1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	...	a_{1n}	c_1
2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	...	a_{2n}	c_2
...	...	...	...	...	...	...
m	a_{m1}	a_{m2}	a_{m3}	...	a_{mn}	c_m
i/ch faktorining zahirasi	b_1	b_2	b_3	...	b_n	

Masalaning iqtisodiy ma'nosi: korxonaning ishini shunday rejalashtirish kerakki: a) hamma mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun sarf qilinadigan har bir ishlab chiqarish faktorining miqdori ularning umumiy miqdoridan oshmasin; b) mahsulotlarni realizatsiya qilishdan korxonaning oladigan daromadi maksimal bo'lsin.

Rejalashtirilgan davr ichida ishlab chiqariladigan i ($i=1, \dots, m$)- mahsulotning miqdorini x_i bilan belgilaymiz. U holda masaladagi a) shart quyidagi tengsizliklar sistemasi orqali ifodalanadi:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \cdots + a_{m1}x_m \leq b_1, \\ a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{m2}x_m \leq b_2, \\ \hline a_{1n}x_1 + a_{2n}x_2 + \cdots + a_{mn}x_m \leq b_n, \end{array} \right. \quad (1)$$

Masalaning iqtisodiy ma'nosiga ko'ra hamma noma'lumlar manfiy bo'lmasligi kerak, ya'ni:

$$x_i \geq 0 \quad (i=1, 2, \dots, m), \quad (2)$$

Masaladagi b) shart uning maqsadini aniqlaydi. Demak, masalaning maqsadi mahsulotlarni realizatsiya qilishdan korxonaning oladigan umumiy daromadini maksimallashtirishdan iborat va uni

$$y = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_mx_m. \quad (3)$$

chiziqli funksiya orqali ifodalash mumkin. Shartga ko'ra: $y \rightarrow \max$.

Shunday qilib, ishlab chiqarishni rejalashtirish masalasining matematik modeli quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \dots + a_{m1}x_m \leq b_1, \\ a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{m2}x_m \leq b_2, \\ \text{-----} \\ a_{1n}x_1 + a_{2n}x_2 + \dots + a_{mn}x_m \leq b_n, \end{cases}$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_m \geq 0,$$

$$Y = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_mx_m \rightarrow \max.$$

Iste'mol savati masalasi

Faraz qilaylik, kishi organizmi uchun bir sutkada n xil $A_1, A_2, \dots, A_n$ oziqa moddalari kerak bo'lsin, jumladan A_1 oziqa moddasidan bir sutkada b_1 miqdorda, A_2 oziqa moddasidan b_2 miqdorda, A_3 oziqa moddasidan b_3 miqdorda va hokazo A_n dan b_n miqdorda zarur bo'lsin va ularni m ta $B_1, B_2, \dots, B_m$ mahsulotlar tarkibidan olish mumkin bo'lsin. Har bir B_i mahsulot tarkibidagi A_j oziqa moddasining miqdori a_{ij} birlikni tashkil qilsin.

Masalaning berilgan parametrlarini quyidagi jadvalga joylashtirish mumkin.

<i>oziqa moddalari</i> <i>mahsulotlar</i>	A_1	A_2	$\dots$	A_n	<i>mahsulot bahosi</i>
B_1	a_{11}	a_{12}	$\dots$	a_{1n}	c_1
B_2	a_{21}	a_{22}	$\dots$	a_{2n}	c_2
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
B_m	a_{m1}	a_{m2}	$\dots$	a_{mn}	c_m
<i>oziqa modda normasi</i>	b_1	b_2	$\dots$	b_n	

Masalaning iqtisodiy ma'nosi: iste'mol savatiga qanday mahsulotlardan qancha kiritish kerakki, natijada: a) odam organizmi qabul qiladigan oziqa moddasi belgilangan miqdordan kam bo'lmasin; b) iste'mol savatining umumiy bahosi minimal bo'lsin.

Iste'mol savatiga kiritiladigan i -mahsulotning miqdorini x_i bilan belgilaymiz. U holda masalaning a) sharti quyidagi tengsizliklar sistemasi orqali ifodalanadi.

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \dots + a_{m1}x_m \geq b_1, \\ a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{m2}x_m \geq b_2, \\ \text{-----} \\ a_{1n}x_1 + a_{2n}x_2 + \dots + a_{mn}x_m \geq b_n. \end{cases} \quad (4)$$

Masalaning iqtisodiy ma'nosiga ko'ra, undagi noma'lumlar manfiy bo'la olmaydi, ya'ni

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_m \geq 0. \quad (5)$$

Masalaning b) sharti uning maqsadini ifodalaydi. Demak, masalaning maqsadi iste'mol savatiga kiritiladigan mahsulotlarning umumiy bahosini minimallashtirishdan iborat bo'lib, uni quyidagi chiziqli funksiya ko'rinishida ifodalash mumkin.

$$Y = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_mx_m \rightarrow \min. \quad (6)$$

Shunday qilib, «iste'mol savati» masalasining matematik modelini

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_m \geq 0,$$

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{21}x_2 + \dots + a_{m1}x_m \geq b_1, \\ a_{12}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{m2}x_m \geq b_2, \\ \text{-----} \\ a_{1n}x_1 + a_{2n}x_2 + \dots + a_{mn}x_m \geq b_n, \end{cases}$$

$$x_{jk} \geq 0, \quad (j = 1, \dots, n; \quad k = 1, \dots, l) \quad (9)$$

shartlar bajarilganda quyidagi

$$Y = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^l c_{jk} x_{jk} \quad (10)$$

funksiyaning minimum qiymati topilsin. Bu erda (7) shart sarf qilingan xom ashyo materiallarning miqdori, ularning zahiralardan oshmasligi kerakligini, (8) shart mahsulotlar ishlab chiqarish bo'yicha rejani to'la bajarish zarurligini ko'rsatadi.

Masalaning iqtisodiy ma'nosiga ko'ra noma'lumlarning nomanfiy ekanligini (9) shart ifodalaydi.

Masalaning maqsadi – umumiy chiqindilarni minimallashtirishdan iborat bo'lib, u (10) funksiya ko'rinishida yoziladi.

Endi optimal bichish masalasining eng sodda holi bilan tanishamiz.

Deylik, uzunligi L bo'lgan xomaki materiallardan uzunliklari Δ_i ($i = 1, m$) bo'lgan m xil detallarning har biridan a_i miqdorda tayyorlash kerak bo'lsin. Bundan tashqari xomaki materiallarni n ($j=1, \dots, n$) usul bilan kesish, hamda har bir j - usul bilan kesilgan xomaki materialdan a_{ij} miqdorda i - detal tayyorlash va c_j miqdorda chiqindi hosil qilish mumkin ekanligi aniqlangan bo'lsin.

Xomaki materiallardan qanchasini qaysi usul bilan kesganda tayyorlangan detallar miqdori rejadagiga teng bo'ladi va hosil bo'lgan chiqindilarning umumiy miqdori eng kam (minimal) bo'ladi.

Masalaning ma'lum parametrlarini quyidagi ko'rinishdagi jadvalga joylashtiramiz.

<i>Tayyorlanadigan detallarning uzunliklari</i>	<i>Kesish usullari</i>				<i>Detallar ishlab chiqarish rejasi</i>
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>...</i>	<i>n</i>	
Δ_1	a_{11}	a_{12}	$\dots$	a_{1n}	a_1
Δ_2	a_{21}	a_{22}	$\dots$	a_{2n}	a_2
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
Δ_m	a_{m1}	a_{m2}	$\dots$	a_{mn}	a_m
<i>Chiqindilar</i>	c_1	c_2	$\dots$	c_n	

j - usul bilan kesiladigan xomaki materiallar miqdorini x_j bilan belgilaymiz. U holda masalaning matematik modeli quyidagi ko'rinishda yoziladi:

(11)

(12)

(13)

Chiziqli programmalash masalasi umumiy holda quyidagicha ifodalanadi:

(1)

(2)

(3)

Muayyan masalalarda (1) shart tenglamalar sistemasidan, « $\geq$ » yoki « $\leq$ » koʻrinishdagi tengsizliklar sistemasidan yoki aralash sistemadan iborat boʻlishi mumkin. Lekin koʻrsatish mumkinki, (1)–(3) koʻrinishdagi masalani osonlik bilan quyidagi koʻrinishga keltirish mumkin.

(4)

(5)

(6)

(7)

(8)

(9)

$$P_1 = \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ \dots \\ a_{m1} \end{pmatrix}, P_2 = \begin{pmatrix} a_{12} \\ a_{22} \\ \dots \\ a_{m2} \end{pmatrix}, \dots, P_n = \begin{pmatrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \dots \\ a_{mn} \end{pmatrix}, P_0 = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_m \end{pmatrix},$$

bu yerda

$C' = (c_1, c_2, \dots, c_n)$ – vektor–qator.

$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – vektor–ustun.

(4)–(6) masalaning matrisa ko‘rinishdagi ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$AX = P_0, \quad (10)$$

$$X \geq 0, \quad (11)$$

$$Y = C'X \rightarrow \min, \quad (12)$$

$A = (a_{ij})$ – (4) sistema koeffitsientlaridan tashkil topgan matrisa; $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ va $P_0 = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ – ustun vektorlar.

(4)–(6) masalani yig‘indilar yordamida ham ifodalash mumkin:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, \quad (i = 1, \dots, m) \quad (13)$$

$$x_j \geq 0, \quad (j = 1, \dots, n) \quad (14)$$

$$Y = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min. \quad (15)$$

1-ta’rif. Berilgan (4)–(6) masalaning joiz yechimi yoki joiz rejasi deb, uning (4) va (5) shartlarini qanoatlantiruvchi $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektorga aytiladi.

2-ta’rif. Agar biror

$$X^0 \in K_m = \{X : AX = b, X \geq 0\}$$

joiz rejaning $n-m$ ta koordinatasi ($m < n$) nolga teng bo‘lib, qolgan $x_1, x_2, \dots, x_m$ koordinatalariga mos kelgan $P_1, P_2, \dots, P_m$ shart vektorlari chiziqli erkli bo‘lsa, u holda $X^0 \in K_m$ joiz reja bazis reja deyiladi.

3-ta’rif. Agar $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ bazis rejadagi musbat komponentalar soni m ga teng bo‘lsa, u holda bu reja aynimagan bazis reja, aks holda aynigan reja deyiladi.

4-ta’rif. Chiziqli funksiya (6) ga eng kichik qiymat beruvchi $X^0 = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ bazis reja masalaning optimal rejasi yoki optimal yechimi deyiladi.

Chiziqli programmalash masalasi ustida quyidagi teng kuchli almashtirishlarni bajarish mumkin.

1. $Y \rightarrow \max$ ni $Y \rightarrow \min$ ga aylantirish. Har qanday chiziqli programmalash masalasini (4)–(6) ko‘rinishga keltirish uchun (1) tengsizliklar sistemasini tenglamalar sistemasiga va $Y \rightarrow \max$ ni $Y \rightarrow \min$ ga aylantirish kerak. $Y \rightarrow \max$ ni $Y \rightarrow \min$ ga keltirish uchun $Y \rightarrow \max$ ni teskari ishora bilan olish yetarlidir.

Haqiqatdan ham, har qanday $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyaning minimumi teskari ishora bilan olingan shu funksiya maksimumiga teng, ya’ni

$$\min f(x_1, x_2, \dots, x_n) \text{ va } -\max[f(x_1, x_2, \dots, x_n)],$$

$\max f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ va $-\min[f(x_1, x_2, \dots, x_n)]$ ifodalar noma’lumlarining bir xil qiymatlaridagina o‘zaro teng bo‘lishini ko‘rsatish mumkin.

2. Tengsizliklarni tenglamaga aylantirish. n noma’lumli

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n \leq b, \quad (16)$$

chiziqli tengsizlikni qaraymiz. Bu tengsizlikni tenglamaga aylantirish uchun uning kichik tomoniga nomanfiy noma’lum sonni, ya’ni $x_{n+1} \geq 0$ ni qo‘shamiz. Natijada $n+1$ noma’lumli chiziqli tenglamaga ega bo‘lamiz:

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n + x_{n+1} = b. \quad (17)$$

(16) tengsizlikni tenglamaga aylantirish uchun qo'shilgan x_{n+1} o'zgaruvchi qo'shimcha o'zgaruvchi deb ataladi.

(16) tengsizlik va (17) tenglamaning yechimlari bir xil ekanligi quyidagi teoremda ko'rsatilgan.

1-teorema. Berilgan (16) tengsizlikning har bir

$$X_0 = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$$

yechimiga (17) tenglamaning faqat bitta

$$Y_0 = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \alpha_{n+1})$$

yechimi mos keladi va, aksincha, (17) tenglamaning har bir Y_0 yechimiga (16) tengsizlikning faqat bitta X_0 yechimi mos keladi.

Teorema isboti. Faraz qilaylik, X_0 (16) tengsizlikning yechimi bo'lsin. U holda $a_1\alpha_1 + a_2\alpha_2 + \dots + a_n\alpha_n \leq b$ munosabat o'rinli bo'ladi. Tengsizlikning chap tomonini o'ng tomonga o'tkazib hosil bo'lgan ifodani α_{n+1} bilan belgilaymiz.

$$0 \leq b - (a_1\alpha_1 + a_2\alpha_2 + \dots + a_n\alpha_n) = \alpha_{n+1}.$$

Endi $Y_0 = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \alpha_{n+1})$ vektorni (17) tenglamaning yechimi ekanligini ko'rsatamiz:

$$a_1\alpha_1 + a_2\alpha_2 + \dots + a_n\alpha_n + \alpha_{n+1} = a_1\alpha_1 + a_2\alpha_2 + \dots + a_n\alpha_n + (b - a_1\alpha_1 - a_2\alpha_2 - \dots - a_n\alpha_n) = b.$$

Endi agar Y_0 (17) tenglamani qanoatlantirsa, u holda u (16) tengsizlikni ham qanoatlantirishini ko'rsatamiz.

Shartga ko'ra:

$$a_1\alpha_1 + a_2\alpha_2 + \dots + a_n\alpha_n + \alpha_{n+1} = b, \quad \alpha_{n+1} \geq 0.$$

Bu tenglamadan $\alpha_{n+1} \geq 0$ sonni tashlab yuborish natijasida

$$a_1\alpha_1 + a_2\alpha_2 + \dots + a_n\alpha_n \leq b$$

tengsizlikni hosil qilamiz. Bundan ko'rinadiki, $X_0 = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ (16) tengsizlikning yechimi ekan. Shunday yo'l bilan chiziqli programmalash masalasining chegaralovchi shartlaridagi tengsizliklarni tenglamalarga aylantirish mumkin. Bunda shunga e'tibor berish kerakki, sistemadagi turli tengsizliklarni tenglamalarga aylantirish uchun ularga bir-birlaridan farq qiluvchi nomanfiy o'zgaruvchilarni qo'shish kerak. Masalan, agar chiziqli programmalash masalasi quyidagi

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2, \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m, \end{cases} \quad (18)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0, \quad (19)$$

$$Y = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \min. \quad (20)$$

ko'rinishda bo'lsa, bu masaladagi tengsizliklarning kichik tomoniga $x_{n+1} \geq 0, x_{n+2} \geq 0, \dots, x_{n+m} \geq 0$ qo'shimcha o'zgaruvchilar qo'shish yordamida tenglamalarga aylantirish mumkin. Bu o'zgaruvchilar Y funksiyaga 0 koeffisient bilan kiritiladi. Natijada berilgan (18)–(20) masala quyidagi ko'rinishga keladi.

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + x_{n+1} = b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n + x_{n+2} = b_2, \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n + x_{n+m} = b_m, \end{cases} \quad (21)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0, x_{n+1} \geq 0, \dots, x_{n+m} \geq 0, \quad (2)$$

$$Y = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \min. \quad (23)$$

Xuddi shuningdek,

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2, \\ \text{-----} \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m, \end{cases} \quad (24)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0, \quad (25)$$

$$Y - c_1x_1 - c_2x_2 - \dots - c_nx_n \rightarrow \min. \quad (26)$$

ko'rinishda berilgan chiziqli programmalash masalasini kanonik ko'rinishga keltirish mumkin. Buning uchun qo'shimcha $x_{n+1} \geq 0$, $x_{n+2} \geq 0$, ..., $x_{n+m} \geq 0$ o'zgaruvchilar tengsizliklarning katta tomonidan ayriladi. Natijada quyidagi masala hosil bo'ladi:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \cdots + a_{1n}x_n - x_{n+1} = b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \cdots + a_{2n}x_n - x_{n+2} = b_2, \\ \text{-----} \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \cdots + a_{mn}x_n - x_{n+m} = b_m, \end{cases} \quad (27)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0, \quad x_n \geq 0, x_{n+1} \geq 0, \dots, x_{n+m} \geq 0, \quad (28)$$

$$Y - c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n + \theta(x_{n+1} + \dots - x_{n+m}) \rightarrow \min. \quad (29)$$

Endi chiziqli programmalash masalasi yechimlarining xossalari bilan tanishamiz. Buning uchun eng avval qavariq kombinasiya va qavariq to'plam tushunchasini eslatib o'tamiz.

5-ta'rif. $A_1, A_2, \dots, A_n$ vektorlarning qavariq kombinatsiyasi deb,

$$\alpha_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$$

shartni qanoatlantiruvchi

$$A = \alpha_1 A_1 + \alpha_2 A_2 + \dots + \alpha_n A_n$$

vektorga aytiladi. n -o'lovli fazodagi har bir $A=(a_1, a_2, \dots, a_n)$ vektorga koordinatalari $(a_1, a_2, \dots, a_n)$ bo'lgan nuqta mos keladi. Shuning uchun bundan keyin $A=(a_1, a_2, \dots, a_n)$ vektorni n -o'lovli fazodagi nuqta deb qaraymiz.

6-ta'rif. Agar n -o'lchovli vektor fazodagi C to'plam o'zining ixtiyoriy A_1 va A_2 nuqtalari bilan bir qatorda bu nuqtalarning qavariq kombinatsiyasidan iborat bo'lgan $A = \alpha_1 A_1 + \alpha_2 A_2$ ($\alpha_1 > 0$, $\alpha_2 > 0$, $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$) nuqtani ham o'z ichiga olsa, ya'ni $A_1, A_2 \in C \Rightarrow$

$A \in C$ bo'lsa, bu to'plam gavariq to'plam deb ataladi.

2-teorema. Chiziqli programmalash masalasining yechimlaridan tashkil topgan to'plam qavariq to'plam bo'ladi.

Isboti. Chiziqli programmalash masalasining ixtiyoriy ikkita yechimining qavariq kombinatsiyasi ham yechim ekanligini ko'rsatamiz. Faraz qilaylik, X_1 va X_2 berilgan chiziqli programmalash masalasining yechimlari bo'lsin. U holda

$$AX_I = P_\theta, \quad X_I \geq 0, \quad (30)$$

va

$$AX_2 = P_\theta, \quad X_2 \geq 0, \quad (31)$$

munosabatlar o'rinli bo'ladi. Endi X_1 va X_2 yechimlarning qavariq kombinatsiyasini tuzamiz.

$$X = \alpha X_1 + (1-\alpha)X_2, \quad 0 \leq \alpha \leq 1,$$

hamda uni yechim ekanligini ko'rsatamiz:

$$AX = A/\alpha X_1 + (1-\alpha)X_2 = \alpha AX_1 + (1-\alpha)AX_2$$

Endi (30) va (31) tenglamalarni inobatga olib topamiz:

$$AX = \alpha P_\theta + (1-\alpha)P_\theta = P_\theta$$

Bu munosabat X vektor ham yechim ekanligini ko'rsatadi.

3-teorema. Chiziqli programmalash masalasining chiziqli funksiyasi o'zining optimal qiymatiga shu masalaning yechimlaridan tashkil topgan qavariq ko'pburchakning burchak nuqtasida erishadi.

Agar chiziqli funksiya K qavariq to'plamning birdan ortiq burchak nuqtasida optimal qiymatga erishsa, u shu nuqtalarning qavariq kombinatsiyasidan iborat bo'lgan ixtiyoriy nuqtada ham o'zining optimal qiymatiga erishadi (teoremani isbotsiz qabul qilamiz).

4-teorema. Agar k ta o'zaro chiziqli bog'liq bo'lmagan $P_1, P_2, \dots, P_k$ vektorlar berilgan bo'lib, ular uchun

$$P_1x_1 + P_2x_2 + \dots + P_kx_k = P_0$$

tenglik barcha $x_i \geq 0$ lar uchun o'rinli bo'lsa, u holda $X = (x_1, x_2, \dots, x_k, 0, \dots, 0)$ vektor K qavariq to'plamning burchak nuqtasi bo'ladi (teoremani isbotsiz qabul qilamiz).

5-teorema. Agar $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ burchak nuqta bo'lsa, u holda musbat x_i larga mos keluvchi vektorlar o'zaro chiziqli bog'liq bo'lmagan vektorlar sistemasini tashkil qiladi (teoremani isbotsiz qabul qilamiz).

Yuqorida keltirilgan teoremlardan quyidagi xulosalarni chiqarish mumkin.

1-xulosa. K to'plamning har bir burchak nuqtasiga $P_1, P_2, \dots, P_n$ vektorlar sistemasidan m ta o'zaro chiziqli bog'liq bo'lmagan vektorlar sistemasi mos keladi.

2-xulosa. $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ K to'plamning burchak nuqtasi bo'lishi uchun musbat x_i komponentalar

$$P_1x_1 + P_2x_2 + \dots + P_nx_n = P_0$$

yoyilmada o'zaro chiziqli bog'liq bo'lmagan P_i vektorlarning koeffitsientlaridan iborat bo'lishi zarur va etarli.

3-xulosa. Chiziqli programmalash masalasi bazis yechimlaridan tashkil topgan to'plam K_m qavariq to'plamning burchak nuqtalar to'plamiga mos keladi va aksincha, har bir bazis yechim K_m to'plamning biror burchak nuqtasiga mos keladi.

4-xulosa. Chiziqli programmalash masalasining optimal yechimini K to'plamning burchak nuqtalari orasidan qidirish kerak.

1-misol. Berilgan chiziqli programmalash masalasini kanonik ko'rinishga keltiring va uni turli shaklda ifodalang:

$$\begin{cases} 2x_1 - 3x_3 \leq -1, \\ 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 6, \\ x_1 + 2x_2 - x_3 \leq 2, \end{cases} \quad (I)$$

Yechish: Masalaning cheklamalaridagi birinchi va uchinchi tengsizliklarning kichik tomoniga $x_4 \geq 0$, $x_5 \geq 0$ qo'shimcha bog'lanuvchilar kiritib, ularni tenglamalarga aylantiramiz, hamda birinchi tenglamaning ikki tomonini (-1) ga ko'paytirib undagi ozod hadni musbat songa aylantiramiz va **(I)** masalaga ekvivalent bo'lgan quyidagi masalani hosil qilamiz:

$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_3 - x_4 = 1, \\ 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 6, \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + x_5 = 2, \end{cases} \quad (II)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0,$$

$$Y = 3x_1 - 2x_2 + x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 \rightarrow \max.$$

Ushbu masalada $Y \rightarrow \max$ ni teskari ishora bilan olib, uni $Y \rightarrow \min$ ga aylantiramiz. Natijada berilgan masalaning kanonik ko'rinishiga ega bo'lamiz:

$$\begin{cases} -2x_1 + 3x_3 - x_4 = 1, \\ 3x_1 + 4x_2 + 2x_3 = 6, \\ x_1 + 2x_2 - x_3 + x_5 = 2, \end{cases} \quad (III)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0,$$

$$Y = -3x_1 + 2x_2 - x_3 + 0 \cdot x_4 + 0 \cdot x_5 \rightarrow \min.$$

(III) masalada quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$A = \begin{pmatrix} -2 & 0 & 3 & -1 & 0 \\ 3 & 4 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 1 \\ 6 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix}, \quad C' = (-3 \quad 2 \quad -1 \quad 0 \quad 0), \quad O = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Ushbu belgilashlarda (III) masala quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$AX=B, \quad X \geq 0, \quad Y-C'X \rightarrow \min. \quad (IV)$$

(III) masalada yana quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$P_1 = \begin{pmatrix} -2 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad P_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad P_3 = \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}, \quad P_4 = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad P_5 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad P_0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 6 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix},$$

$$C' = (-3 \quad 2 \quad -1 \quad 0 \quad 0).$$

Ushbu belgilashlarda masala quyidagi ko'rinishga keladi:

$$P_1 x_1 + P_2 x_2 + P_3 x_3 + P_4 x_4 + P_5 x_5 = P_0,$$

$$X \geq 0, \quad (V)$$

$$Y = C'X \rightarrow \min.$$

2-misol. $A_1 (3; -2; 5)$ va $A_2 (-1; 6; 1)$ nuqtalar berilgan. Ushbu nuqtalarning qavariq kombinatsiyasidan iborat bo'lgan $A(x_1, x_2, x_3)$ nuqtani toping.

Yechish. A nuqta A_1 va A_2 nuqtalarning qavariq kombinatsiyasidan iborat bo'lgani uchun $A = \lambda A_1 + (1-\lambda)A_2$, $(0 \leq \lambda \leq 1)$ shart o'rinli bo'ladi.

Agar $\lambda = 1/3$ bo'lsa, u holda

$$A = \frac{1}{3} A_1 + \left(1 - \frac{1}{3}\right) A_2 = \frac{1}{3} A_1 + \frac{2}{3} A_2$$

tenglik o'rinli bo'ladi. Bu tenglikni quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$(x_1, x_2, x_3) = \frac{1}{3}(3, -2, 5) + \frac{2}{3}(-1, 6, 1)$$

va natijada quyidagiga ega bo'lamiz:

$$x_1 = \frac{1}{3}; \quad x_2 = \frac{10}{3}; \quad x_3 = \frac{7}{3}.$$

$$J: \quad A = \begin{pmatrix} 1 & 10 & 7 \\ 3 & 27 & 3 \end{pmatrix}.$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq a_i, \quad (i = \overline{1, m}) \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq a_i, \quad (i = \overline{1, m}) \quad (1)$$

$$x_j \geq 0, \quad (j = \overline{1, n}) \quad (2)$$

$$Y = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \min (\max). \quad (3)$$

Ushbu chiziqli programmalash masalasining geometrik talqini bilan tanishamiz.

Ma'lumki, n ta tartiblashgan $x_1, x_2, \dots, x_n$ sonlar n -ligi (birlashmasi) n o'lchovli fazoning nuqtasi bo'ladi. Shuning uchun (1)-(3) chiziqli programmalash masalasining rejasini n o'lchovli fazoning nuqtasi deb qarash mumkin. Bizga ma'lumki, bunday nuqtalar to'plami qavariq to'plamdan iborat bo'ladi. Qavariq to'plam chegaralangan (qavariq ko'pburchak), chegaralanmagan (qavariq ko'p qirrali soha) bo'lishi, bitta nuqtadan iborat bo'lishi yoki bo'sh to'plam bo'lishi ham mumkin.

Koordinatalari

$$a_1x_1 - a_2x_2 - \dots + a_nx_n - a$$

tenglamani qanoatlantiruvchi $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ nuqtalar to'plami gipertekislik deb ataladi. Shu sababli

$$c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n = Y \quad (*)$$

ko'rinishda yozilgan maqsad funksiyani Y ning turli C_0 qiymatlariga mos keluvchi o'zaro parallel gipertekisliklar oilasi deb qarash mumkin.

Har bir gipertekislikning ixtiyoriy nuqtasida Y funksiya bir xil qiymatni qabul qiladi (demak, o'zgarmas sathda saqlanadi). Shuning uchun ular «sath tekisliklari» deyiladi. Geometrik nuqtai nazardan chiziqli programmalash masalasini quyidagicha ta'riflash mumkin:

(1) va (2) shartlarni qanoatlantiruvchi yechimlar ko'pburchagiga tegishli bo'lgan shunday $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ nuqtani topish kerakki, bu nuqtada Y maqsad funksiyaga maksimum (minimum) qiymat beruvchi (3) gipertekisliklar oilasiga tegishli bo'lgan gipertekislik o'tsin. Jumladan, $n=2$ da (1)-(3) masala quyidagicha talqin qilinadi:

(1)-(2) shartlarni qanoatlantiruvchi yechimlar ko'pburchagiga tegishli bo'lgan shunday $X^* = (x_1^*, x_2^*)$ nuqtani topish kerakki, bu nuqtadan Y maqsad funksiyaga eng katta (eng kichik) qiymat beruvchi va sath chiziqlar oilasiga tegishli bo'lgan chiziq o'tsin.

Chiziqli programmalash masalasining geometrik talqiniga hamda chiziqli programmalash masalasi yechimlarining xossalariга tayanib masalani ba'zi hollarda grafik usulda yechish mumkin.

Ikki o'lchovli fazoda berilgan quyidagi chiziqli programmalash masalasini ko'ramiz.

[illegible]

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \quad (5)$$

$$Y = c_1 x_1 + c_2 x_2 \rightarrow \max. \quad (6)$$

Faraz qilaylik, (4) sistema (5) shartni qanoatlantiruvchi sistema yechimlarga ega bo'lsin, hamda ulardan tashkil topgan to'plam chekli bo'lsin. (4) va (5) tengsizliklarning har biri

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 = b_i \quad (i = 1, \dots, m),$$

$x_1=0, x_2=0$ to'g'ri chiziqlar bilan chegaralangan yarim tekisliklarni ifodalaydi.

Har bir

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 = b_i \quad (i = \overline{1, m}) \quad (7)$$

to'g'ri chiziqning qaysi tomonida yotgan yarim tekislik

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 \leq b_i \quad (i = \overline{1, m}) \quad (8)$$

tengsizlikni qanoatlantiruvchi nuqtalar to'plamidan iborat ekanligini aniqlash uchun $O(0;0)$ koordinata boshini mo'ljal nuqta deb qarash mumkin. Agar $x_1=0; x_2=0$ qiymatlarni (8) tengsizlikka qo'yganda $0 \leq b_i$ tengsizlik hosil bo'lsa, u holda qidirilayotgan yarim tekislik (7) to'g'ri chiziqning ostida (koordinata boshi tomonida) yotadi, aks holda u (7) to'g'ri chiziqning yuqorisida yotuvchi yarim tekislikdan iborat bo'ladi. Chiziqli funksiya (6) ham ma'lum bir o'zgarmas $C_0 = \text{const}$ qiymatda

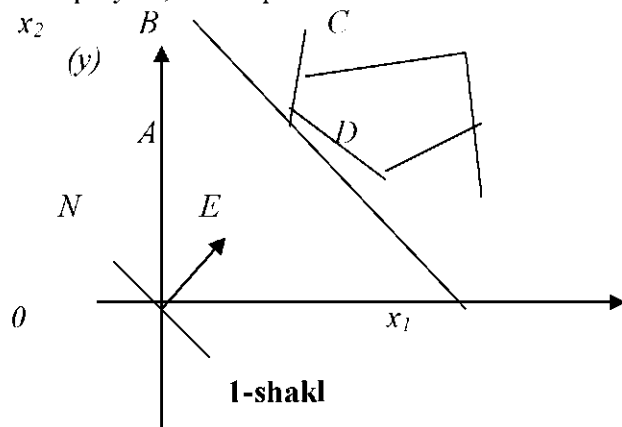
$$c_1x_1 + c_2x_2 = C_0$$

sath to'g'ri chiziqlari oilasidan iborat bo'lib, har bir C_0 uchun bitta sath to'g'ri chizig'i to'g'ri keladi. Yechimlardan tashkil topgan qavariq ko'pburchakni hosil qilish uchun

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 = b_1, a_{21}x_1 + a_{22}x_2 = b_2, \dots, a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 = b_m \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

to'g'ri chiziqlar bilan chegaralangan ko'pburchakni yasaymiz.

Faraz qilaylik, bu ko'pburchak $ABCDE$ beshburchakdan iborat bo'lsin (1-shakl).



1-shakl

Chiziqli funksiyani ixtiyoriy o'zgarmas C_0 songa teng deb olamiz.

Natijada

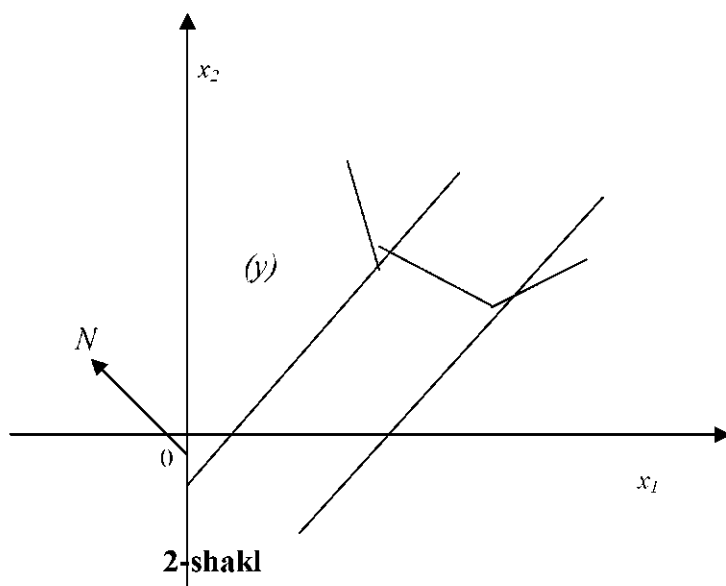
$$c_1x_1 + c_2x_2 = C_0$$

sath to'g'ri chizig'i hosil bo'ladi. Bu to'g'ri chiziqni $N(c_1, c_2)$ vektor yo'nalishida yoki unga teskari yo'nalishida o'ziga parallel surib borib qavariq ko'pburchakning chiziqli funksiyaga eng katta yoki eng kichik qiymat beruvchi nuqtalarni aniqlaymiz.

1-shakldan ko'rinib turibdiki, chiziqli funksiya o'zining minimal qiymatiga qavariq ko'pburchakning A nuqtasida erishadi. C nuqtada esa, u o'zining maksimal (eng katta) qiymatiga erishadi. Birinchi holda $A(x_1, x_2)$ nuqtaning koordinatalari masalaning chiziqli funksiyaga minimal qiymat beruvchi optimal yechimi bo'ladi. Uning koordinatalari AB va AE to'g'ri chiziqlarni ifodalovchi tenglamalar orqali aniqlanadi.

Agar yechimlardan tashkil topgan qavariq ko'pburchak chegaralanmagan bo'lsa, ikki hol bo'lishi mumkin.

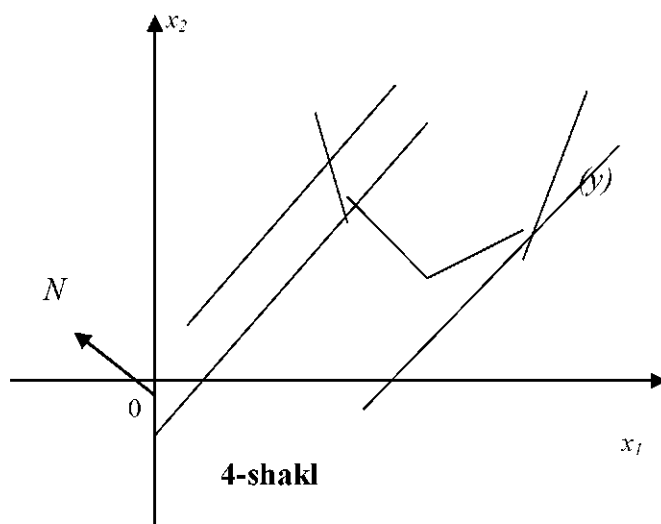
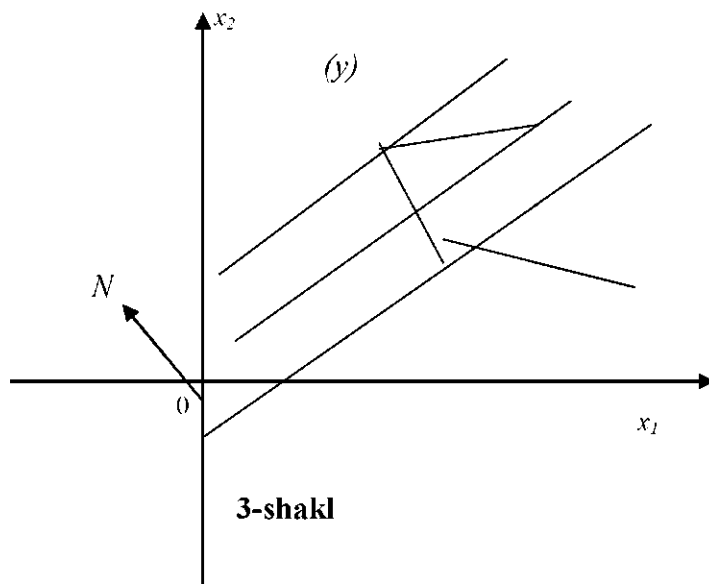
1-hol. $c_1x_1 + c_2x_2 = C_0$ to'g'ri chiziq N vektor bo'yicha yoki unga qarama-qarshi yo'nalishda siljib borib har vaqt qavariq ko'pburchakni kesib o'tadi. Ammo minimal qiymatga ham, maksimal qiymatga ham erishmaydi. Bu holda chiziqli funksiya quyidan va yuqoridan chegaralanmagan bo'ladi (2-shakl).



2-shakl

2-hol. $c_1x_1 + c_2x_2 = C_0$ to'g'ri chiziq N vektor bo'yicha siljib borib qavariq ko'pburchakning birorta chetki nuqtasida o'zining minimal yoki maksimum qiymatiga erishadi. Bunday holda

chiziqli funksiya yuqoridan chegaralangan, quyidan esa chegaralanmagan (3-shakl) yoki quyidan chegaralangan, yuqoridan esa chegaralanmagan (4-shakl) bo'lishi mumkin.



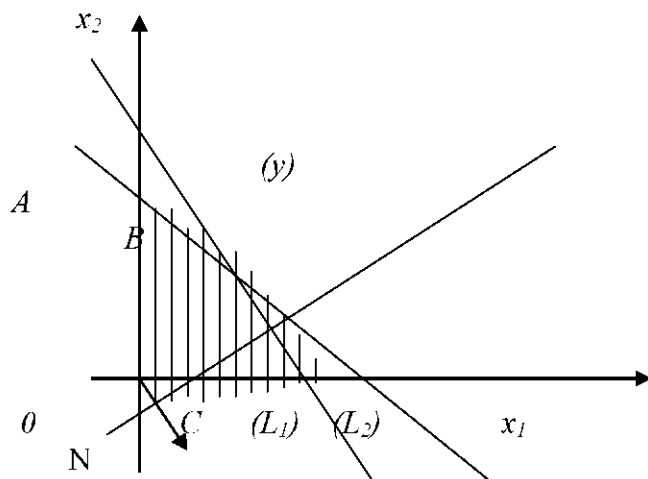
1-misol. Masalani grafik usulda yeching.

$$\begin{cases} 4x_1 + 3x_2 \leq 12, \\ 3x_1 + 4x_2 \leq 12, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \\ Y = 2x_1 - 5x_2 \rightarrow \max. \end{cases}$$

Yechish. Yechimlardan tashkil topgan qavariq ko'pburchak yasash uchun koordinatlar sistemasida

$$\begin{cases} 4x_1 + 3x_2 = 12, & (L_1) \\ 3x_1 + 4x_2 = 12, & (L_2) \\ x_1 = 0, x_2 = 0, \end{cases}$$

chiziqlar yasaymiz (5-shakl).



5-shakl

Berilgan tengsizliklarni qanoatlantiruvchi yechim shtrixlangan $OABC$ to'rtburchakni tashkil qiladi. Endi koordinatalar boshidan $N=(2;-5)$ vektorni yasaymiz va unga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq o'tkazamiz. Bu to'g'ri chiziq

$$2x_1 - 5x_2 = \text{const}$$

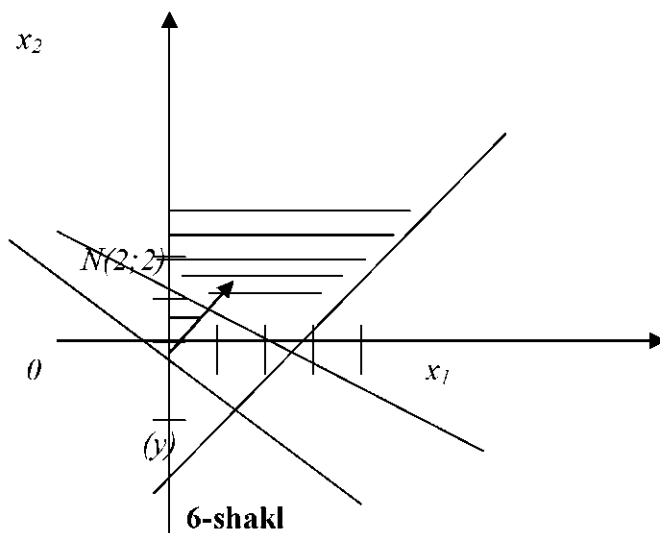
tenglamani ifodalaydi. Uni N vektor yo'nalishida o'ziga parallel siljitib boramiz. Natijada chiziqli funksiyaga maksimal qiymat beruvchi $C(3;0)$ nuqtani topamiz. Bu nuqtaning koordinatalari $x_1=3$, $x_2=0$ masalaning optimal yechimi bo'ladi va uning uchun $Y_{\max} = 2 \cdot 3 - 5 \cdot 0 = 6$ bo'ladi.

2-misol. Berilgan chiziqli programmalash masalasini grafik usulda yeching.

Yechish. Yechimlar ko'pburchagini hosil qilamiz. Buning uchun koordinatalar sistemasida

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \geq 3, \\ x_1 - x_2 \leq 2, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \\ Y = 2x_1 + 2x_2 \rightarrow \max. \end{cases}$$

$x_1 + 2x_2 = 3$, $x_1 - x_2 = 2$, $x_1 = 0$, $x_2 = 0$
to'g'ri chiziqlar bilan chegaralangan yechimlar ko'pburchagini yasaymiz (6-shakl).



6-shakl

Shakldan ko'rinadiki, yechimlar ko'pburchagi yuqoridan chegaralanmagan. Koordinata boshidan $N(2;2)$ vektorni yasaymiz va unga perpendikulyar bo'lgan to'g'ri chiziq o'tkazamiz. Bu chiziq tenglamani orqali ifodalaydi:

$$2x_1 - 2x_2 = \text{const}$$

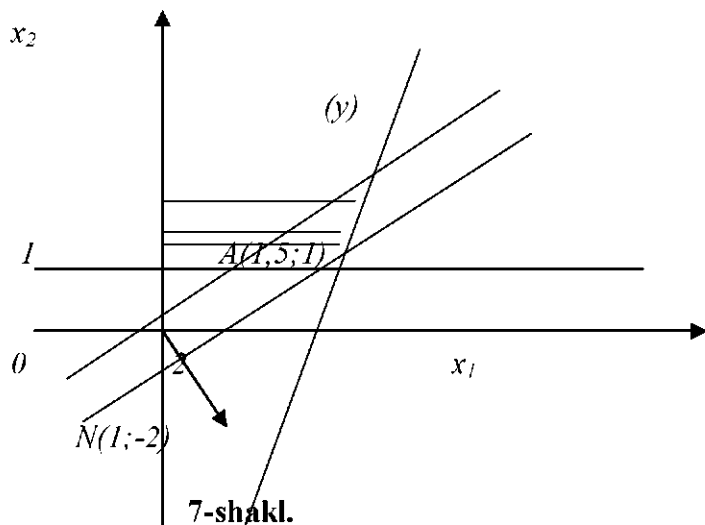
Shakldan ko'rinadiki, masalada maqsad funksiyaning qiymati yuqoridan chegaralanmagan ekan.

3-misol. Masalani grafik usulda yeching.

$$\begin{cases} 2x_1 - x_2 \leq 4, \\ x_1 \geq 0, \\ x_2 \geq 1, \end{cases}$$

$$Y = x_1 - 2x_2 \rightarrow \max.$$

Masalani yuqoridagi usul bilan yechib quyidagi shaklga ega bo'lamiz (7-shakl).



Shakldan ko'rinadiki, yechimlar to'plami chegaralanmagan, lekin optimal yechim mavjud va u $A(1, 5; 1)$ nuqta koordinatalaridan iborat.

Grafik usul yordami bilan iqtisodiy masalalarni yechish va yechimni tahlil qilish.

Quyidagi iqtisodiy masalani ko'ramiz.

Faraz qilaylik, korxonada ikki xil bo'yoq ishlab chiqarilsin. Bu bo'yoqlarni ishlab chiqarish uchun 2 xil xom ashyodan foydalanilsin. Xom ashyolarning zahirasi berilgan va ular 6 va 8 birlikni tashkil qiladi. Ikkinchi bo'yoqqa bo'lgan talab 2 birlikni tashkil qiladi va u birinchi bo'yoqqa bo'lgan talabdan 1 birlikka katta.

Har bir bo'yoqning bir birligini ishlab chiqarish uchun kerak bo'lgan xom ashyolar miqdori (me'yori), hamda korxonaning har bir bo'yoqdan oladigan daromadi quyidagi jadvalda keltirilgan.

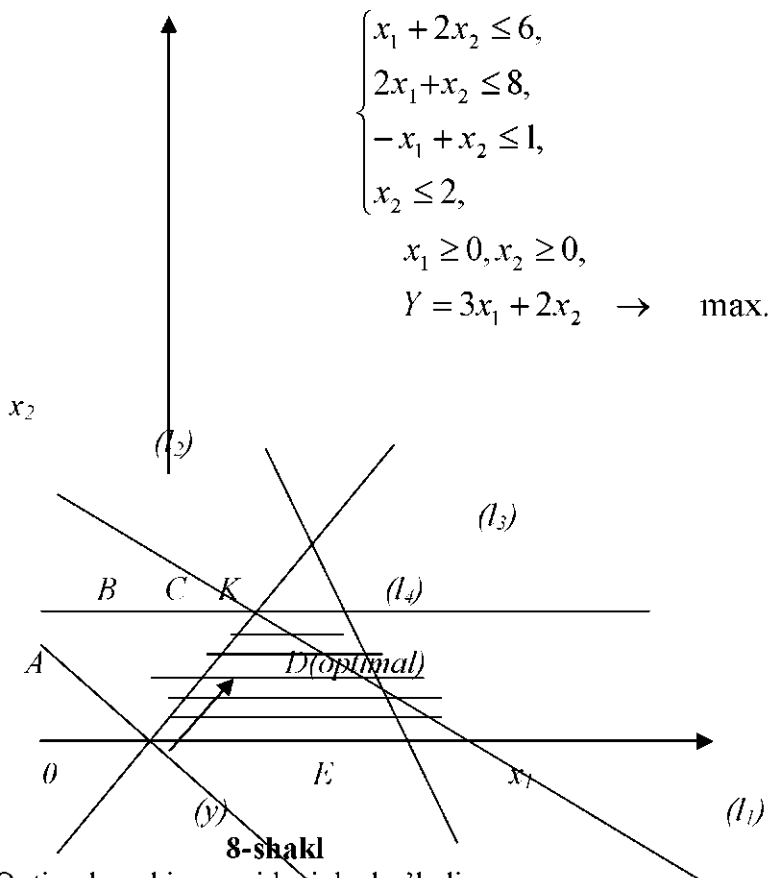
<i>Xom ashyolar</i> <i>Bo'yoqlar</i>	<i>I</i>	<i>2</i>	<i>Mahsulotlar bahosi</i>
<i>I</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>II</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Xom ashyo zahirasi</i>	<i>6</i>	<i>8</i>	

Har bir bo'yoqdan qancha ishlab chiqarilganda ularga sarf qilingan xom ashyolar miqdori ularning zahiralaridan oshmaydi, hamda talab bo'yicha shartlar ham bajariladi?

Masaladagi noma'lumlarni belgilaymiz: x_1 —ishlab chiqarishga rejalashtirilgan I-mahsulotning miqdori, x_2 — II mahsulot miqdori.

U holda masalaning matematik modeli quyidagi ko'rinishda bo'ladi

Masalani grafik usulda yechamiz, hamda $D(3\frac{1}{3}, 1\frac{1}{3})$ optimal nuqta ekanligini aniqlaymiz.



Optimal yechim quyidagicha bo'ladi:

$$x_1 = 3\frac{1}{3}; \quad x_2 = 1\frac{1}{3}; \quad Y_{\max} = 12\frac{2}{3}.$$

Demak, korxona birinchi bo'yoqdan $3\frac{1}{3}$ birlik, ikkinchisidan $1\frac{1}{3}$ birlik ishlab chiqarishi kerak. Bu holda uning oladigan daromadi $12\frac{2}{3}$ birlikka teng bo'ladi.

Endi grafik yordamida iqtisodiy masala yechimini tahlil qilish mumkin ekanligini ko'rsatamiz. Buning uchun optimal D nuqtaga qaraymiz. Bu nuqta $2x_1 + x_2 = 8$ va $x_1 + 2x_2 = 6$ to'g'ri chiziqlarning kesishgan nuqtasi ekanligi berilgan iqtisodiy masalaning (1) va (2) chegaralovchi shartlari D nuqtada tenglamaga aylanishini ko'rsatadi. Bu esa, buyoq ishlab chiqarish uchun sarf qilinadigan ikkala xom ashyoning ham kamyob (defisit) ekanligini ko'rsatadi. Optimal nuqta bilan bog'liq bo'lgan shartlar aktiv shartlar. Unga bog'liq bo'lmagan shartlar esa, passiv shartlar deb ataladi. Biz ko'rayotgan masalada mahsulotlarga bo'lgan talabga qo'yilgan $-x_1 + x_2 \leq 1$ va $x_2 \leq 2$ shartlar optimal nuqtaga bog'liq emasligini va shu sababli bu shartlar passiv shartlar ekanligini aniqlaymiz.

Passiv shartlarga mos keluvchi resurslar kamyob bo'lmaydi va ularning ma'lum darajada o'zgarishi optimal yechimga ta'sir qilmaydi. Aksincha, aktiv shartlarga mos keluvchi resurslarni bir birlikka oshirilishi optimal yechimning o'zgarishiga olib keladi.

Masalan, 1-xom ashyo zahirasini bir birlikka oshirilishi optimal yechimga qanday ta'sir ko'rsatishini ko'rish uchun uni 7 ga teng deb olamiz. U holda CD kesma o'ziga parallel ravishda yuqoriga ko'tariladi va CDK uchburchak hosil bo'ladi. Endi K nuqta optimal nuqtaga aylanadi.

Bu nuqtada $x_2 = 2$ va $2x_1 + x_2 = 8$ to'g'ri chiziqlar kesishadi. Shuning uchun endi masalaning (2) va (4) shartlari aktiv shartlarga, (1) va (3) shartlari esa passiv shartlarga aylanadi. K nuqtaning koordinatalari $x_2 = 2$, $x_1 = 3$. Demak, yangi optimal yechim

$$x_1 = 3, \quad x_2 = 2, \quad Y_{\max} = 13.$$

bo'ladi.

Optimal yechimda 1-xom ashyoga doir (1) chegaraviy shart

$$x_1 + 2x_2 - 3 - 2 \cdot 2 = 7$$

ga teng bo'ladi. Demak, 1-xom ashyoning eng ko'p mumkin bo'lgan zahirasi 7 ga teng bo'lishi kerakligini ko'rsatadi.

Xuddi shunday yo'l bilan 2-xom ashyoni bir birlikka oshirish optimal yechimni qanday o'zgartirishini ko'rsatish mumkin.

Bundan tashqari kamyob bo'lmagan xom ashyolar miqdorini, optimal yechimga ta'sir qilmagan holda, qanchalik kamaytirish mumkinligini ham ko'rsatish mumkin.

Yuqoridagi 8-shaklda BC kesma $x_2=2$ chiziqni, ya'ni masalaning 4 shartini ifodalaydi. Bu – passiv shart. Maqsad funksiya qiymatini o'zgartirmagan holda passiv shartni qanchalik o'zgartirish mumkin ekanligini aniqlash uchun BS kesmani o'ziga parallel ravishda pastga, to D nuqta bilan kesishguncha

siljitamiz. Bu nuqtada $x_2=4/3$ bo'ladi.

Demak, ikkinchi bo'yoqqa bo'lgan talabni optimal yechimga ta'sir qilmasdan $4/3$ gacha kamaytirish mumkin ekan.

Shunday yo'l bilan masalaning optimal yechimiga ta'sir etmasdan uning (3)- passiv shartning o'ng tomonini qanchaga kamaytirish mumkin ekanligini ko'rsatish mumkin.

Tayanch so'z va iboralar.

Gipertekislik, gipertekisliklar oilasi, yechimlar ko'pburchagi, sath to'g'ri chizig'i, sath to'g'ri chiziqlar oilasi, aktiv va passiv shartlar, kamyob xom ashyo.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.

1. Chiziqli programmalash masalasining geometrik talqini qanday?
2. Grafik usulni chiziqli programmalash masalasi yechimlarining qanday xossalriga tayanib qo'llash mumkin?
3. Chiziqli programmalash masalasi rejalaridan tashkil topgan qavariq ko'pburchak qanday bo'lishi mumkin?
4. Qanday holda chiziqli programmalash masalasi birdan ortiq optimal yechimga ega bo'lishi mumkin?
5. Iqtisodiy masalani grafik usulda yechganda xom ashyolarning kamyob yoki kamyob emasligini qanday aniqlash mumkin?
6. Passiv va aktiv chegaralovchi shartlar nima?
7. Aktiv shartlarni (kamyob xom ashyolarni) bir birlikka oshirganda optimal yechim qanday o'zgaradi?
8. Optimal yechimni o'zgartirmagan holda passiv shartlarni qanchalik o'zgartirish mumkin?

Mustaqil yechish uchun masalalar.

1. Quyidagi iqtisodiy masalaning matematik modelini tuzing, uni geometirik usul bilan yeching va yechimni tahlil qiling.

Ikki xil mahsulotni sotishda 4 xil resurslardan foydalaniladi. Mahsulotning bir birligini sotish uchun sarf qilinadigan turli resurslar miqdori (me'yori), hamda har bir resursning zahirasi quyidagi jadvalda keltirilgan.

<i>Resurslar</i>	<i>Har bir mahsulotga sarf qilinadigan resurslar miqdori</i>	<i>Resurs-lar zahirasi</i>

	<i>I mahsulot</i>	<i>II mahsulot</i>	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>12</i>
<i>2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>8</i>
<i>3</i>	<i>4</i>	<i>0</i>	<i>16</i>
<i>4</i>	<i>0</i>	<i>4</i>	<i>12</i>
<i>Mahsulot sotishdan bir-ligini olinadigan daromad</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	

Savdo korxonasining daromadini maksimallashtiruvchi maqsulotlarni optimal sotish rejasini aniqlang.

2. Quyidagi tengsizliklar sistemasining yechimlar ko'pburchagini yasang va burchak nuqtalarini aniqlang.

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad & \begin{cases} 5x_1 - 3x_2 + 15 \leq 0, \\ 0 \leq x_2 \leq 10, \\ x_1 + x_2 - 17 \leq 0, \\ 0 \leq x_1 \leq 11. \end{cases} \quad \text{b)} \quad \begin{cases} -x_1 + x_2 \leq 1, \\ x_1 + x_2 \geq 1, \\ x_1 - x_2 \leq 2, \\ 2x_1 - x_2 \leq 0, \\ x_1 \geq 0. \end{cases} \end{aligned}$$

3. Quyidagi ChP masalalarini grafik usulda yeching.

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad & \begin{cases} x_1 + x_2 \geq 2, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 4, \\ x_1 + 2x_2 \leq 8, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \end{cases} \quad \text{b)} \quad \begin{cases} x_1 + x_2 \geq 4, \\ -x_1 + 2x_2 \leq 2, \\ x_1 + 2x_2 \leq 10, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \end{cases} \\ & Y = 2x_1 - 6x_2 \rightarrow \max. \quad Y = 2x_1 - x_2 \rightarrow \min. \end{aligned}$$

4. Ikki xil *A* va *B* mahsulotlar ishlab chiqarish uchun korxona 3 xil xom ashyo sarf qiladi. Masalaning qolgan shartlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

<i>Xom ashyo turlari</i>	<i>Bir birlik mahsulot ishlab chiqarishga sarf qilinadigan xom ashyo me'yori</i>		<i>Xom ashyolar zahirasi</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	
<i>1</i>	<i>12</i>	<i>4</i>	<i>300</i>
<i>2</i>	<i>4</i>	<i>4</i>	<i>120</i>
<i>3</i>	<i>3</i>	<i>12</i>	<i>252</i>
<i>Bir birlik mahsulotni sotishdan olinadigan daromad</i>	<i>30</i>	<i>40</i>	

Ishlab chiqariladigan *B* mahsulot miqdori *A* mahsulot miqdoridan kam bo'lmasligini ta'minlagan holda ishlab chiqarish rejasini qanday tuzganda korxonaning mahsulotlarni sotishdan oladigan daromadi maksimal bo'ladi?

Dansig usulida simpleks jadval quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

Bazis vekt.	C_{baz}	P_0	c_1	c_2	...	c_m	c_{m+1}	...	c_k	...	c_n
			P_1	P_2	...	P_m	P_{m+1}	...	P_k	...	P_n
P_1	c_1	b_1	1	0	...	0	a_{1m+1}	...	a_{1k}	...	a_{1n}
P_2	c_2	b_2	0	1	...	0	a_{2m+1}	...	a_{2k}	...	a_{2n}
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
P_l	c_l	b_l	0	0	...	0	a_{lm+1}	...	a_{lk}	...	a_{ln}
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
P_m	c_m	b_m	0	0	...	1	a_{mm+1}	...	a_{mk}	...	a_{mn}
$\Delta_j = Z_j - c_j$	...	$Y_0 = \sum_{i=0}^m b_i c_i + c_0$	$\Delta_1 = 0$	$\Delta_2 = 0$	...	$\Delta_m = 0$	$\Delta_{m+1} = \sum_{i=0}^m a_{im+1} c_i - c_{m+1}$	...	$\Delta_k = \sum_{i=0}^m a_{ik} c_i - c_k$	...	$\Delta_n = \sum_{i=0}^m a_{in} c_i - c_n$

Jadvaldagi C_{baz} bilan belgilangan ustun $x_1, x_2, \dots, x_m$ bazis o'zgaruvchilarning chiziqli funksiyadagi koeffisientlardan tashkil topgan vektor, ya'ni $C_{baz} = (c_1, c_2, \dots, c_m)$.

Jadvalda har bir P_j vektorning ustiga x_j noma'lumning chiziqli funksiyadagi koeffisienti c_j yozilgan. $m+1$ - qatorga esa $x_1, x_2, \dots, x_m$ bazis o'zgaruvchilardagi chiziqli funksiyaning qiymati

$$Y_0 = \sum_{i=1}^m b_i c_i + c_0 \quad (4)$$

hamda bazis yechimning optimallik mezonini baholovchi son

$$\Delta_j = Z_j - c_j = \sum_{i=1}^m a_{ij} c_i - c_j \quad (j=1, \dots, n) \quad (5)$$

yozilgan. Bazis o'zgaruvchilarga mos keluvchi $P_1, P_2, \dots, P_m$ vektorlar bazis vektorlar deb belgilangan. Bu vektorlar uchun $\Delta_j = Z_j - c_j = 0$ ($j=1, \dots, n$) bo'ladi.

Agar barcha ustunlarda $\Delta_j \leq 0$ bo'lsa, x ($x_1, x_2, \dots, x_m$) ($b_1, b_2, \dots, b_m$) yechim optimal yechim bo'ladi. Bu yechimdagi chiziqli funksiyaning qiymati Y_0 ga teng bo'ladi.

Agar kamida bitta j uchun $\Delta_j > 0$ bo'lsa, u holda masalaning optimal yechimi topilmagan bo'ladi. Shuning uchun topilgan bazis rejani optimal rejaga yaqin bo'lgan boshqa bazis rejaga almashtirish maqsadida bazisga

$$\max_{\Delta_j > 0} (\Delta_j) = \Delta_k$$

shartni qanoatlantiruvchi P_k vektorni kiritish kerak. Agar P_k bazisga kiritilsa, eski bazis vektorlardan birortasini bazisdan chiqarish kerak. Bazisdan

$$\min_{a_{ik} > 0} (b_i / a_{ik}) = b_l / a_{lk} \quad (6)$$

shart o'rinli bo'lgan P_l vektor chiqariladi. Bu holda a_{lk} element hal qiluvchi element sifatida belgilandi. Shu element joylashgan j -qatoridagi P_l vektor o'rniga u joylashgan ustundagi P_k vektor bazisga kiritiladi. P_l vektorning o'rniga P_k vektorni kiritish uchun simpleks jadval quyidagi formulalar asosida almashtiriladi.

$$\begin{cases} b_i' = b_i - (b_i / a_{ik}) \cdot a_{ik} , \\ b_i' = b_i / a_{ik} , \\ a_{ij}' = a_{ij} - (a_{ij} / a_{ik}) \cdot a_{ik} , \\ a_{lj}' = a_{lj} / a_{ik} . \end{cases}$$

Simpleks jadval almashgandan so'ng yana qaytadan $\Delta_j \leq 0$ baholar aniqlanadi. Agar barcha j lar uchun $\Delta_j \leq 0$ bo'lsa, optimal yechim topilgan bo'ladi. Aks holda topilgan bazis reja boshqa bazis reja bilan almashtiriladi. Bunda quyidagi teoremlarga asoslanib ish ko'riladi.

1- teorema. Agar $X=(x_1, x_2, \dots, x_m)$ bazis reja uchun $\Delta_j = Z_j - c_j \leq 0$ ($j=1, \dots, n$) tengsizlik o'rinli bo'lsa, u holda bu reja optimal reja bo'ladi.

2- teorema. Agar X_0 bazis rejada tayin bir j uchun $\Delta_j = Z_j - c_j > 0$ shart o'rinli bo'lsa, u holda X_0 optimal reja bo'lmaydi va shunday X_1 rejani topish mumkin bo'ladiki, uning uchun $Y(X_1) < Y(X_0)$

tengsizlik o'rinli bo'ladi. Agar tayin bir j uchun $\Delta_j = Z_j - c_j > 0$ tengsizlik o'rinli bo'lsa, u holda 2-teoremaga asosan bu bazis rejani ham yangi bazis rejaga almashtirish kerak bo'ladi. Bu jarayon optimal reja topilguncha yoki masaladagi maqsad funksiyaning quyidan chegaralanmagan ekanligi aniqlanguncha takrorlanadi.

Masalaning optimal yechimining mavjud bo'lmalik sharti quyidagicha:

Agar tayin j uchun $\Delta_j = Z_j - c_j > 0$ tengsizlik o'rinli bo'lib, bu ustundagi barcha elementlar $a_{ij} \leq 0$ ($i=1, \dots, m; j=1, \dots, n$) bo'lsa, u holda masalaning maqsad funksiyasi chekli ekstremumga ega bo'lmaydi.

Faraz qilaylik, simpleks jadvalda optimallik sharti ($\Delta_j \leq 0, j=1, \dots, n$) bajarilsin. Bu holda bu yechim

$$X_0 - B^{-1}P_0$$

formula orqali topiladi. Bu yerda $B=(P_1, P_2, \dots, P_m)$ matrisa bazis vektorlardan tashkil topgan matrisadir.

(1)-(3) masala uchun B matrisa m o'lchovli J_m - birlik matrisadir, ya'ni $B=J_m$.

$BB^{-1}=J_m$ bo'lganligi sababli B^{-1} matrisa ham birlik matrisa bo'ladi.

Demak, $X_0=P_0=(b'_{10}, b'_{20}, \dots, b'_{m0}, 0, \dots, 0)$ optimal yechim bo'ladi.

1-misol. Masalani simpleks usul bilan yeching

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 - x_3 - 2x_5 = 7 \\ -2x_2 + 4x_3 + x_4 = 12 \\ -4x_2 + 3x_3 + 8x_5 + x_6 = 10 \end{cases}$$

$$x_j \geq 0, \quad (j=1, 2, \dots, 6)$$

$$Y = x_2 - 3x_3 - 2x_5 \rightarrow \min.$$

Yechish. Belgilashlar kiritamiz va simpleks jadvalni to'ldiramiz

$$P_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, P_2 = \begin{pmatrix} 3 \\ -2 \\ -4 \end{pmatrix}, P_3 = \begin{pmatrix} -1 \\ 4 \\ 3 \end{pmatrix}, P_4 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, P_5 = \begin{pmatrix} -2 \\ 0 \\ 8 \end{pmatrix}, P_6 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, P_0 = \begin{pmatrix} 7 \\ 12 \\ 10 \end{pmatrix}$$

$C' = (0; 1; -3; 0; 2)$

i	Bazis vekt.	C_{baz}	P_0	0	1	-3	0	2	0
				P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
1	P_1	0	7	1	3	-1	0	-2	0
2	P_4	0	12	0	-2	4	1	0	0
3	P_6	0	10	0	-4	3	0	8	1
Δ_i			0	0	-1	3	0	-2	0
1	P_1	0	10	1	5/2	0	1/4	-2	0
2	P_3	-3	3	0	-1/2	1	1/4	0	0
3	P_6	0	1	0	-5/2	0	-3/4	8	1
Δ_i			-9	0	1/2	0	-3/4	-2	0
1	P_2	1	4	2/5	1	0	1/10	-4/5	0
2	P_3	-3	5	1/5	0	1	3/10	-2/5	0
3	P_6	0	11	1	0	0	-1/2	6	1
Δ_i			-11	-1/5	0	0	-4/5	-8/5	0

Simpleks usulning I bosqichida bazisga P_3 vektor kiritilib P_4 vektor chiqarildi, II bosqichida P_2 kiritildi va P_1 chiqarildi. Simpleks jadval (7) formulalar asosida almashtirilib borildi. III bosqichda optimal yechim topildi:

$$X = (0; 4; 5; 0; 0; 11), Y_{min} = -11.$$

Tayanch so'z va iboralar.

Dansig usuli (simpleks usul), bazis vektor, simpleks jadval.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.

1. Simpleks usul bo'yicha masalaning chekli optimal yechimga ega bo'lmashlik sharti nimadan iborat?
2. Simpleks usul bo'yicha ChP masalasi bazis rejasining optimal bo'lish sharti nimadan iborat?

Mustaqil yechish uchun masalalar.

1. Q'uyidagi chiziqli programmalash masalalarini simpleks usul bilan yeching.

$$\begin{aligned}
 a) \quad & \begin{cases} 3x_1 + 4,5x_2 + 6x_3 \leq 12, \\ x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 5, \\ 6x_1 + 3x_2 + 5x_3 \leq 15, \\ x_j \geq 0 \quad (j=1,2,3), \\ Y = 7,5x_1 + 9x_2 - 15x_3 \rightarrow \max. \end{cases} \\
 b) \quad & \begin{cases} x_1 - x_4 - 2x_6 = 5, \\ x_2 + 2x_4 - 3x_5 + x_6 = 3, \\ x_3 + 2x_4 - 5x_5 + 6x_6 = 5, \\ x_j \geq 0 \quad (j=\overline{1,6}), \\ Y = x_1 + x_2 + x_3 \rightarrow \min. \end{cases}
 \end{aligned}$$

$$c) \begin{cases} x_1 + x_4 + 6x_6 = 9, \\ 3x_1 + x_2 - 4x_3 + 2x_6 = 2, \\ x_1 + 2x_3 + x_5 + 2x_6 = 6, \end{cases}$$

$$x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1,6}),$$

$$Y = x_1 - x_2 + x_3 + x_4 + x_5 - x_6 \rightarrow \min.$$

3-ma'ruza mashg'uloti

1. Sun'iy basis usuli.
2. M-metodga mos jadval.

Agar masalaning shartlarida o'zaro erkli bo'lgan m ta birlik vektorlar (bazis vektorlar) qatnashmasa, ular sun'iy ravishda kiritiladi. Masalan, masala quyidagi ko'rinishda berilgan bo'lsin:

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{a}_{11}\mathbf{x}_1 + \mathbf{a}_{12}\mathbf{x}_2 + \cdots + \mathbf{a}_{1n}\mathbf{x}_n \leq \mathbf{b}_1 \\ \mathbf{a}_{21}\mathbf{x}_1 + \mathbf{a}_{22}\mathbf{x}_2 + \cdots + \mathbf{a}_{2n}\mathbf{x}_n \leq \mathbf{b}_2 \\ \text{--- --- ---} \\ \mathbf{a}_{m1}\mathbf{x}_1 + \mathbf{a}_{m2}\mathbf{x}_2 + \cdots + \mathbf{a}_{mn}\mathbf{x}_n \leq \mathbf{b}_m \end{array} \right. \quad (1)$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \quad \dots, \quad x_n \geq 0, \quad (2)$$

$$Y = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \max. \quad (3)$$

Bu masalaga $x_{n+1} \geq 0, x_{n+2} \geq 0, \dots, x_{n+m} \geq 0$ qo'shimcha o'zgaruvchilar kiritilsa, quyidagi kengaytirilgan masala hosil bo'ladi:

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{a}_{11}\mathbf{x}_1 + \mathbf{a}_{12}\mathbf{x}_2 + \cdots + \mathbf{a}_{1n}\mathbf{x}_n + \mathbf{x}_{n+1} = \mathbf{b}_1 \\ \mathbf{a}_{21}\mathbf{x}_1 + \mathbf{a}_{22}\mathbf{x}_2 + \cdots + \mathbf{a}_{2n}\mathbf{x}_n + \mathbf{x}_{n+2} = \mathbf{b}_2 \\ \text{-----} \\ \mathbf{a}_{m1}\mathbf{x}_1 + \mathbf{a}_{m2}\mathbf{x}_2 + \cdots + \mathbf{a}_{mn}\mathbf{x}_n + \mathbf{x}_{n+m} = \mathbf{b}_m \end{array} \right. \quad (4)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0, \dots, x_{n+m} \geq 0, \quad (5)$$

$$Y = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n, \quad 0(x_{n+1}, \dots, x_{n+m}) \rightarrow \min. \quad (6)$$

Bu holda $P_{n+1}, P_{n+2}, \dots, P_{n+m}$ vektorlar bazis vektorlar va $x_{n+1}, x_{n+2}, \dots, x_{n+m}$ o'zgaruvchilar «bazis o'zgaruvchilar» deb qabul qilinadi.

Agar berilgan masala quyidagi ko'rinishda bo'lsa:

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{a}_{11}\mathbf{x}_1 + \mathbf{a}_{12}\mathbf{x}_2 + \cdots + \mathbf{a}_{1n}\mathbf{x}_n = \mathbf{b}_1 \\ \mathbf{a}_{21}\mathbf{x}_1 + \mathbf{a}_{22}\mathbf{x}_2 + \cdots + \mathbf{a}_{2n}\mathbf{x}_n = \mathbf{b}_2 \\ \text{-----} \\ \mathbf{a}_{m1}\mathbf{x}_1 + \mathbf{a}_{m2}\mathbf{x}_2 + \cdots + \mathbf{a}_{mn}\mathbf{x}_n = \mathbf{b}_m \end{array} \right. \quad (7)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0, \quad (9)$$

$$Y - c_1x_1 - c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \min. \quad (10)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{a}_{11}\mathbf{x}_1 + \mathbf{a}_{12}\mathbf{x}_2 + \cdots + \mathbf{a}_{1n}\mathbf{x}_n + \mathbf{x}_{n+1} = \mathbf{b}_1 \\ \mathbf{a}_{21}\mathbf{x}_1 + \mathbf{a}_{22}\mathbf{x}_2 + \cdots + \mathbf{a}_{2n}\mathbf{x}_n + \mathbf{x}_{n+2} = \mathbf{b}_2 \\ \text{-----} \\ \mathbf{a}_{m1}\mathbf{x}_1 + \mathbf{a}_{m2}\mathbf{x}_2 + \cdots + \mathbf{a}_{mn}\mathbf{x}_n + \mathbf{x}_{n+m} = \mathbf{b}_m \end{array} \right. \quad (10)$$

$$Y = -c_1x_1 - c_2x_2 - \dots - c_nx_n - M(x_{n+1} + \dots + x_{n+m})) \rightarrow \min. \quad (13)$$

Sun'iy bazis o'zgaruvchilariga mos keluvchi $P_{n+1}, P_{n+2}, \dots, P_{n+m}$ vektorlar «sun'iy bazis vektorlar» deb ataladi.

3-teorema. Agar kengaytirilgan (11)-(13) masalaning optimal yechimida sun'iy bazis o'zgaruvchilari nolga teng bo'lsa, ya'ni:

tenglik o'rinli bo'lsa, u holda bu yechim berilgan (8)-(10) masalaning ham optimal yechimi bo'ladi.

2-misol. Masalani sun'iy bazis usuli bilan yeching:

Yechish. Masalaga sun'iy $x_5 \geq 0$ $x_6 \geq 0$ o'zgaruvchilar kiritamiz va uni normal ko'rinishga keltiramiz.

Hosil bo'lgan masalani simpleks jadvalga joylashtirib, uni simpleks usul bilan yechamiz.

i	Bazis vekt.	C_{baz}	P_0	-5	-3	-4	1	M	M
				P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
1	P_5	M	3	1	3	2	2	1	0
2	P_6	M	3	2	2	1	1	0	1
Δ_j			$6M$	$3M+5$	$5M+3^*$	$3M+4$	$3M-1$	0	0
1	P_2	-3	1	1/3	1	2/3	2/3	1/3	0
2	P_6	M	1	4/3	0	-1/3	-1/3	-2/3	1
Δ_j			$M-3$	$4/3M+4$	0	-	$-1/3M-3$	$-5/3M-1$	0
				*		$1/3M-2$			
1	P_2	-3	3/4	0	1	3/4	3/4	1/2	-1/4
2	P_1	-5	3/4	1	0	-1/4	-1/4	-1/2	3/4
Δ_j			-6	0	0	3*	-2	1-M	-3-M
1	P_3	-4	1	0	4/3	1	1	2/3	-1/3
2	P_1	-5	1	1	1/3	0	0	-1/3	2/3
Δ_j			9	0	-4	0	-5	-1-M	-2-M

Shunday qilib, simpleks usul bo'yicha 4-ta qadamdan iborat yaqinlashishda optimal yechim topildi. $\Delta_j \leq 0$. Optimal yechim $x=(1;0;1;0;0;0)$, $Y_{min}=-9$.

Kengaytirilgan masalaning optimal yechimidagi sun'iy o'zgaruvchilar 0 ga teng ($x_5=0$, $x_6=0$). Shuning uchun (3-teoremaga asosan) berilgan masalaning optimal yechimi:

$$X=(1;0;1;0); \quad Z_{min}=-9; \quad Z_{max}=9; \quad \text{bo'ladi.}$$

Xos chiziqli dasturlash masalasi. Tsikllanish va undan qutilish usuli (ϵ - usul). Agar R_i bazis vektorlarga mos keluvchi birorta $x_i=0$ bo'lsa, ya'ni

$$P_0 - x_1 P_1 - x_2 P_2 - \dots - x_m P_m$$

yoyilmadagi x_i lardan kamida bittasi nolga teng bo'lsa, chiziqli dasturlash masalasi **xos chiziqli dasturlash masalasi** deyiladi va P_1 bazis vektorlarga mos keluvchi bazis reja – **xos reja** bo'ladi.

Yuqorida, simpleks usulni asoslash jarayonida chiziqli dasturlash masalalarini xosmas deb faraz qilgan edik. Bu farazga ko'ra simpleks usulning har bir iteratsiyasidan so'ng chiziqli funktsiyaning qiymati kamaya borishini va chekli sondagi iteratsiyadan so'ng u o'zining optimal qiymatiga erishishi mumkinligini ko'rsatgan edik.

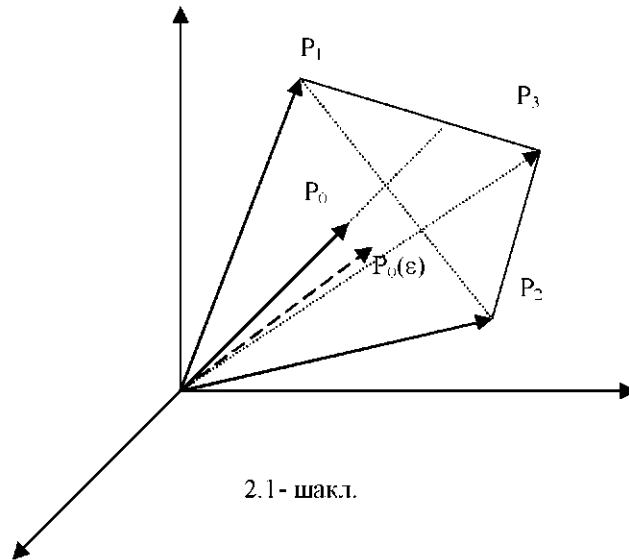
Agar masalaning bazis rejasi xos reja bo'lsa,

$$\theta = \frac{x_k}{x_{lk}} = 0$$

bo'lishi mumkin. U holda bir bazis rejadan ikkinchisiga o'tganda, chiziqli funktsiyaning qiymati o'zgarmaydi. Ba'zan bunday masalalarni yechish jarayonida tsikllanish holati, ya'ni ma'lum sondagi iteratsiyadan so'ng oldingi iteratsiyalardan birortasiga qaytish holati ro'y berishi mumkin. Tsikllanish holati ro'y bergan masalalarda optimal reja hech qachon topilmaydi. Tsikllanish odatda, bazis rejadagi birdan ortiq $x_i=0$ bo'lgan holatlarda ro'y berishi mumkin. Birdan ortiq vektorlar uchun $\theta=0$ bo'lganda bazisdan chiqariladigan vektorni to'g'ri aniqlash tsikllanish holatini oldini olishda katta ahamiyatga egadir. Bundan ko'rinadiki, xos masalalarni yechishga moslashtirilgan usullar masalaning optimal yechimini topishga ishonch bildirib bazisdan chiqariladigan vektorni tanlashning yagona yo'lini ko'rsatishi kerak.

Xos chiziqli dasturlash masalasining geometrik tasvirini 2.1 shakldan ko'rish mumkin. Bunda P_0 vektor P_1, P_2, P_3 vektorlardan tuzilgan qavariq konusning sirtida yotibdi. Shuning uchun P_0 vektor P_1, P_2, P_3 vektorlarning qavariq kombinatsiyasi sifatida ifodalab bo'lmaydi, lekin uni P_1 va P_2 vektorlarning qavariq kombinatsiyasi orqali ifodalash mumkin.

P_0 ni P_1, P_2, P_3 vektorlarning qavariq kombinatsiyasi orqali ifodalash uchun $x_1P_1 + x_2P_2 + x_3P_3$ yoyilmadagi P_3 vektorning koeffitsienti $x_3=0$ bo'lishi kerak.



2.1- shakl.

Agar P_3 vektorni siljitib P_1, P_2, P_3 vektorlardan tashkil topgan qavariq konusning ichiga kiritsak, u holda uni P_1, P_2, P_3 vektorlarning qavariq kombinatsiyasi orqali ifodalash mumkin bo'ladi. P_3 vektorni qavariq konusning ichiga siljitish uchun ixtiyoriy kichik $\varepsilon > 0$ son olib, P_1, P_2, P_3 vektorlarning

$$\varepsilon P_1 + \varepsilon^2 P_2 + \varepsilon^3 P_3$$

kombinatsiyasini tuzamiz va uni masalaning

$$x_1P_1 + x_2P_2 + x_3P_3 = P_0$$

cheklamalarining o'ng tomoniga qo'shib yozamiz:

$$x_1P_1 + x_2P_2 + x_3P_3 = P_0 + \varepsilon P_1 + \varepsilon^2 P_2 + \varepsilon^3 P_3 = P_0(\varepsilon) \quad (2.39)$$

Hosil bo'lgan $P_0(\varepsilon)$ vektor P_1, P_2, P_3 vektorlardan tashkil togan qavariq konusning ichida yotadi (2.1- shakl). Demak, P_0 ni P_1, P_2, P_3 vektorlarning qavariq kombinatsiyasi orqali ifodalash mumkin.

Xuddi shuningdek, umumiy holda berilgan masalaning

$$x_1P_1 + x_2P_2 + \dots + x_mP_m + \dots + x_nP_n = P_0 \quad (2.40)$$

cheklamalarini quyidagicha yozish mumkin:

$$x_1P_1 + x_2P_2 + \dots + x_mP_m + \dots + x_nP_n = P_0 + \varepsilon P_1 + \varepsilon^2 P_2 + \dots + \varepsilon^m P_m + \dots + \varepsilon^n P_n = P_0(\varepsilon) \quad (2.41)$$

Faraz qilaylik, $P_1, P_2, \dots, P_m$ bazis vektorlar bo'lib, ular B matritsani tashkil qilsin. U holda

$$\overline{X} = B^{-1}P_0 \geq 0 \quad (2.42)$$

berilgan masalaning yechimi va

$$\overline{X}(\varepsilon) = B^{-1}P_0(\varepsilon) \geq 0 \quad (2.43)$$

o'zgartirilgan (2.41) chegaralovchi shartli masalaning yechimi bo'ladi.

$$\overline{X_j} = B^{-1} P_j \quad (2.44)$$

tenglik o'rinli bo'lgani uchun (2.43) ni ushbu ko'rinishda ifodalash mumkin.

$$\begin{aligned} \overline{X}(\varepsilon) &= B^{-1} P_0 + \varepsilon B^{-1} P_1 + \varepsilon^2 B^{-1} P_2 + \dots + \varepsilon^m B^{-1} P_m + \dots + \varepsilon^n B^{-1} P_n = \\ &= \overline{X} + \varepsilon X_1 + \varepsilon^2 X_2 + \dots + \varepsilon^m X_m + \dots + \varepsilon^n X_n. \end{aligned} \quad (2.45)$$

Demak, $\overline{b_i}(\varepsilon)$ quyidagicha aniqlanadi:

$$\overline{b_i}(\varepsilon) = \overline{b_i} + \sum_{j=1}^n \varepsilon^j a_{ij} \quad (2.46)$$

$$\overline{b_i}(\varepsilon) = \overline{b_i} + \varepsilon^i + \sum_{j=m+1}^n \varepsilon^j a_{ij} \quad (2.46)$$

ε ni shunday kichik son deb qabul qilish mumkinki, $\overline{b_i}(\varepsilon) > 0$

tengsizlik barcha $i=1, 2, \dots, m$ lar uchun o'rinli bo'ladi. Bazisdan chiqariladigan P_l vektorni aniqlash uchun

$$\theta_0 = \frac{b_l(\varepsilon)}{a_{lk}} = \min_i \frac{\overline{b_i}(\varepsilon)}{a_{ik}} = \frac{b_l + \varepsilon^l + \sum_{j=m+1}^n \varepsilon^j a_{lj}}{a_{lk}} > 0 \quad (2.48)$$

qiymatni barcha $a_{lk} > 0$ lar uchun hisoblaymiz. (2.47) ga asosan $\frac{b_l(\varepsilon)}{a_{lk}}$

nisbat $i=l$ da minimumga erishadi, chunki $b_l(\varepsilon)$ ε^l ni o'z ichiga oluvchi birdan-bir o'zgaruvchidir. (2.45) va (2.48) ga asosan θ_0 (2.46) dagi ε^j oldidagi koeffitsientdan foydalanib aniqlanadi.

Simpleks jadval bo'yicha ishlash jarayonini quyidagicha tartiblash mumkin.

Agar

$$\theta_0 = \min_i \frac{\overline{b_i}}{a_{ik}}, \quad (a_{ik} > 0)$$

qiymat, bitta $i=l$ indeks uchun o'rinli bo'lsa, u holda P_l bazisdan chiqariladi. Agar θ minimum qiymatga bir nechta i indekslarda erishsa, u holda hamma i indekslar uchun $j=l$ da a_{ij}/a_{lk} nisbat hisoblanadi. Bu nisbatlarning minimumiga mos keluvchi vektorni bazisdan chiqariladi. Agar θ minimum qiymatga bir nechta i indekslarda erishsa, u holda xuddi shunday nisbatni $j=l$ ustun uchun hisoblanadi va bu nisbatning minimum qiymatiga mos keluvchi vektor bazisdan chiqariladi.

Masalan, agar $P_1, P_2, \dots, P_m$ bazis vektorlar uchun

$$\theta_0 = \frac{b_1}{a_{1k}} = \frac{b_2}{a_{2k}},$$

bo'lsa, u holda $\frac{a_{11}}{a_{1k}}; \frac{a_{21}}{a_{2k}}$ nisbatlar hisoblanib, ular o'zaro solishtiriladi.

Bunda

$$\min_j \left(\frac{a_{i1}}{a_{ik}} \right) = \frac{a_{21}}{a_{2k}}, \quad (i = 1, 2)$$

bo'lsa, P_2 vektor bazisdan chiqariladi. Agar

$$\min_i \left(\frac{a_{i1}}{a_{ik}} \right) = \frac{a_{11}}{a_{1k}}, \quad (i = 1, 2)$$

bo'lsa, bazisdan P_1 vektor chiqariladi. Agar

$$\frac{a_{11}}{a_{1k}} = \frac{a_{21}}{a_{2k}}$$

tenglik o'rinli bo'lsa, $\frac{a_{12}}{a_{1k}}$ va $\frac{a_{22}}{a_{2k}}$ nisbatlar hisoblanib, ular o'zaro solishtiriladi.

Yuqoridagidek nisbatlarni solishtirish tengsizlik hosil bo'lguncha davom ettiriladi. (2.47) ga asosan albatta birorta j uchun tengsizlik hosil qilishi kerak.

Bazisga kiritiladigan P_k tanlangandan so'ng, simpleks jadval ma'lum yo'l bilan almashtiriladi. Natijada topilgan yangi $\bar{X}(\varepsilon)$ bazis reja etarli darajada kichik ε uchun xosmas reja bo'ladi.

Amalda xos chiziqli dasturlash masalasi juda kam uchraydi. Quyida biz keltiradigan masala Amerika matematigi Bil tomonidan tuzilgan.

$$\begin{cases} \frac{1}{4}x_1 - 60x_2 - \frac{1}{25}x_3 + 9x_4 + x_5 = 0, \\ \frac{1}{2}x_1 - 90x_2 - \frac{1}{50}x_3 + 3x_4 + \quad + x_6 = 0, \\ \quad \quad \quad x_3 + \quad \quad \quad + x_7 = 1, \\ x_j \geq 0, \quad (j = \overline{1,7}) \\ Y = -\frac{3}{4}x_1 + 150x_2 - \frac{1}{50}x_3 + 6x_4 \rightarrow \min. \end{cases} \quad (I)$$

Bu masala xos masala bo'lib, uni yuqorida keltirilgan «to'g'rilash» usulini qo'llamay echganda tsikllanish holati ro'y beradi. Simpleks usulning 7- iteratsiyasidan so'ng 2- iteratsiyaga qaytish holati ro'y beradi. Agar yuqorida ko'rgan «to'g'rilash» usulini qo'llamasak, bu tsikllanish holati cheksiz ravishda takrorlanishi mumkin, demak masalaning optimal echimini topish imkoniyati bo'lmaydi.

Endi masalaga «to'g'rilash» usulini qo'llab yechamiz. Eng avval berilgan masalani quyidagi ko'rinishda yozib olamiz:

$$\begin{cases} \frac{1}{4}x_1 - 60x_2 - \frac{1}{25}x_3 + 9x_4 + x_5 = 0 + \frac{1}{4}\varepsilon - 60\varepsilon^2, \\ \frac{1}{2}x_1 - 90x_2 - \frac{1}{50}x_3 + 3x_4 + \quad + x_6 = 0 + \frac{1}{2}\varepsilon - 90\varepsilon^2, \\ \quad \quad \quad x_3 + \quad \quad \quad + x_7 = 1, \\ x_j \geq 0, \quad (j = \overline{1,7}) \\ Y = -\frac{3}{4}x_1 + 150x_2 - \frac{1}{50}x_3 + 6x_4 \rightarrow \min. \end{cases} \quad (II)$$

Bu erda ε kichik musbat son bo'lib, uni shunday tanlash mumkinki, natijada tenglamalarning o'ng tomoniga ε ning faqat birinchi va ikkinchi darajasini qo'shish etarli

bo'lsin. (II) masalani simpleks jadvalga joylashtirib yechamiz:

I.

Baz. vek.	C_{baz}	P_0	-3/4	150	-1/50	6	0	0	0
			P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7
P_5	0	$0+(1/4)\epsilon-60\epsilon^2$	1/4	-60	-1/25	9	1	0	0
P_6	0	$0+(1/2)\epsilon-90\epsilon^2$	1/2	-90	-1/50	3	0	1	0
P_7	0	1	0	0	1	0	0	0	1
		0	3/4	-150	1/50	-6	0	0	0

II.

P_1	-3/4	$\epsilon-240\epsilon^2$	1	-240	-4/25	36	4	0	0
P_6	0	$30\epsilon^2$	0	30	3/50	-15	-2	1	0
P_7	0	1	0	0	1	0	0	0	1
		0	0	30	7/50	-33	-3	0	0

III.

P_1	-3/4	ϵ	1	40	8/25	-84	-12	8	0
P_2	150	ϵ^2	0	1	1/500	-1/2	-1/15	1/30	0
P_7	0	1	0	0	1	0	0	0	1
		0	0	0	2/25	-18	-1	-1	0

IV.

P ₁	-3/4	160ε ² +ε	1	-160	0	-4	-4/3	8/3	0
P ₃	-1/50	500ε ²	0	500	1	-250	-100/3	50/3	0
P ₇	0	1	0	-500	0	250	100/3	-50/3	1
		0	0	-40	0	2	-1	-7/3	0

V.

P ₁	-3/4	160ε ² +ε+2/125	1	-168	0	0	-4/5	12/5	2/125
P ₂	-1/50	500ε ² +1	0	0	1	0	0	0	1
P ₄	6	1/250	0	-2	0	1	2/15	-1/15	-1/250
		-1/125-130ε ² -3/4ε	0	-39	0	0	7/5	-11/5	-1/125

VI.

P ₁	-3/4	160ε ² +ε+1/25	1	-180	0	6	0	2	1/25
P ₃	-1/50	500ε ² +1	0	0	1	0	0	0	1
P ₅	0	3/100	0	-15	0	15/2	1	-1/2	-3/100
		-130ε ² -3/4ε-1/20	0	-15	0	-21/2	0	-3/2	-1/20

2-ma'ruza. Chiziqli programmalashda ikkilanmalik nazariyasi.

1. Chiziqli programmalashtirishda ikkilanma masalalar.
2. Ikkilanmalik nazariyasining asosiy natijalari.
3. Mavjudlik teoremasi.

Har qanday chiziqli programmalash masalasiga unga nisbatan qo'shma masala deb ataluvchi boshqa masalani mos qo'yish mumkin. Berilgan masaladagi maqsad funksiya va noma'lumlarga qo'yilgan cheklamalar orqali qo'shma masalaning maqsad funksiyasini va cheklamalarini to'la aniqlash mumkin.

Berilgan masala va unga qo'shma masalalar birgalikda o'zaro qo'shma masalalar deb ataladi. Agar qo'shma masalalardan birortasi yechimga ega bo'lsa, ularning ikkinchisi ham optimal yechimga ega bo'ladi.

O'zaro qo'shma masalalarni ko'z oldiga keltirish va ularni iqtisodiy ma'nolarini tahlil qilish uchun quyidagi ishlab chiqarishni rejalashtirish masalasini ko'ramiz.

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2, \\ \dots, \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m, \end{cases} \quad (1)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0, \quad (2)$$

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \max. \quad (3)$$

Masalaning (1) sharti mahsulot ishlab chiqarish uchun sarf qilinadigan m xil xom ashyoning har biri chegaralangan ekanligini va ularni me'yorida sarf qilish kerakligini ko'rsatadi. Bu yerda: x_j ($j=1, \dots, n$) ishlab chiqariladigan j -mahsulot miqdori, b_i ($i=1, \dots, m$) i -xom ashyoning zahirasi, a_{ij} koeffitsientlar j -mahsulot birligini ishlab chiqarish uchun sarf qilinadigan i -xom ashyo miqdori (normasi)ni ko'rsatadi. (3) shart maqsad funksiya bo'lib, u ishlab chiqarilgan mahsulotlarning pul qiymati maksimum bo'lishi kerakligini ko'rsatadi. Bu yerda

c_j – mahsulot birligining bahosidir. Masalani matrisa formada quyidagicha yozish mumkin:

$$AX \leq B, \quad (4)$$

$$X \geq 0, \quad (5)$$

$$Z = CX \rightarrow \max. \quad (6)$$

Faraz qilaylik, korxona ma'lum bir sabablarga ko'ra mahsulot ishlab chiqarishni to'htatgan bo'lsin. Shu sababli korxona xom ashyo va boshqa ishlab chiqarish vositalarini sotmoqchi bo'ladi. Korxona bu xom ashyolarni sotishdan olgan tushumi mahsulot ishlab chiqarib uni sotishdan olgan tushumidan kam bo'lmasligiga harakat qiladi. Ikkinchi tomondan xom ashyo sotib oluvchi korxona esa ularni kam harajat sarf qilib sotib olishga harakat qiladi. Qo'shma masala xom ashyolarni sotuvchi va ularni sotib oluvchi korxonalar maqsadini amalga oshirish kerak. Buning uchun xom ashyolar narxi Y_i ($i=1, \dots, m$) qanday bo'lganda sotuvchi korxona zarar ko'rmaydi, hamda sotib oluvchi korxonaning sarf qilgan harajatlari minimal bo'ladi.

Matematik nuqtai nazardan qo'shma masalani quyidagicha yozish mumkin:

$$\begin{cases} a_{11}y_1 + a_{21}y_2 + \dots + a_{m1}y_m \geq c_1, \\ a_{12}y_1 + a_{22}y_2 + \dots + a_{m2}y_m \geq c_2, \\ \dots, \\ a_{1n}y_1 + a_{2n}y_2 + \dots + a_{mn}y_m \geq c_n, \end{cases} \quad (7)$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, \dots, y_m \geq 0, \quad (8)$$

$$F = b_1y_1 + b_2y_2 + \dots + b_my_m \rightarrow \min. \quad (9)$$

Qo'shma masaladagi (7) cheklamalar har bir mahsulotning birligini ishlab chiqish uchun sarf qilinadigan barcha xom ashyolarning pul qiymati mahsulot bahosidan kam bo'lmaslik shartini ko'rsatadi. (9) shart esa maqsad funksiya bo'lib, u barcha xom ashyolarning bahosi minimal bo'lishi kerakligini ko'rsatadi.

Qo'shma masala matrisa formada quyidagicha yoziladi:

$$YA \geq C, \quad (10)$$

$$Y \geq 0, \quad (11)$$

$$F = YB \rightarrow \min. \quad (12)$$

(1)-(3), [(4)-(6)] va (7)-(9) [(10)-(12)] masalalar «o'zaro simmetrik bo'lgan qo'shma masalalar» deyiladi. Bu masalalarda chegaraviy shartlar tengsizliklardan iborat bo'ladi, hamda noma'lumlarning manfiy bo'lmasligi talab qilinadi. Simmetrik bo'lmagan qo'shma masalalar quyidagi ko'rinishda bo'lishi mumkin.

Berilgan masala:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad & AX = B, \\ & X \geq 0, \\ & Z = CX \rightarrow \max. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{II.} \quad & AX = B, \\ & X \geq 0, \\ & Z = CX \rightarrow \min. \end{aligned}$$

Qo'shma masala:

$$\begin{aligned} & YA \geq C, \\ & F = YB \rightarrow \min. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & YA \leq C, \\ & F = YB \rightarrow \max. \end{aligned}$$

Bu masalalardan ko'rinadiki, agar berilgan masaladagi cheklamalar tenglama ko'rinishda bo'lsa, qo'shma masaladagi chegaraviy shartlar tengsizlik ko'rinishida bo'lib, uning « $\leq$ » yoki « $\geq$ » ko'rinishda bo'lishi berilgan masalaning maqsad funksiyasining $Y \rightarrow \min$ yoki $Z \rightarrow \max$ ko'rinishda bo'lishiga bog'liq. Qo'shma masalaning maqsad funksiyasi berilgan masala maqsad funksiyasiga teskari bo'ladi, ya'ni agar berilgan masala maqsad funksiyasi $Y \rightarrow \max$ bo'lsa, qo'shma masalada u $F \rightarrow \min$ bo'ladi va aksincha agar berilgan masalada maqsad funksiya $Z \rightarrow \min$ ko'rinishida bo'lsa, u holda qo'shma masalada $F \rightarrow \max$ ko'rinishda bo'ladi.

Yuqoridagilardan xulosa qilib, o'zaro qo'shma masalalarning matematik modellarni quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin.

Simmetirik bo'lmagan qo'shma masalalar.

Berilgan masala:

$$\begin{aligned} I. \quad & AX = B, \\ & X \geq 0, \\ & Z = C'X \rightarrow \min. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} II. \quad & AX = B, \\ & X \geq 0, \\ & Z = C'X \rightarrow \max. \end{aligned}$$

Qo'shma masala:

$$\begin{aligned} & YA \leq C, \\ & F = YB \rightarrow \max. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & YA \geq C, \\ & F = YB \rightarrow \min. \end{aligned}$$

Simmetrik qo'shma masalalar.

Berilgan masala:

$$\begin{aligned} I. \quad & AX \geq B, \\ & X \geq 0, \\ & Z = C'X \rightarrow \min. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} II. \quad & AX \leq B, \\ & X \geq 0, \\ & Y_i = C'X \rightarrow \max. \end{aligned}$$

Qo'shma masala:

$$\begin{aligned} & YA \leq C, \\ & Y \geq 0, \\ & F = YB \rightarrow \max. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & YA \geq C, \\ & Y \geq 0, \\ & F = YB \rightarrow \min. \end{aligned}$$

Qo'shma masalalar orasida yana quyidagi bog'lanishlar mavjud.

1. Berilgan masaladagi texnologik koeffisientlardan tashkil topgan matrisa

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{2n} \\ \dots & & \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{mn} \end{pmatrix}$$

ko'rinishda bo'lsa, qo'shma masaladagi bu matrisa

$$A' = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{2n} \\ \dots & & \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{mn} \end{pmatrix}$$

ko'rinishda, ya'ni A matrisaga transponirlangan matrisa bo'ladi.

2. Qo'shma masaladagi noma'lumlar soni berilgan masaladagi cheklamalar soniga teng. Qo'shma masaladagi cheklamalar soni berilgan masaladagi noma'lumlar soniga teng bo'ladi.

3. Qo'shma masala maqsad funksiyasidagi koeffisientlar berilgan masaladagi ozod hadlardan iborat bo'ladi. Qo'shma masaladagi ozod hadlar esa berilgan masala maqsad funksiyasi koeffisientlaridan iborat bo'ladi.

4. Agar berilgan masaladagi x_j noma'lum musbat bo'lsa ($x_j \geq 0$), u holda ikkilangan masaladagi j -cheklama « $\geq$ » ko'rinishdagi tengsizlikdan iborat bo'ladi. Agar x_j noma'lum musbat ham manfiy ham qiymatlarini qabul qilishi mumkin bo'lsa, u holda qo'shma masaladagi j -cheklama tenglamadan iborat bo'ladi.

5. Agar berilgan masaladagi i -cheklama tengsizlikdan iborat bo'lsa, qo'shma masaladagi y_i noma'lum musbat bo'ladi, ya'ni $y_i \geq 0$.

Agar berilgan (1)-(3) masaladagi i -cheklama tenglikdan iborat bo'lsa, u holda y_i musbat ham, manfiy ham bo'lishi mumkin.

1-misol. Berilgan masalaga qo'shma masalani tuzing.

Berilgan masala:

$$-x_1 + 3x_2 - 5x_3 \leq 12,$$

$$2x_1 - x_2 + 4x_3 \leq 24,$$

$$3x_1 + x_2 + x_3 \leq 18,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0,$$

$$Z = 2x_1 - x_2 + 3x_3 \rightarrow \max.$$

Yechish. Masaladagi barcha cheklamalar « $\leq$ » ko'rinishdagi tengsizliklardan iborat. Demak, berilgan masalaga simmetirik bo'lgan qo'shma masala 4- ko'rinishda tuziladi. Natijada quyidagi simmetirik qo'shma masalani hosil qilamiz:

$$-y_1 - 2y_2 + 3y_3 \geq 2,$$

$$3y_1 - y_2 + y_3 \geq 1,$$

$$5y_1 - 4y_2 + y_3 \geq 3,$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0,$$

$$F = 12y_1 - 24y_2 - 18y_3 \rightarrow \min.$$

2-misol. Berilgan masalaga qo'shma masala tuzing.

Berilgan masala:

$$x_1 - x_2 + 4x_3 \leq 12,$$

$$x_1 + 3x_2 - 2x_3 - x_4 = 13,$$

$$x_1 - 5x_2 - 6x_3 \leq 11,$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0,$$

$$Z = 4x_1 + x_2 + 4x_3 \rightarrow \max.$$

Yechish. Berilgan masaladagi ikkinchi cheklama tenglamadan iborat, birinchi va uchinchi cheklamalar esa tengsizliklardan iborat. Shuning uchun qo'shma masalani tuzishda yuqoridagi 5- punktda keltirilgan qoidaga rioya qilamiz va quyidagi masalaga ega bo'lamiz:

$$y_1 - y_2 + y_3 \geq 4,$$

$$-y_1 + 3y_2 + 5y_3 \geq 1,$$

$$4y_1 - 2y_2 - 6y_3 \geq 4,$$

$$y_1 \geq 0, y_2 \leq 0, y_3 \geq 0,$$

$$F = 12y_1 + 13y_2 + 11y_3 \rightarrow \min.$$

Qo'shma masalalar yechimlari orasida mavjud bo'lgan bog'lanishni ikkilanish nazariyasining asosiy tengsizligi va birinchi teoremasi orqali aniqlash mumkin.

Ikkilanish nazariyasida berilgan masalaning ixtiyoriy X joiz rejasi, hamda qo'shma masalaning ixtiyoriy Y joiz rejasi uchun

$$Z(X) \leq F(Y)$$

ya'ni

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \leq \sum_{i=1}^m b_i y_i$$

tengsizlik o'rinli bo'ladi. Bunday tengsizlik ikkilanish nazariyasining asosiy tengsizligi deb ataladi. Agar X^* va Y^* joiz rejalar uchun

$$Z(X^*) - F(Y^*)$$

tenglik o'rinli bo'lsa, u holda bu joiz rejalar mos ravishda berilgan va qo'shma masalaning optimal rejasi bo'ladi. Bu tengsizlik ixtiyoriy joiz ishlab chiqarish rejasi, hamda xom ashyolarning ixtiyoriy joiz baholari uchun ishlab chiqarilgan mahsulot bahosi xom ashyolar bahosidan oshmasligini ko'rsatadi.

1- teorema. Agar qo'shma masalalardan birortasi optimal yechimga ega bo'lsa, u holda ularning ikkinchisi ham yechimga ega bo'ladi, hamda bu masalalardagi maqsad funksiyalarning ekstremal qiymatlari o'zaro teng bo'ladi, ya'ni $Z_{max} = F_{min}$. Agar bu masalalardan birining chiziqli funksiyasi chegaralanmagan bo'lsa, u holda ikkinchi masala ham hech qanday yechimga ega bo'lmaydi.

Teoremani isbotsiz qabul qilamiz.

Xulosa. Agar berilgan masala yechimga ega bo'lsa, u holda qo'shma masalaning yechimi $Y^0 = C^0 B^{-1}$ formula orqali topiladi. Xuddi shuningdek, agar qo'shma masala optimal yechimga ega bo'lsa, u holda berilgan masalaning optimal yechimi $X^0 = b^0 B^{-1}$ formula orqali topiladi. Bu formulalarda C^0 – oxirgi simpleks jadvaldagi bazis vektorlarga mos keluvchi C_{baz} vektordan, b^0 -qo'shma masala optimal yechimga mos keluvchi maqsad funksiya F ning koeffitsientlaridan tashkil topgan vektor; B^{-1} matrisa birinchi simpleks jadvaldagi bazis vektorlardan tashkil topgan B matrisaga teskari matrisa.

Keltirilgan ikkilanish nazariyasining 1- teoremasi iqtisodiy nuqtai nazardan shunday talqin qilinadi: agar tashqaridan belgilangan c_j bahoda sotilgan mahsulotning pul miqdori y_i ichki bahoda o'lgan harajatlar (xom ashyolar) miqdoriga teng bo'lsa, ya'ni

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j = \sum_{i=1}^m b_i y_i$$

tenglik o'rinli bo'lsa, u holda mahsulotning joiz ishlab chiqarish rejasi, hamda xom ashyolarning joiz baholari optimal bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, qo'shma masaladagi noma'lumlar (ularni ikkilangan baholar deb ataymiz) sarf qilingan harajatlar va ishlab chiqarilgan mahsulotlarning pul miqdorlarini o'zaro teng bo'lishini ta'minlovchi vosita bo'lib xizmat qiladi.

3-misol. Berilgan masala va unga ikkilangan masalaning yechimini toping:

$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 - x_3 + 2x_5 = 7, \\ -2x_2 + 4x_3 + x_4 = 12, \\ -4x_2 + 3x_3 + 8x_5 + x_6 = 10, \\ x_j \geq 0, \quad (j=1, 2, \dots, 6) \\ Z = x_2 - 3x_3 + 2x_5 \rightarrow \min. \end{cases}$$

Yechish. Masalaga qo'shma masalani tuzamiz:

$$\begin{cases} 3y_1 - 2y_2 - 4y_3 \leq 1, \\ -y_1 + 4y_2 + 3y_3 \leq -3, \\ 2y_1 + 8y_3 \leq 2, \\ y_1 \leq 0, y_2 \leq 0, y_3 \leq 0, \\ F = 7y_1 - 12y_2 + 10y_3 \rightarrow \max. \end{cases}$$

Berilgan masalani simpleks jadvalga joylashtirib, uni simpleks usul bilan yechamiz:

Bazis vekt.	C_{baz}	P_0	0	1	-3	0	2	0
			P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
P_1	0	7	1	3	-1	0	2	0
P_4	0	12	0	-2	4	1	0	0
P_6	0	10	0	-4	3	0	8	1
Δ_i		0	0	-1	3*	0	-2	0
P_1	0	10	1	5/2	0	1/4	2	0
P_3	-3	3	0	-1/2	1	1/4	0	0
P_6	0	1	0	-5/2	0	-3/4	8	1
Δ_i		-9	0	1/2*	0	-3/4	-2	0
P_2	1	4	2/5	1	0	1/10	4/5	0
P_3	-3	5	1/5	0	1	3/10	2/5	0
P_6	0	11	1	0	0	-1/2	10	1
Δ_i		-11	-1/5	0	0	-4/5	-12/5	0

III bosqichda optimal yechimga ega bo'lamiz:

$$X^0 = (0; 4; 5; 0; 0; 11); \quad C^0 = (1; -3; 0);$$

$$B^{-1} = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 5 & 10 & 0 \\ 1 & 3 & 0 \\ 5 & 10 & 0 \\ 1 & -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix};$$

$$Y^0 = C^0 B^{-1} = (1 \quad -3 \quad 0) \begin{pmatrix} 2 & 1 & 0 \\ 5 & 10 & 0 \\ 1 & 3 & 0 \\ 5 & 10 & 0 \\ 1 & -\frac{1}{2} & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 & -4 & 0 \end{pmatrix}.$$

Jadvaldan ko'rinadiki, qo'shma masalaning yechimini hisoblab o'tirmaslik ham mumkin. Oxirgi simpleks jadvalda B^{-1} matrisa kiruvchi (P_1, P_4, P_6) vektorlarga mos keluvchi $m+1$ qator elementlari Y^0 vektorning (qo'shma masala yechimining) elementlarini beradi. $m+1$ qatorning P_0 vektorga mos kelgan element esa optimal yechimga mos keluvchi Z_{min} va F_{max} funksiyalarning

$$Z(X^0) = Z_{min} = F(Y^0) = F_{max} = -11.$$

qiymatini beradi. Shunday qilib, aytish mumkinki, optimal yechimda qo'shma masalalar maqsad funksiyalarining optimal qiymatlari o'zaro teng bo'ladi.

Ayrim chiziqli programmalash masalalarini ikkilangan simpleks usul deb ataluvchi usuldan foydalanib yechgan ma'qul bo'ladi.

Ikkilangan simpleks usul oddiy simpleks usulga nisbatan ba'zi qulayliklarga ega:

1. Ikkilangan simpleks usul bo'yicha yechilayotgan masala shartlaridagi ozod hadlar musbat bo'lmasligi ham mumkin;
2. Ikkilangan simpleks usul bilan bir vaqtning o'zida ham berilgan, hamda unga qo'shma masalaning yechimi topiladi yoki ikkala masalaning ham yechimi mavjud emasligi aniqlanadi;
3. Cheklamalari « $\geq$ » belgi bilan bog'langan yoki uning ba'zi ozod hadlari manfiy bo'lgan masalalarni ikkilangan simpleks usul bilan yechganda bajariladigan hisoblash ishlari kamayadi;

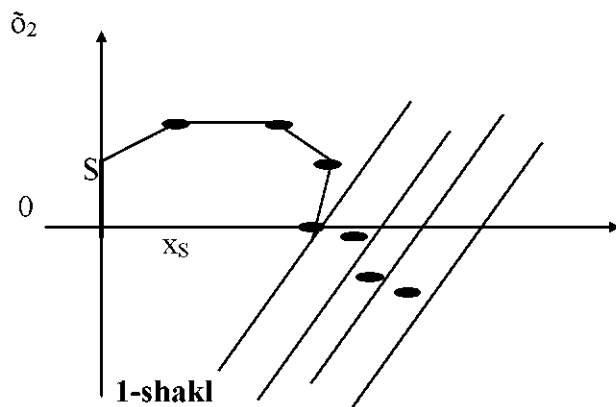
4. Ikkilangan simpleks usul yordamida ishlab chiqarishning ba'zi zarur tavsiflarini aniqlash mumkin. Masalan, bir vaqtning o'zida ham ishlab chiqarish rejasini, ham ishlab chiqarishga sarf qilinadigan hamma resurslar bahosini hisoblash mumkin.

Oddiy simpleks usul singari ikkilangan simpleks usulining har bir qadamida n - o'lchovli X vektor boshqasiga almashib boradi va chekli sondagi qadamlardan so'ng masalaning optimal yechimi topiladi yoki uning yechimi mavjud emasligi aniqlanadi.

Faqat shunga e'tibor berish kerakki, simpleks usuldan farqli ravishda, ikkilangan simpleks usul bilan har qadamda topilgan X reja joiz reja bo'lmasligi ham mumkin. Chunki ikkilangan simpleks usul bilan topilgan bunday reja masalaning hamma shartlarini qanoatlantirgani bilan musbat bo'lishlik shartini qanoatlantirmasligi mumkin. Bunday reja chala joiz reja deb ataladi.

Ikkilangan simpleks usul bo'yicha chala joiz rejalarini almashtirish jarayoni joiz reja topilguncha takrorlanadi. Topilgan joiz reja esa optimal reja, ya'ni masalaning optimal yechimi bo'ladi.

Geometrik nuqtai nazardan chala joiz rejalaridan tuzilgan $X_1, X_2, \dots, X_{S-1}$ ketma-ketlikdagi har bir X_i vektorni i masalaning S joiz rejalar to'plamidan tashqarida joylashgan R^n fazoning nuqtalari deb qarash mumkin (1- shakl). Chekli sondagi qadamdan so'ng masalaning optimal yechimi mavjud emasligi aniqlanadi yoki joiz rejalar to'plamiga tegishli bo'lgan shunday X_S nuqta topiladiki, u berilgan masalaning joiz rejasi va demak, optimal yechimi bo'ladi.



Faraz qilaylik, kanon ik formadagi chiziqli programmalash masalasi berilgan bo'lsin :

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2, \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m, \end{cases} \quad (1)$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0, \quad (2)$$

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \min \quad (3)$$

Bu masaladagi b_i ozod hadlarning ba'zilar yoki hammasi manfiy ishorali bo'lsin.

Bunday masalalarni ikkilangan simpleks usul bilan yechish uchun eng avvalo masalaga qo'shma

$$YA \leq C, \quad (4)$$

$$Y \cdot B \rightarrow \max. \quad (5)$$

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n - x_{n+1} = b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n - x_{n+2} = b_2, \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n - x_{n+m} = b_m, \end{cases} \quad (12)$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \dots, x_n \geq 0, x_{n+1} \geq 0, \dots, x_{n+m} \geq 0, \quad (13)$$

$$Z=c_1x_1+c_2x_2+\dots+c_nx_n\rightarrow\min. \quad (14)$$

Oddiy simpleks usuli bilan (12)-(14) masalani yechganda m ta sur'iy o'zgaruvchilar kiritib simpleks jadvalni to'ldirish va masalani sun'iy bazis usuli bilan yechish mumkin. Lekin bu usul ancha qiyinchiliklar bilan bog'liq bo'lganligi sababli, bunday masalalarni yechishda ikkilangan simpleks usulni qo'llash ma'qul deb topilgan. Yuqorida aytilganidek, ikkilangan simpleks usulini sistemadagi ozod hadlar ichida manfiylari mavjud bo'lganda qo'llash mumkin. Buni nazarda tutib (12) sistemadagi barcha tenglamalarni (-1) ga ko'paytirib, ulardagi qo'shimcha o'zgaruvchilarni musbat koeffisientlilikka aylantiramiz, ya'ni quyidagi sistemani hosil qilamiz:

[illegible]

$B.o'$	$C.b.$	R_0	c_1	c_2	$--$	c_n	0	$--$	0	$--$	0
			P_1	P_2	$--$	P_n	P_{n+1}	$--$	P_j	$--$	P_n
P_{n+1}	0	$-b_1$	$-a_{11}$	$-a_{12}$	$-a_{1k}$	$-a_{1n}$	1		0	$--$	0
P_{n+2}	0	$-b$	$-a_{21}$	$-a_{22}$	$-a_{2k}$	$-a_{2n}$	0		1	$--$	0
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
P_{n+1}	0	$-b_c$	$-a_{11}$	$-a_{12}$	$-a_{1k}$	$-a_{1n}$					
$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
P_{n-m}	0	$-b_m$	$-a_{m1}$	$-a_{m2}$	$-a_{mk}$	$-a_{mn}$	0		0	$--$	1
		Y_0	Δ_1	Δ_2	$--$	Δ_n	0		0	$--$	0

topish uchun $\min_{a_{ij} \geq 0} \left(\frac{b_i}{a_{ik}} \right) = \frac{b_i}{a_{ik}}$ shartni qanoatlantiruvchi P_i vektor tanlanadi. a_{ik} elemen

301

Buning uchun $\min_{b_i \geq 0} b_i = b_l$ shartni qanoatlantiruvchi P_l vektor tanlanadi. So'ngra bazisga

kirittiladigan vektor tanlanadi. Buning uchun $\min_{a_{lj} > 0} \left(\frac{\Delta_j}{a_{lj}} \right) = \frac{\Delta_k}{a_{lk}}$ shartni qanoatlantiruvchi P_k

vektor tanlanadi. a_{lk} elemen hal qiluvchi elemen bo'lib, u joylashgan l qatordagi P_{n+l} vektor o'rniga k ustunga mos keluvchi P_l vektor kiritiladi. Simpleks jadval (8) formulalar asosida almashtiriladi. Bu jarayon barcha $\Delta_j \leq 0$, hamda $b_i \geq 0$ shartlar bajarilguncha takrorlanadi. Bu shartlar bajarilganda optimal yechim topilgan bo'ladi. Agar simpleks jadvaldagi biror $b_i < 0$ bo'lib, bu qatorda birorta ham manfiy element bo'lmasa, berilgan masala musbat yechimga ega bo'lmaydi.

1-misol. Quyidagi berilgan masalani ikkilangan simpleks usul bilan yeching.

$$\begin{cases} 2x_1 + x_2 - x_3 + 5x_4 \geq 5, \\ 3x_1 - 2x_2 + x_3 + 4x_4 \geq 4, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, \end{cases} \quad (I)$$

$$Z = 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 6x_4 \rightarrow \min.$$

Yechish. Berilgan masalaga x_5 va x_6 qo'shimcha o'zgaruvchilar kiritamiz va ayrim teng kuchli almashtirishlar bajarib uni quyidagi kanonik ko'rinishga keltiramiz:

$$\begin{cases} -2x_1 - x_2 + x_3 - 5x_4 + x_5 = -5, \\ -3x_1 + 2x_2 - x_3 - 4x_4 + x_6 = -4, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0, x_4 \geq 0, x_5 \geq 0, x_6 \geq 0, \end{cases} \quad (P)$$

$$Z = 3x_1 + 4x_2 + 5x_3 + 6x_4 \rightarrow \min.$$

Bu masalaga ikkilangan masalani tuzamiz:

$$\begin{cases} -2y_1 - 3y_2 \leq 3, \\ -y_1 + 2y_2 \leq 4, \\ y_1 - y_2 \leq 5, \\ -5y_1 - 4y_2 \leq 6, \\ y_1 \leq 0, y_2 \leq 0, \end{cases} \quad (III)$$

$$F = -5y_1 - 4y_2 \rightarrow \max.$$

(II) masalani simpleks jadvalga joylashtirib, uni ikkilangan simpleks usul bilan yechamiz.

Bazis vektorlar	C_{bazis}	P_0	3	4	5	6	0	0
			P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6
P_5	0	-5	-2	-1	1	-5	1	0
P_6	0	-4	-3	2	-1	-4	0	1
		$Y_0 - 0$	$\Delta_1 = -3$	$\Delta_2 = -4$	$\Delta_3 = -5$	$\Delta_4 = -6$	$\Delta_5 = 0$	$\Delta_6 = 0$
P_4	6	1	2/5	1/5	-1/5	1	-1/5	0
P_6	0	0	-7/5	14/5	-9/5	0	4/5	1
		$Y_1 - 6$	$\Delta_1 = -\frac{3}{5}$	$\Delta_2 = -\frac{14}{5}$	$\Delta_3 = -\frac{31}{5}$	$\Delta_4 = 0$	$\Delta_5 = -\frac{6}{5}$	$\Delta_6 = 0$

Simpleks jadvaldan ko'rinadiki, I bosqichda har bir $j=1, \dots, 6$ uchun $\Delta_j = Z_j - C_j \leq 0$.

Demak, $X^0 (0; 0; 0; -5; -4)$ vektor (II) masalaning chala joiz rejasi bo'ladi.

(III) ikkilangan masalaning yechimi esa

$$Y^0 = C^0 \cdot B^{-1} = (0; 0)$$

bo'ladi. Chala joiz reja X^0 ning eng kichik manfiy elementiga mos keluvchi P_5 vektorni bazisdan chiqarib

$$\theta = \min_{a_{ij} < 0} \frac{\Delta_j}{a_{ij}} = \min_{a_{ij} < 0} \frac{Z_j - C_j}{a_{ij}} = \frac{\Delta_4}{a_{14}} = 1,2 > 0$$

shartni qanoatlantiruvchi P_4 vektorni bazisga kiritamiz, $a_{14} = -5$ elementni boshlovchi (hal qiluvchi) element sifatida belgilaymiz. (8) formulalar yordamida simpleks jadvalni almashtiramiz. Yangi simpleks jadvalda barcha j lar uchun

$\Delta_j = Z_j - C_j \leq 0$ bo'ladi. Demak, $X^1 = (0; 0; 0; 1; 0; 8)$ vektor yangi chala joiz reja bo'ladi.

X^1 vektorning barcha koordinatalari musbat bo'lgani uchun u berilgan masalaning bazis rejasi va demak (2- teorema asosan) uning optimal yechimi bo'ladi.

Yangi bazisdagi qo'shma masalaning yechimi

$$Y^1 = C^0 \cdot B^{-1} = (6; 0) \begin{pmatrix} -\frac{1}{5} & 0 \\ \frac{4}{5} & 1 \end{pmatrix} = \left(-\frac{6}{5}; 0\right)$$

vektordan iborat bo'ladi. O'zaro qo'shma masalalar uchun

$$Z_{\min} - Z(X^1) - F(Y^1) - F_{\max} = 6$$

tenglik o'rinli bo'ladi.

Tayanch so'z va iboralar.

Ikkilangan simpleks usul, chala joiz reja, optimallik mezon, optimal yechimini mavjud emaslik sharti.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.

1. Ikkilangan simpleks usulning g'oyasi va geometrik izohi qanday?
2. Ikkilangan simpleks usulda chala joiz reja nima?
3. Ikkilangan simpleks usulda chala joiz rejalar qanday almashtiriladi?
4. Ikkilangan simpleks usulda chala joiz rejaning optimal reja bo'lishlik sharti qanday?
5. Ikkilangan simpleks usulda ChP masalasi optimal yechimining mavjud emaslik sharti qanday?

Mustaqil yechish uchun masalalar.

Berilgan masalalarni ikkilangan simpleks usul bilan yeching.

$$1) \begin{cases} x_1 - x_2 + 2x_3 + x_4 \geq 8, \\ 3x_1 + 4x_3 \geq 5, \\ x_j \geq 0 \quad (j = \overline{1, 4}), \\ Y = 2x_1 - 4x_2 + 5x_3 + x_4 \rightarrow \min. \end{cases}$$

2)

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + x_4 - x_5 = 18, \\ x_1 - 2x_2 + 3x_3 = -8, \\ x_j \geq 0, \quad (j = 1, 5), \\ Z = -x_1 + x_2 + 3x_3 - x_4 \rightarrow \min. \end{cases}$$

3)

$$\begin{cases} -5x_1 + x_2 + 3x_3 + 3x_4 \leq -1, \\ 2x_1 + x_2 - x_3 + 3x_4 \leq 2, \\ x_j \geq 0, \quad (j = 1, 4), \\ Z = -3x_1 + x_2 - 3x_3 - 2x_4 \rightarrow \min. \end{cases}$$

4)

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 7, \\ 2x_1 - x_2 + 3x_3 \geq 10, \\ 4x_1 + 2x_2 + x_3 \geq 15, \\ x_j \geq 0, \quad (j = 1, 3), \\ Z = 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 \rightarrow \max. \end{cases}$$

5)

$$\begin{cases} -4x_1 + 3x_2 + 5x_3 \geq 2, \\ x_1 + 2x_2 - 4x_3 + x_4 \geq 5, \\ x_j \geq 0, \quad (j = \overline{1, 4}), \\ Z = 4x_1 + 24x_2 + 20x_3 + 6x_4 \rightarrow \min. \end{cases}$$

3-Mavzu. Chiziqli programmashtirishning maxsus masalalari

1. Yopiq tipdagi transport masalasi.
2. Dastlabki rejani topish usullari.
3. Potensiallar usuli.

m ta A_i ($i = 1, 2, \dots, m$) ta'minotchilarda yig'ilib qolgan bir jinsli a_i miqdordagi mahsulotni n ta B_j iste'molchilarga mos ravishda b_j ($j = 1, 2, \dots, n$) miqdorda etkazib berish talab qilinadi. Har bir i -ta'minotchidan har bir j -iste'molchiga bir birlik yuk tashishga sarf qilinadigan yo'l harajati ma'lum va u c_{ij} – so'mni tashkil qiladi.

Yuk tashishning shunday rejasini tuzish kerakki, ta'minotchilardagi barcha

yuklar olib chiqib ketilsin, iste'molchilarning barcha talablari qondirilsin va shu bilan birga yo'l harajatlarining umumiy qiymati eng kichik bo'lsin.

Masalaning matematik modelini tuzish uchun i -ta'minotchidan j -iste'molchiga etkazib berish uchun rejalashtirilgan yuk miqdorini x_{ij} orqali belgilaymiz, u holda masalaning shartlarini quyidagi jadval ko'rinishda yozish mumkin:

Ta'minotchilar	Iste'molchilar				Zahiralar miqdori
	B_1	B_2	...	B_n	
A_1	c_{11} x_{11}	c_{12} x_{12}	...	c_{1n} x_{1n}	a_1
A_2	c_{21} x_{21}	c_{22} x_{22}	...	c_{2n} x_{2n}	a_2

...	...	...	...	...	...
A_m	c_{m1}	c_{m2}	...	c_{mn}	a_m
	x_{m1}	x_{m2}		x_{mn}	
Talablar miqdori	b_1	b_2	...	b_n	$\Sigma a_i - \Sigma b_j$

Jadvaldan ko'rinadiki, i -ta' minotchidan j -iste' molchiga rejadagi x_{ij} – birlik yuk etkazib berish uchun sarf qilinadigan yo'l harajati $c_{ij} x_{ij}$ – so'mni tashkil qiladi. Harajatlarning umumiy qiymati esa,

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

ga teng bo'ladi.

Masalaning birinchi shartiga ko'ra, barcha yuklar olib chiqib ketilishi

kerak, demak

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = \overline{1, m})$$

tengliklar bajarilishi kerak.

Ikkinchi shartga ko'ra, ya'ni barcha talablar to'la qondirilishi uchun

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = \overline{1, n})$$

tengliklar o'rinli bo'lishi kerak.

Shunday qilib, masalaning matematik modeli quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, & i = \overline{1, m} \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, & j = \overline{1, n} \end{cases} \quad (2)$$

chiziqli tenglamalar sistemasining

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n} \quad (3)$$

shartlarni qanoatlantiruvchi shunday yechimini topish kerakki, bu yechim

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (4)$$

chiziqli funksiyaga eng kichik qiymat bersin.

Bu modelda mahsulotga bo'lgan talab taklifga teng, ya'ni

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (5)$$

tenglik o'rinli deb faraz qilinadi. Bunday masalalar «yopiq modeli transport masalasi» deyiladi.

Teorema. Talablar hajmi takliflar hajmiga teng bo'lgan istalgan transport masalasining optimal yechimi mavjud bo'ladi.

Ma'lumki, ixtiyoriy chiziqli programmalash masalasining optimal yechimini topish jarayoni boshlang'ich tayanch rejani qurishdan boshlanadi.

Masalaning (1) va (2) cheklamalari birgalikda $m \times n$ ta noma'lumli $m+n$ ta tenglamalarda iborat. Agar (1) sistemaning tenglamalarini hadma-had qo'shsak, va alohida (2) sistemaning tenglamalarini hadma-had qo'shsak, ikkita bir xil tenglama hosil bo'ladi. Bu esa (1) va (2) dan iborat sistemada bitta chiziqli bog'liq tenglama borligini ko'rsatadi. Bu tenglama umumiy sistemadan chiqarib tashlansa, masala $m+n-1$ ta chiziqli bog'liq bo'lmagan tenglamalar sistemasidan iborat bo'lib qoladi. Demak, masalaning aynimagan joiz rejasi $m+n-1$ ta musbat komponentalarni o'z ichiga oladi.

Shunday qilib, transport masalasining joiz rejasi biror usul bilan topilgan bo'lsa, (x_{ij}) – matrisaning $m+n-1$ ta komponentalari musbat bo'lib, qolganlari nolga teng bo'ladi. Agar transport masalasining shartlari va uning joiz rejasi yuqoridagi jadval ko'rinishda berilgan bo'lsa, noldan farqli x_{ij} – lar joylashgan kataklar «band kataklar», qolganlari «bo'sh kataklar» deyiladi.

Agar band kataklarni vertikal yoki gorizontal kesmalar bilan tutashtirilganda yopiq ko'pburchak hosil bo'lsa, bunday xol sikllanish deyiladi va yechim tayanch yechim bo'lmaydi. Demak, birorta yechim bazis yechim bo'lishi uchun band kataklar soni $m+n-1$ ta bo'lib, sikllanish ro'y bermasligi kerak.

Shimoliy-g'arb burchak usuli. Transport masalasi jadval ko'rinishida berilgan bo'lsin. Yo'l harajatlarini hisobga olmay B_i iste'molchining talabini A_i ta'minotchi hisobiga qondirishga kirishamiz. Buning uchun a_i va b_i yuk birliklaridan kichigini (A_i, B_i) katakning chap pastki burchagiga yozamiz. Agar $a_i < b_i$ bo'lsa, B_i ning ehtiyojini to'la qondirish uchun (A_2, B_1) katakka yetishmaydigan yuk birligini A_2 dan olib yozamiz va h.k. Bu jarayonni (A_m, B_n) katakka yetguncha davom ettiramiz. Agar (5) shart o'rinli bo'lsa, bu usulda tuzilgan yechim albatta tayanch yechim bo'ladi.

1-misol. Shimoliy-g'arb burchak usulidan foydalanib, transport masalasining boshlang'ich yechimini toping.

Ta'minotchilar	Iste'molchilar					Zahira hajmi
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	10 100	7	4	1	4	100
A_2	2 100	7 150	10	6	11	250
A_3	8	5 50	3 100	2 50	2	200
A_4	11	8	12	16 50	13 250	300
Talab hajmi	200	200	100	100	250	

Minimal harajatlar usuli. Bu usulda boshlang'ich yechim qurish uchun avval yo'l harajati eng kichik bo'lgan katakka a_i va b_j lardan kichigi yoziladi va keyingi eng kichik harajatli katakka o'tiladi va h.k. Bu usulda tuzilgan boshlang'ich yechimni buzilmaslik va sikllanishga tekshirish shart.

2-misol. Minimal qiymat usuli bilan boshlang'ich yechimini toping.

<i>Ta'minotchilar</i>	<i>Iste'molchilar</i>					<i>Zahira hajmi</i>
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	10	7	4	1 100	4	100
A_2	2 200	7 50	10	6	11	250
A_3	8	5	3	2	2 200	200
A_4	11	8 150	12 100	16	13 50	300
<i>Talab hajmi</i>	200	200	100	100	250	

Optimal yechim qurishning potentsiallar usuli.

Teorema. Agar transport masalasining $X^*=(x^*_{ij})$ yechimi optimal bo'lsa, unga quyidagi shartlarni qanoatlantiruvchi $m+n$ ta sonlar sistemasi mos keladi:

$$X^*_{ij} > 0 \quad \text{lar uchun} \quad U^*_i + V^*_j = C_{ij}$$

$$X^*_{ij} = 0 \text{lar uchun} \quad U^*_i + V^*_j \leq C_{ij}$$

$$i=1,2,\dots,m; \quad j=1,2,\dots,n.$$

U^*_i va V^*_j sonlar mos ravishda «ta'minotchi va iste'molchilarning potentsiallari» deyiladi.

Bu teoreмага ko'ra boshlang'ich tayanch yechim optimal bo'lishi uchun quyidagi ikki shart bajarilishi kerak:

a) har bir band katak uchun mos potentsiallar yig'indisi shu katakdagi yo'l harajati qiymatiga teng bo'lishi kerak:

$$U^*_i + V^*_j = C_{ij} \quad (6)$$

b) har bir bo'sh katak uchun mos potentsiallar yig'indisi shu katakdagi yo'l harajati qiymatidan katta bo'lmashligi kerak:

$$U^*_i + V^*_j \leq C_{ij} \quad (7)$$

Agar kamida bitta bo'sh katak uchun (7) shart bajarilmasa, ko'rilayotgan yechim optimal bo'lmaydi va bu yechimni bazisga (7) shart buzilgan katakdagi noma'lumni kiritish bilan yaxshilash mumkin.

Shunday qilib, navbatdagi tayanch yechimni optimallikka tekshirish uchun, avval, (6) shart yordamida potentsiallar sistemasi quriladi va so'ngra (7) shartning bajarilishi tekshiriladi.

Potentsiallar usulining algoritmi

1. Boshlang'ich tayanch yechimni qurish;
2. (6) shart asosida potensial tenglamalar sistemasini qurish; bunda $m+n-1$ ta band katak uchun $m+n$ ta chiziqli tenglama hosil bo'ladi. Noma'lumlar soni tenglamalar sonidan bittaga ortiq bo'lgani uchun bitta noma'lum erkli bo'lib, unga ixtiyoriy qiymat, masalan nol qiymat berilib qolganlari mos tenglamalardan topiladi;

3. Bo'sh kataklar uchun (7) shart tekshiriladi;

a) bu shart barcha bo'sh kataklar uchun bajarilsa, yechim optimal bo'ladi va yechish jarayoni tugaydi;

b) aks holda yechim optimal bo'lmaydi va keyingi yechimga o'tishga kirishiladi;

4. Keyingi yechimga o'tish uchun bo'sh katakning o'ng past burchagiga

$$\Delta_{ij} = U_i + V_j - C_{ij}$$

qiymatlar yozib chiqiladi va bu qiymatlarning eng kattasiga mos kelgan katakcha, ya'ni quyidagi

$$\max_{\Delta_{ij} > 0} \Delta_{ij} = \Delta_{lk}$$

shartni qanoatlantirgan (A, B_k) katakcha to'ldiriladi (x_{lk} noma'lum bazisga kiritiladi) $x_{lk} = \theta$ deb faraz qilib (A, B_k) katakchaga θ kiritiladi. So'ngra soat strelkasi bo'yicha harakat qilib to'ldirilgan katakchalarga tartib bilan « $-\theta$ » va « $+\theta$ » belgilari qo'yib boriladi. Natijada yopiq K kontur hosil bo'ladi.

$$K \rightarrow K \cup K^+$$

Bu yerda K^- va K^+ - « $-\theta$ » va « $+\theta$ » belgilarni o'z ichiga oluvchi yarim konturlar.

Quyidagi formula orqali θ ning son qiymati topiladi

$$\theta = \min_{x_{ij} \in K} x_{ij} = x_{pq}$$

5. Yangi tayanch yechim hisoblanadi:

$$\left. \begin{aligned} x'_{lk} &= \theta, \\ x'_{pq} &= 0, \\ x'_{ij} &= x_{ij}, \text{ agar } x_{ij} \notin K, \\ x'_{ij} &= x_{ij} + \theta, \text{ agar } x_{ij} \in K^+, \\ x'_{ij} &= x_{ij} - \theta, \text{ agar } x_{ij} \in K^-, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Bu jarayon chekli son marta qaytarilgandan so'ng albatta optimal yechim hosil bo'ladi. Bu algoritmni yuqoridagi misolda batafsil ko'rib chiqamiz.

Oxirgi jadvalni quyidagi ko'rinishda yozib olamiz.

1-jadval

$b_j \backslash a_i$	200	200	100	100	250	U_i
100	10 -16	7 -8	4 -1	1 100	4 0	0

250	² 200	⁷ 50	¹⁰	⁶ θ	¹¹	8
200	⁸ -16	⁵ -8	³ -2	² -3	² 200	-2
300	¹¹ -8	⁸ 150	¹² 100	¹⁶ -6	¹³ 50	9
V_j	-6	-1	3	1	4	$\theta = 50$

Bu jadvaldan ko'rinadiki undagi to'ldirilgan katakchalar soni $n+m-1$ tadan kam, ya'ni $n+m-2$ ta. Shuning uchun (A_1, B_5) katakchaga 0 kiritib uni to'ldirilgan katakchaga aylantiramiz. So'ngra to'ldirilgan katakchalar uchun potensial tenglamalar sistemasini tuzamiz:

$$\begin{aligned} u_1 - v_4 &= 1; & u_4 + v_2 &= 8; \\ u_1 - v_5 &= 4; & u_4 + v_3 &= 12; \\ u_3 - v_5 &= 2; & u_2 + v_2 &= 7; \\ u_4 - v_5 &= 13; & u_2 + v_1 &= 2. \end{aligned}$$

Bu sistemada $u_1 = 0$ deb qabul qilib, qolgan potenciallarni birin ketin topamiz:
 $U = (0; 8; -2; 9); V = (-6; -1; 3; 1; 4).$

Har bir bo'sh katakcha uchun

$$\Delta_{ij} = U_i - V_j - C_{ij}$$

kattalikni hisoblab, uni bo'sh katakchani pastki o'ng burchagiga yozamiz:

$$\max_{\Delta_{ij} > 0} \Delta_{ij} = \Delta_{24} = 3.$$

bo'lganligi sababli (A_2, V_4) katakchaga θ son kiritamiz va (A_1, B_4) , (A_1, B_5) , (A_4, B_5) , (A_4, B_2) , (A_2, B_2) katakchalarni o'z ichiga oluvchi yopiq K kontur tuzamiz.

$$K = K^- \cup K^+$$

Bu yerda

$$\begin{aligned} (A_1, B_4), (A_4, B_5), (A_2, B_2) &\in K^-, \\ (A_1, B_5), (A_4, B_2), (A_2, B_4) &\in K^+, \end{aligned}$$

$$\theta = \min_{x_{ij} \in K} x_{ij} = \min(100, 50, 50) = 50.$$

θ ning son qiymati topilgach bazis yechimni (6) munosabatlar yordamida almashtiramiz va yangi bazis rejani topamiz.

Yangi bazis rejani quyidagi jadvalga joylashtiramiz.

2-jadval

b_j	200	200	100	100	250	U_i
a_i	¹⁰	⁷	⁴	¹	⁴	
100	¹³ -13	⁵ -5	² 50	50	50	0

250	² 200	⁷ 0	¹⁰	⁶ 50	¹¹	5
200	⁸	⁵	¹ ³	²	⁻² ²	-2
300	¹¹ ⁻¹³	⁸ ⁻⁵	¹² ¹	¹⁶ ⁻³	¹³	6
V_j	-3	2	6	1	4	$\theta = 0$

Yuqoridagi usul bilan potensiallar sistemasini tuzamiz va uni yechib $U = (0; 5; -2; 6), V = (-3; 2; 6; 1; 4)$ larni topamiz.

Barcha bo'sh katakchalar uchun

$$\Delta_{ij} = U_i + V_j - C_{ij}$$

ni hisoblaymiz. 2- jadvaldan ko'rinadiki

$$\max_{\Delta_{ij} > 0} \Delta_{ij} = \Delta_{13} = 2.$$

Shuning uchun (A_1, B_3) katakchaga θ ni kiritamiz va jadvalda ko'rsatilgan yopiq K kontur tuzamiz. So'ngra

$$\theta = \min_{x_{ij} \in K^-} x_{ij} = 0.$$

ekanini aniqlaymiz. Topilgan yangi bazis yechimni quyidagi jadvalga joylashtiramiz.

3-jadval

$b_j \backslash a_i$	200	200	100	100	250	U_i
100	¹⁰	⁷	⁴ θ	¹ 50	⁴ 50	0
250	⁻¹³ 200	⁻⁷	¹⁰	⁶ 50	¹¹	5
200	²	⁻² 5	⁻¹ ³	²	⁻² ²	-2
300	⁻¹³ ¹¹	⁻⁷ ⁸	⁻⁹ ¹²	⁻³ ¹⁶	¹³	8
V_j	-3	0	4	1	4	

3- jadvalda keltirilgan bazis yechim optimal yechim bo'ladi, chunki barcha bo'sh katakchalarda $\Delta_{ij} \leq 0$.

Shunday qilib, uchinchi qadamda quyidagi optimal yechimga ega bo'ldik.

$$\begin{aligned} x_{14} &= 50; & x_{15} &= 50; \\ x_{21} &= 200; & x_{24} &= 50; \\ x_{35} &= 200; & x_{42} &= 200; & x_{43} &= 100; \\ Y_{\min} &= 50 + 4 \cdot 50 + 2 \cdot 200 + 6 \cdot 50 + 2 \cdot 200 + 8 \cdot 200 + 12 \cdot 100 = 4150. \end{aligned}$$

Agar talab va takliflarning umumiy miqdorlari teng bo'lmasa, ya'ni

$$\sum_{i=1}^m a_i \neq \sum_{j=1}^n b_j$$

shart bajarilsa, u holda masala «ochiq modeli transport masalasi» deyiladi. Ochiq modeli masalaning optimal yechimini topish uchun yopiq modelga keltiriladi va potentsiallar usuli qo'llaniladi.

Ochiq modeli masalani yopiq modelliga keltirish uchun qo'shimcha «soxta» ta'minotchi yoki «soxta» iste'molchi kiritiladi, ularning zahirasi yoki talab hajmi

$$a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_i \quad \text{ëku} \quad b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$$

bo'ladi. Soxta ta'minotchidan real iste'molchilarga yoki real ta'minotchilardan soxta iste'molchilarga amalda yuk tashilmagani uchun yo'l harajatlari nolga teng qilib olinadi ($C_{i,n+1}=0$; $C_{m+1,j}=0$).

Natijada yopiq modeli masala hosil bo'ladi.

3-misol. Quyidagi ochiq modeli transport masalasini yeching.

Ta'minotchilar	Iste'molchilar					Zahira hajmi
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	
A_1	10	7	4	1	4	100
A_2	2	7	10	6	11	250
A_3	8	5	3	2	2	200
A_4	11	8	12	16	13	300
Talab hajmi	200	150	100	100	200	

Yechish:

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j$$

bo'lgan hol uchun masalani yopiq modeli masalaga aylantiring.

Berilgan ochiq modeli masalaga qo'shimcha B_6 ustunni kiritamiz va unga mos keluvchi «soxta» talab b_6 ni $b_6 = (100 + 250 + 200 + 300) - (200 + 150 + 100 + 100 + 200) = 100$ ga teng deb qabul qilamiz. Hosil bo'lgan quyidagi yopiq modeli transport masalasini yechishni talabalarga havola qilamiz.

<i>Ta'minotchilar</i>	<i>Iste'molchilar</i>						<i>Zahira hajmi</i>
	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	
A_1	10	7	4	1	4	0	100
A_2	2	7	10	6	11	0	250
A_3	8	5	3	2	2	0	200
A_4	11	8	12	16	13	0	300
<i>Talab hajmi</i>	200	150	100	100	200	100	

Xos transport masalasi va uni yechish uchun ε - usul.

Transprot masalasining tayanch rejasidagi musbat komponentalar soni $k < n+m-1$ bo'lsa, bu reja xos reja bo'ladi. Bunday rejani to'g'rilash uchun unga $n+m-1-k$ ta nol element kiritish mumkin. Kiritilgan nol elementlarga mos vektorlar o'zaro chiziqli bog'liq bo'lmagan vektorlar bo'lishi kerak. Bunga erishish uchun quyidagi ε usulni qo'llash mumkin.

ε - usul. Shimoliy-g'arb burchak usuli bilan boshlang'ich tayanch rejasi topishni eslaymiz. Agar 2- qadamda $x_{21}=b_1-a_1=a_2$ bo'lsa, x_{31} ham, x_{22} ham musbat son bo'la olmaydi. Har vaqt bunday vaziyat ro'y berganda tayanch rejadagi bazis o'zgaruvchilar soni kamaya boradi. Bunday hol odatda, transprot masalasidagi bir nyecha a_i ning yig'indisi (hammasi emas) bir nyecha b_j ning yig'indisiga teng bo'lganda bajarilishi mumkin. Ana shunday hol o'rinli bo'lgan transport masalasini xos transport masalasi deb ataymiz.

Xoslik holatining oldini olish uchun a_i va b_j lardan tuzilgan xususiy yig'indilarning o'zaro teng bo'lmashligiga erishish, buning uchun esa a_i va b_j larning qiymatini biror kichik songa o'zgartirish kerak. Masalan, yetarlicha kichik son $\varepsilon > 0$ ni olib, a_i va b_j larni quyidagicha o'zgartiramiz, ya'ni ε - masala tuzamiz:

$$\left. \begin{aligned} \overline{a_i} &= a_i + \varepsilon, & (i = \overline{1, m}), \\ \overline{b_j} &= b_j, & (j = \overline{1, n}), \\ \overline{b_n} &= b_n + m\varepsilon, \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

ε yetarlicha kichik son bo'lganligi sababli hosil bo'lgan masalaning $X(\varepsilon)$ optimal rejasi $\varepsilon=0$ da berilgan masalaning optimal yechimi bo'ladi.

Misol. Berilgan xos transport masalasi uchun ε - masalani tuzing.

b_j	3	4	5	3
a_i	4	5	6	3

3	3	2	7	6
8	5	9	1	3

Yechish. (7) munosabatlardan foydalanib, quyidagi ε - masalani hosil qilamiz:

b_j	3	4	5	$3+3\varepsilon$
a_i				
$4 \mid \varepsilon$	4	5	6	3
$3 \mid \varepsilon$	3	2	7	6
$8 \mid \varepsilon$	5	9	1	3

Ushbu masalani yechib, $X(\varepsilon)$ rejani, hamda berilgan masalaning X optimal yechimini topishni talabalarga havola qilinadi.

A. Tayanch soʻz va iboralar.

Ochiq modelli transprot masalasi, «soxta» taʼminotchi, «soxta» isteʼmolchi, sikllanish, ε - usul

Oʻz-oʻzini tekshirish uchun savollar.

1. Ochiq modelli transprot masalasiga izoh bering.
2. Soxta isteʼmolchi va taʼminotchining mahsulotga boʻlgan talabi qancha boʻladi?
3. Sikllanish nima va u qanday hollarda roʻy beradi?
4. ε - usulning mohiyati nimadan iborat?

Mustaqil yechish uchun masalalar.

1. Ochiq modelli transprot masalalarini yeching.

a)

b_j	150	150	150
a_i			
110	7	5	8

<i>120</i>	<i>11</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<i>120</i>	<i>6</i>	<i>6</i>	<i>7</i>

b)

$b_j \backslash a_i$	<i>225</i>	<i>255</i>	<i>300</i>
<i>250</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
<i>210</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<i>240</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>5</i>

1. Xos transport masalalarini ε - usulni qo'llab yeching.

a)

$b_j \backslash a_i$	<i>200</i>	<i>250</i>	<i>200</i>	<i>150</i>
<i>200</i>	<i>5</i>	<i>9</i>	<i>8</i>	<i>7</i>
<i>250</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
<i>350</i>	<i>9</i>	<i>8</i>	<i>7</i>	<i>6</i>

b)

$b_j \backslash a_i$	<i>12</i>	<i>18</i>	<i>20</i>	<i>10</i>
<i>12</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>
<i>18</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>	<i>1</i>
<i>30</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>3</i>	<i>5</i>

4-Mavzu. Chiziqsiz programmalashtirish

Reja

1. Chiziqsiz programmalashtirish masalasining klassifikatsiyasi va umumiy ko'rinishdagi matematik modeli.
2. Lagranj ko'paytuvchilari usuli.
3. Cheklashlari tengsizlik tarzida bo'lgan masalalar.

Ushbu

$$q_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} b_i, (i=1, \dots, m)$$

munosabatlarni qanoatlantiruvchi va $Z=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyani maksimum (minimum)ga aylantiruvchi $x_1, x_2, \dots, x_n$ noma'lumlarning qiymatlarini topish matematik programmalash masalasini tashkil etadi. Bu masala shartlarini qisqacha quyidagicha yozish mumkin.

$$q_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} b_i, (i=1, \dots, m) \quad (1)$$

$$Z=f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max(\min), \quad (2)$$

bu yerda $q_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ va $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ berilgan funksiyalar, $b_i, (i=1, \dots, m)$ lar esa o'zgarmas sonlardir. (1) shartlar masalaning chegaraviy shartlari, $Z=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiya esa «maqsad funksiyasi» deb ataladi. (1) dagi har bir munosabat ushun $\leq, =, \geq$, belgilardan faqat bittasi o'rinli bo'ladi va shu bilan bir qatorda turli munosabatlarga turli belgilar mos bo'lishi mumkin.

Ayrim chiziqsiz programmalash masalalarida $x_1, x_2, \dots, x_n$ o'zgaruvshilarning ba'zilariga yoki hammasiga manfiy bo'lmaslik sharti qo'yilgan bo'ladi. Ba'zi masalalarda esa noma'lumlarning bir qismi yoki hammasi butun bo'lishligi talab qilinadi. (1)-(2) masaladagi hamma $q_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ va $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyalar chiziqli bo'lsa, hamda barcha o'zgaruvshilarning nomanfiy bo'lishligi talab qilinsa, bu masala chiziqli programmalash masalasi bo'ladi.

Aksincha, agar bu funksiyalardan kamida bittasi chiziqsiz funksiya bo'lsa, masala «chiziqsiz programmalash masalasi» deyiladi. (1)-(2) masalada $m=0$ bo'lsa, ya'ni chegaraviy shartlar qatnashmasa, u «chiziqsiz optimallashtirish masalasi» deyiladi. Bu holda masala quyidagicha yoziladi.

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max(\min)$$

$$(x_1, x_2, \dots, x_n) \in E_n \quad (3)$$

Bu yerda $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ n o'lchovli vektor (nuqta), E_n - n o'lchovli Evklid fazosi, ya'ni vektorlarni qo'shish, λ songa ko'paytirish va ikki vektorning skalyar ko'paytmasi amallari kiritilgan n o'lchovli $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ vektorlar (nuqtalar) to'plami.

Faraz qilaylik, (1) sistema faqat tenglamalar sistemasidan iborat bo'lib, noma'lumlarga nomanfiy bo'lishlik sharti qo'yilmasin, hamda $m < n$ bo'lib, $q_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ va $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyalar uzluksiz va kamida ikkinchi tartibli xususiy hosilaga ega bo'lsin. Bu holda chiziqsiz programmalash masalasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$q_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_i, (i=1, m); \quad (4)$$

$$Z=f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max(\min). \quad (5)$$

Bunday masala «chegaraviy shartlari tenglamalardan iborat bo'lgan chartli maksimum (minimum) masalasi» deyiladi. (3), (4) va (5) ko'rinishdagi masalalarni differensial hisobga asoslangan klassik usullar bilan yechish mumkin bo'lgani ushun ularni «optimallashtirishning klassik masalalari» deyiladi.

Agar (1) sistemadagi hamma cheklamalar tengsizliklardan iborat bo'lsa, hamda ularning ba'zilariga « $\leq$ », ba'zilariga esa « $\geq$ » belgilar mos kelsa, bu tengsizliklarni osonlik bilan bir xil ko'rinishga keltirish mumkin. Bundan tashqari

$f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max$ shartni $-f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min$ ko'rinishda yozish mumkin. Shuning uchun, umumiylikni buzmasdan, shartlari tengsizlikdan iborat bo'lgan chiziqsiz programmalash masalasini quyidagicha yozish mumkin:

$$q_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i, (i=1, m); \quad (6)$$

$$x_j \geq 0, (j=1, n), \quad (7)$$

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min. \quad (8)$$

Homa'lumlarning nomanfiylik sharti (7) qatnashmagan masalalarga bundau shartni osonlik bilan kiritish mumkin.

Ba'zi hollarda masalaning (6) shartidagi ayrim cheklamalar tenglamalardan, ayrimlari esa tengsizliklardan iborat bo'lishi mumkin, bunday masalalarni shartlari aralash belgili bo'lgan minimum masalasi ko'rinishiga keltirib yozish mumkin:

$$q_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i, (i=1, \dots, m_1); \quad (9)$$

$$q_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_i, (i=m_1+1, \dots, m); \quad (10)$$

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min. \quad (11)$$

Bunda (9), (10) cheklamalar chegaraviy shartlardan iborat bo'lib, noma'lymlarning nomanfiy bo'lishlik shartini o'z ishiga oladi.

Endi quyidagi ko'rinishda berilgan masalani ko'ramiz:

$$q_i(X) = q_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i, (i=1, \dots, m) \quad (12)$$

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in G \subset E_n \quad (13)$$

$$Z(X) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min (\max) \quad (14)$$

Bu masala chekli o'lchovli chiziqsiz programmalash masalasining umumiy ko'rinishidan iborat bo'lib, $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - maqsad funksiyasi, $q_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - chegaraviy funksional, G - masalaning aniqlanish sohasi, G to'plamning nuqtalari masalaning rejalari deb, (11) shartlarni qanoatlantiruvchi $X \in G$ nuqtalar esa, masalaning joiz rejalari deb ataladi.

Chiziqsiz programmalashda mahalliy va global optimal reja tushunchasi mavjud bo'lib, ular quyidagicha ta'riflanadi.

Faraz qilaylik, X^* nuqta (12)-(14) masalaning mumkin bo'lgan rejasi va uning kichik ε atrofida (ε ixtiyoriy kichik musbat son) nuqtalar to'plami $\mathcal{E}(X^*) \in G$ dan iborat bo'lsin.

$$\text{Agar} \quad f(X^*) \leq f(X) \quad [f(X^*) \geq f(X)] \quad (15)$$

tengsizlik ixtiyoriy $X \in \mathcal{E}(X^*)$ uchun o'rinli bo'lsa, X^* reja (15) maqsad funksiyaga mahalliy minimum (maksimum) qiymat beruvchi mahalliy optimal reja deb ataladi.

Agar $f(X^*) \leq f(X)$ $[f(X^*) \geq f(X)]$ tengsizlik ixtiyoriy $X \in G$ uchun o'rinli bo'lsa, X^* reja (14) maqsad funksiyaga global (absolyut) minimum (maksimum) - qiymat beruvchi global optimal reja yoki global optimal yechim deb ataladi.

Yuqoridagi (6)-(8) va (9)-(11) masalalarni yechish uchun chiziqli programmalashdagi simpleks usulga o'xshagan universal usul kashf qilinmagan.

Bu masalalar $q_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ va $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ lar ixtiyoriy chiziqsiz funksiyalar bo'lgan hollarda juda kam o'rganilgan. Hozirgi davrgacha eng yaxshi o'rganilgan chiziqsiz programmalash masalalari $q_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ va $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyalar qavariq (botiq) bo'lgan masalalardir.

Bunday masalalar «qavariq programmalash masalasi» deb ataladi. Qavariq programmalash masalalarining asosiy xususiyatlari shundan iboratki, ularning har qanday mahalliy optimal yechimi global yechimdan iborat bo'ladi.

Iqtisodiy amaliyotda uchraydigan ko'p masalalarda $q_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyalar chiziqli bo'lib, $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ maqsad funksiyasi kvadratik formada, ya'ni

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{j=1}^n c_j x_j + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{ij} x_i x_j$$

ko'rinishda bo'ladi. Bunday masalalar kvadratik programmalash masalalari deb ataladi. Chegaraviy shartlari yoki maqsad funksiyasi yoki ularning har ikkisi n ta funksiyalarning yig'indisidan iborat bo'lgan, ya'ni

$$q_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = q_{i1}(x_1) + q_{i2}(x_2) + \dots + q_{in}(x_n) \quad (16)$$

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) = f_1(x_1) + f_2(x_2) + \dots + f_n(x_n) \quad (17)$$

ko'rinishda bo'lgan masalalar «separabel programmalash masalalari» deb ataladi. Kvadratik va separabel programmalash masalalarini yeshish uchun simrleks usulga asoslanran taqribiy usullar yaratilgan.

Chiziqsiz programmalashga doir bo'lgan ishlab chiqarishni rejalashtirish va resurslarni boshqarishda uchraydigan muhim masalalardan biri stoxastik programmalash masalalaridir. Bu masalalarda ayrim parametrlar noaniq yoki tasodifiy miqdorlardan iborat bo'ladi.

Chegaraviy shartlari haqida to'liq ma'lumot bo'lmagan optimallashtirish masalalari «stoxastik masalalar» deb ataladi.

Parametrlari o'zgaruvchan miqdor bo'lib, ular vaqtning funksiyasi deb qaralgan masalalar «dinamik programmalash masalasi» deyiladi.

Chiziqsiz programmalash masalasining geometrik talqini

Chiziqli programmalash masalalarining xususiyatlaridan bizga ma'lumki, birinchidan, uning joiz rejalar to'plami, ya'ni masalaning chegaraviy shartlarini va noma'lumlarning nomanfiylik shartlarini qanoatlantiruvchi $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ nuqtalar to'plami qavariq bo'ladi. Ikkinchidan, $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ maqsad funksiyani berilgan qiymatga erishtiradigan $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ nuqtalar to'plami n o'lchovli fazoning gipertekisligini tashkil etadi. Bundan tashqari, maqsad funksiyaning turli qiymatlariga mos keluvshi gipertekisliklar o'zaro parallel bo'ladi. Uchinchidan, maqsad funksiyaning joiz rejalar to'plamidagi mahalliy minimumi (maksimumi) global (absolyut) minimumdan (maksimumdan) iborat bo'ladi. To'rtinchidan, agar maqsad funksiya chekli optimal qiymatga ega bo'lsa, joiz rejalar to'plamini ifodalovchi ko'pburchakning kamida bir uchi optimal yechimni beradi. Mumkin bo'lgan rejalar ko'pburchagining uchlari (burchak nuqtalari) bazis yechim deb ataladi. Bazis yechimdagi hamma noma'lumlar (bazis o'zgaruvchilar) qat'iy musbat bo'lgan holdagi yechim xosmas bazis yechim va agar ulardan kamida bittasi nolga teng bo'lsa, xos bazis yechim deyiladi.

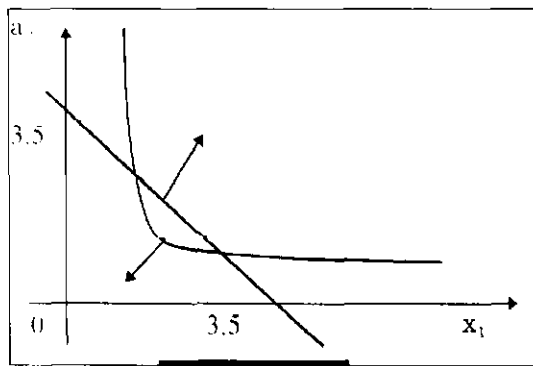
Ixtiyoriy bazis yechimdan boshlab boshqa bazis yechimga birin-ketin o'tib borib, chekli sondagi qadamdan keyin funksiyaga ekstremum qiymat beruvchi bazis echim toriladi.

Bazis yechim optimal yechim bo'lishi uchun maqsad funksiyaning bu yechimdagi qiymati boshqa bazis yechimlardagi qiymatlaridan kam (ko'p) bo'lmasligi kerak.

Chiziqsiz programmalash masalalarida esa yuqoridagi chiziqli programmalashga doir xususiyatlarning ayrimlari (yoki hammasi) bajarilmaydi: 1) chiziqsiz programmalash masalasining joiz rejalar to'plami qavariq to'plam bo'lmasligi ham mumkin. Buni chegaraviy shartlari

$$\begin{cases} (x_1 - 1) x_2 \leq 1, \\ x_1 + x_2 \geq 3,5, \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \end{cases}$$

cheklamalardan iborat bo'lgan masalada ko'rish mumkin.



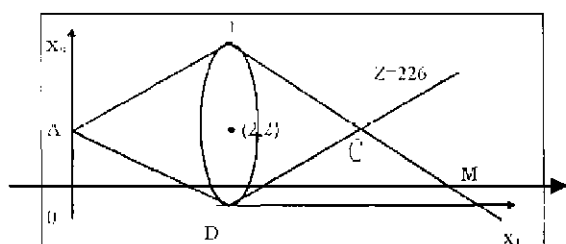
Masalaning joiz rejalar to'plami ikkita alohida qismlarga ajralgan bo'lib, ularning birontasi ham qavariq emas (1 shakl). Agar joiz rejalar to'plami qavariq bo'lmasa, maqsad funksiya chiziqli bo'lgan holda ham masalaning global optimal yechimidan farq qiluvshi mahalliy yechimlari mavjud bo'ladi.

Masalan, chegaraviy shartlari
1- shakl

chiziqli va maqsad funksiyasi chiziqsiz bo'lgan

quyidagi masalani ko'ramiz:

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 &\geq 2, \\ x_1 - x_2 &\leq 2, \\ x_1 + x_2 &\geq 6, \\ x_1 - 3x_2 &\leq 2, \\ x_1 &\geq 0, \quad x_2 &\geq 0, \\ Z = f(x_1, x_2) &= 25(x_1 - 2)^2 + (x_2 - 2)^2 \rightarrow \max. \end{aligned}$$



Bu masalaning cheklamalarini qanoatlantiruvchi nuqtalar to'plami qavariq $ABCD$ to'rtburshakdan iborat bo'ladi (2-shakl).

2-shakl

Masaladagi maqsad funksiya markazi $(2, 2)$ nuqtadan iborat bo'lgan ellipslar oilasidan tashkil topgan.

By masalaning optimal yechimi joiz rejalar to'plamining C uchidan iborat bo'ladi. Lekin, umumiy holda, chiziqsiz programmalash masalasining maqsad funksiyasiga optimal qiymat beruvchi nuqta (bazi yechim) mumkin bo'lgan rejalar to'plamining burchak nuqtasida emas, balki ichki nuqtasidan ham, chegaraviy nuqtasidan ham iborat bo'lishi mumkin.

Umumiy holda (9)-(11) ko'rinishda berilgan chiziqsiz programmalash masalasini ko'ramiz va by masalaning geometrik talqini bilan tanishamiz. Masaladagi (9),(10) shartlar Evklid fazosida joiz rejalar to'plamini beradi. Bu to'plamning nuqtalari orasidan maqsad funksiyaga minimum qiymat beruvchi nuqtani (optimal nuqtani) topish kerak. Buning uchun joiz rejalar to'plamining eng past sathli $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = Q$ gipersirti bilan kesishgan nuqtasini topish kerak. Bu nuqta berilgan (9)-(11) masalaning optimal yechimini beradi.

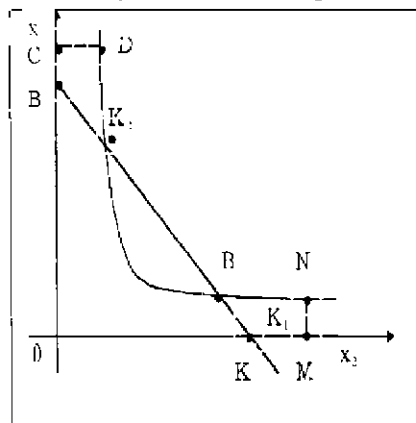
(9)-(11) masalaning optimal yechimini geometrik talqindan foydalanib torish uchun quyidagi ishlarni amalra oshirish kerak.

1. Masalaning (9), (10) chegaraviy shartlarini qanoatlantiruvshi nuqtalar to'plamini, ya'ni joiz rejalar to'plamini yasash kerak.
2. $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = Q$ gipersirtini yasash kerak.
3. Q ning qiymatini o'zgartirib borib, eng past sathli gipersirt topiladi yoki funksiyaning quyidan chegaralanmagan ekanligi aniqlanadi.
4. Joiz rejalar to'plamining eng past sathli gipersirt bilan kesishgan nuqtasi aniqlanadi va f funksiyaning bu nuqtadagi qiymati topiladi.

Misol. Quyidagi masalani geometrik talqindan foydalanib yeching.

$$\begin{aligned}
 & x_1 x_2 \leq 4, \\
 & x_1 + x_2 \geq 5, \\
 & x_1 \leq 7, \\
 & x_2 \geq 6, \\
 & x_1 \geq 0, x_2 \leq 0, \\
 & Z = x_1^2 + x_2^2 \rightarrow \max(\min).
 \end{aligned}$$

Yechimi. Bu masalaning joiz rejalar to'plami qavariq to'plam bo'lmaydi, aksincha, ikkita ayrim K_1 va K_2 qismlardan iborat bo'ladi (3-shakl). Maqsad funksiya o'zining



minimal qiymati $Z=17$ ga $A(1,4)$ va $J(4,1)$ nuqtalarda erishadi. $D(2/3,6)$ va $N(7,4/7)$ nuqtalarda esa funksiya mahalliy maksimum qiymatlarga erishadi. $Z(D)=328/9$; $Z(N)=2417/49$.

Mahalliy maksimum qiymatlarni taqqoslash Z

funksiya N nuqtada global maksimumga erishishni

ko'rsatadi. D va N nuqtaning koordinatalari

va ulardagi Z

3-shakl

fuksiyaning qiymati quyidagicha topiladi:

$D(x_1^*, x_2^*)$ nuqta $x_2=6$ to'g'ri chiziqda va $x_2=4/x_1$ egri

chiziqda yotgani uchun uning koordinatalari bu tenglamalarni qanoatlantirishi kerak, ya'ni:

$$\begin{cases} x_2^* = 6, \\ x_2^* = \frac{4}{x_1^*}, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1^* = \frac{2}{3}, \\ x_2^* = 6. \end{cases} \quad Z^* = x_1^{*2} + x_2^{*2}, \quad Z^* = 328/9 = Z(D).$$

Xuddi shuningdek, N nuqta $x_1=7$ to'g'ri shiziq va $x_2=4/x_1$ egri chiziqning kesishgan

nuqtasi bo'lgani uchun uning x_1^0, x_2^0 koordinatalari bu tenglamalarni qanoatlantirishi kerak,

ya'ni:

$$\begin{cases} x_1^0 = 7, \\ x_2^0 = \frac{4}{x_1^0}, \\ Z^0 = x_1^{02} + x_2^{02}, \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1^0 = 7 \\ x_2^0 = \frac{4}{7}, \\ Z^0 = \frac{2417}{49}. \end{cases}$$

Shartsiz ekstremum masalasining yechimini topish talab qilingan bo'lsin, ya'ni:

$$f(X) = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

funksiyaning maksimumini (minimumini)

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in E_n$$

nuqtalarda qidirish mumkin bo'lsin.

$f(X)$ funksiya birinchi tartibli hosilalari bilan birgalikda uzluksiz bo'lsa, uning ekstremumi quyidagi tenglamalar sistemasini qanoatlantiradi:

$$\frac{\partial f(X)}{\partial x_j} = 0, j = \overline{1, n} \quad (1)$$

Demak, berilgan $f(X)$ funksiya X_0 nuqtada ekstremumga ega bo'lishi uchun bu nuqta (1) sistemaning yechimi bo'lishi kerak:

$$\frac{\partial f(X_0)}{\partial x_j} = 0, j = \overline{1, n} \quad (2)$$

(2) tengliklar X_0 nuqtada $f(X_0)$ funksiya mahalliy maksimum yoki minimumga ega bo'lganda, shu nuqtada undan n ta $x_1, x_2, \dots, x_n$ noma'lumlar bo'yicha olingan xususiy hosilalar 0 ga teng bo'lishi kerakligini ko'rsatadi. Lekin bundan (1) shartni qanoatlantiruvchi har qanday nuqta ham funksiyaga mahalliy maksimum yoki minimum qiymat beradi degan xulosa kelib chiqmaydi.

(1) sistemaning yechimlarini stasionar nuqtalar deb ataymiz. Berilgan $f(X)$ funksiya ekstremumga erishadigan nuqta stasionar nuqta bo'ladi, lekin har qanday stasionar nuqtada ham funksiya ekstremumga erishavermaydi.

Demak, (1) shart funksiya ekstremumi bo'lishining zaruriy sharti, lekin u yetarli emas. Quyidagi teorema stasionar nuqtaning birinchi va ikkinchi tartibli xususiy hosilalari uzluksiz bo'lgan, n o'zgaruvchili uzluksiz $f(X) = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyaning ekstremal nuqtasi bo'lishi uchun etarli shartni ko'rsatadi. Teoremani isbotini talabalarga havola qilamiz.

Teorema. X_0 stasionar nuqta ekstremal nuqta bo'lishi uchun shu nuqtada quyidagi Gesse matrisasi deb ataluvchi

$$H[X_0] = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 f(X_0)}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f(X_0)}{\partial x_1 \partial x_2} & \dots & \frac{\partial^2 f(X_0)}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \frac{\partial^2 f(X_0)}{\partial x_2 \partial x_1} & \frac{\partial^2 f(X_0)}{\partial x_2^2} & \dots & \frac{\partial^2 f(X_0)}{\partial x_2 \partial x_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial^2 f(X_0)}{\partial x_n \partial x_1} & \frac{\partial^2 f(X_0)}{\partial x_n \partial x_2} & \dots & \frac{\partial^2 f(X_0)}{\partial x_n^2} \end{vmatrix}$$

matrisa musbat aniqlangan (bu holda X_0 -minimum nuqta), yoki manfiy aniqlangan (bu holda X_0 -maksimum nuqta) bo'lishi yetarlidir.

Demak, X_0 stasionar nuqta minimum nuqta bo'lishi uchun shu nuqtadagi Gesse matrisasi musbat aniqlangan bo'lishi yetarli ekan. Xuddi shunday yo'l bilan X_0 stasionar nuqtaning maksimum nuqta bo'lishi uchun $H[X_0]$ ning manfiy aniqlangan bo'lishi yetarli ekanligi ko'rsatish mumkin.

1-misol. Berilgan funksiyaga ekstremal qiymat beruvchi nuqtalar topilsin.

$$f(x_1, x_2, x_3) = x_1 + 2x_3 + x_2x_3 - x_1^2 - x_2^2 - x_3^2$$

Yechilishi. Funksiya ekstremumi mavjudligining zaruriy sharti:

$$\nabla f(X_0) = \left(\frac{\partial f(X_0)}{\partial x_1}, \frac{\partial f(X_0)}{\partial x_2}, \frac{\partial f(X_0)}{\partial x_3} \right) = 0$$

$$\text{Bundan} \quad \frac{\partial f}{\partial x_1} = 1 - 2x_1 = 0, \frac{\partial f}{\partial x_2} = x_3 - 2x_2 = 0, \frac{\partial f}{\partial x_3} = 2 + x_2 - 2x_3 = 0$$

Bu tenglamalardan tuzilgan sistemaning yechimi $X_0 = (1/2, 2/3, 4/3)$ stasionar nuqta bo'ladi.

Yetarlilik shartining bajarilishini tekshirish uchun Gesse matrisasini X_0 nuqtada tuzamiz:

$$H[X_0] = \begin{pmatrix} -2 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 1 \\ 0 & 1 & -2 \end{pmatrix}$$

Bu matrisaning bosh minorlari mos ravishda -2, 4, -6. Ma'lumki, agar matrisaning bosh minorlaridan tuzilgan sonlar ketma-ketligida ishora almashinuvchi bo'lsa, berilgan matrisa manfiy aniqlangan bo'ladi. Demak, X_0 nuqtada $f(x_1, x_2, x_3)$ funksiya maksimumga erishadi. Masalan, yuqorida ko'rilgan misoldagi $f(x_1, x_2, x_3)$ ni $-f(x_1, x_2, x_3)$ ga almashtirib, $X_0 = (1/2, 2/3, 4/3)$ nuqtani minimum nuqta ekanligini ko'rsatish mumkin.

Agar $H[X_0]$ noaniq matrisa bo'lsa, X_0 nuqta egar nuqta bo'ladi, ya'ni bu nuqtada funksiya ekstremumga erishmaydi.

2-misol. $f(x_1, x_2) = 8x_1x_2 + x_2^2$,

funksiyaning ekstremumi topilsin.

Yechilishi. Ekstremum mavjudligining zaruriy shartiga ko'ra:

$$\frac{\partial f}{\partial x_1} = 8x_2 = 0, \frac{\partial f}{\partial x_2} = 8x_1 + 2x_2 = 0.$$

Bu tenglamalardan tuzilgan sistemani yechib, $X_0 = (0, 0)$ stasionar nuqtani hosil qilamiz.

Endi stasionar nuqtaning ekstremal nuqta bo'lishlik shartini tekshirish uchun Gesse matrisasini tuzamiz:

$$H = \begin{pmatrix} 0 & 8 \\ 8 & 2 \end{pmatrix}$$

Bu matrisaning bosh minorlari: $M_{11} = 2 > 0$, $M_{22} = 0$. Matrisa determinanti esa $-64 < 0$. Bundan Gesse matrisasining ishorasi aniqlanmaganligi ko'rinadi. Bu holda $X_0 = (0, 0)$ nuqta egar nuqta bo'ladi.

Yuqorida ko'rilgan teoremadagi ekstremum mavjudligining yetarlilik shartlari bir argumentli $f(X)$ funksiya uchun quyidagicha bo'ladi.

Faraz qilaylik, X_0 stasionar nuqta bo'lsin, u holda $f''(X_0) < 0$ bo'lsa, X_0 nuqtada funksiya maksimumga, $f''(X_0) > 0$ bo'lganda esa minimumga erishadi. Agar bir argumentli $f(X)$ funksiya uchun X_0 stasionar nuqtada $f''(X_0) = 0$ bo'lsa, yuqori tartibli xosilalarning X_0 nuqtadagi qiymatlarini tekshirish kerak. Bu holda quyidagi teorema o'rinlidir.

Teorema. X_0 stasionar nuqtada $f'(X_0) = 0, f''(X_0) = 0, \dots, f^{(n-1)}(X_0) = 0$ va $f^{(n)}(X_0) \neq 0$ bo'lsa, bu nuqta

- a) n toq son bo'lganda egilish nuqta;
- b) n juft son bo'lganda ekstremal nuqta bo'ladi, hamda $f^{(n)}(X_0) > 0$ da minimumga erishadi.

3-misol. 1) $f(x) = x^4$ funksiyaning ekstremumi topilsin.

Yechilishi. $f'(x) = 4x^3 = 0$, $x=0$ stasionar nuqta bo'ladi.

$$f'(0) = f''(0) = f'''(0) = 0; f^{(4)}(0) \neq 0.$$

$n=4$ juft son. Demak, $x=0$ nuqta funksiya uchun ekstremal nuqta bo'ladi.

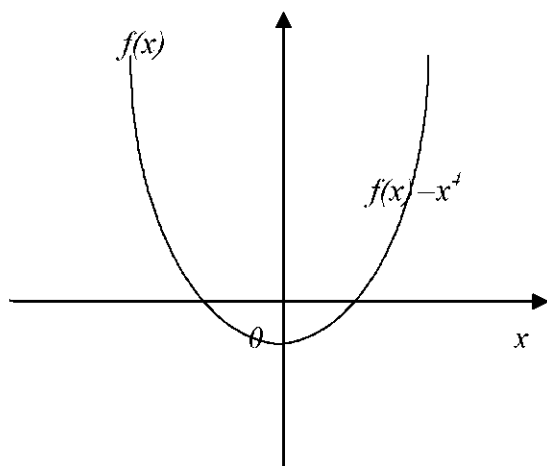
$f^{(4)}(0) = 24 \neq 0$ bo'lgani uchun $x=0$ nuqtada berilgan funksiya minimumga erishadi. (1-shakl)

2) $g(x) = x^3$;

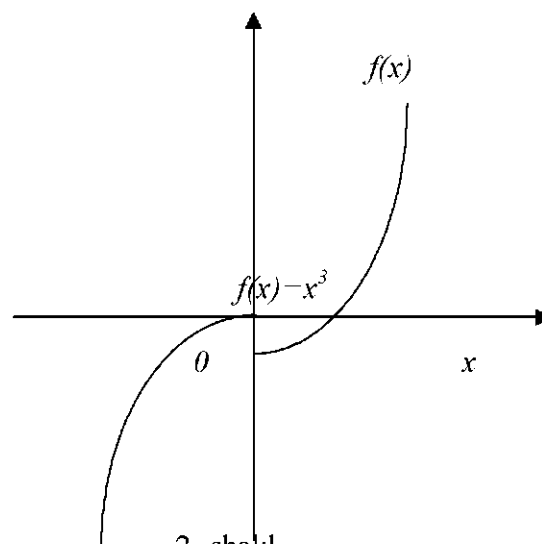
$$g'(x) = 3x^2 = 0, x=0 \text{ stasionar nuqta,}$$

$$g'(0) = g''(0) = 0, g'''(0) = 6 \neq 0$$

$n=3$ toq son. Demak, $x=0$ nuqta funksiyaning egilish nuqtasi bo'ladi. (2-shakl).



1- shakl



2- shakl

Shartlari tengliklardan iborat bo'lgan shartli ekstremum masalasi. Lagranjning aniqmas ko'paytuvchilari usuli.

Faraz qilaylik,

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max(\min), \quad (3)$$

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_i \quad (i = \overline{1, m}). \quad (4)$$

masalani yechish talab qilinsin, ya'ni $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = b_i \quad (i = \overline{1, m})$ tenglamalar sistemasini qanoatlantiruvchi va $Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyaga maksimum (minimum) qiymat beruvchi $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ nuqtani topish kerak bo'lsin.

$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ va $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyalar va ularning $x_1, x_2, \dots, x_n$ noma'lumlar bo'yicha olingan xususiy hosilalari uzluksiz deb faraz qilaylik. Noma'lumlarga nomanfiylik sharti qo'yilmaganda masalani Lagranjning aniqmas ko'paytuvchilar usuli bilan yechish mumkin.

Buning uchun

$$F(x, \lambda) = f(x) + \lambda(b - g(x)),$$

funksiyani tuzamiz. Bu funksiya x_1, x_2 lar bo'yicha xususiy hosilalar olib, ularni nolga tenglaymiz.

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial x_j} = \frac{\partial f}{\partial x_j} - \lambda \frac{\partial g}{\partial x_j} = 0, j = 1, 2; \\ \frac{\partial F}{\partial \lambda} = b - g(X) = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Bu yerda F - «Lagranj funksiyasi», λ - «Lagranj ko'paytuvchilari» deb ataladi. Bu yerda Lagranj usulining g'oyasini xususiy holda

$$g_i(x_1, x_2) = b_i,$$

$$Z = f(x_1, x_2) \rightarrow \max(\min),$$

masala misolida ko'rdik.

Endi umumiy holni, ya'ni noma'lumlar soni n ta va tenglamalar soni m ($m < n$) ta bo'lgan masalani ko'ramiz. Bu masala uchun Lagranj funksiyasi:

$$F(X, \Lambda) = f(X) + \sum_{i=1}^m \lambda_i (b_i - g_i(X)) \quad (6)$$

ko'rinishida bo'ladi. Bu erda $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m)$. Mahalliy ekstrimum mavjudligining zaruriy sharti

$$\begin{cases} \frac{\partial F(X, \lambda)}{\partial x_j} = \frac{\partial f(X)}{\partial x_j} - \sum_{i=1}^m \lambda_i \frac{\partial g_i(X)}{\partial x_j} = 0, \\ \frac{\partial F(X, \lambda)}{\partial \lambda} = b_i - g_i(X) = 0. \end{cases} \quad (7)$$

tenglamalar sistemasidan iborat. Agar $f(X)$ funksiya $X^0(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0)$ nuqtada ekstremumga ega bo'lsa, shunday $\lambda^0(\lambda_1^0, \lambda_2^0, \dots, \lambda_m^0)$ vektor mavjud bo'ladiki, uning uchun $(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0, \lambda_1^0, \lambda_2^0, \dots, \lambda_m^0)$ nuqta (7) sistemaning yechimi bo'ladi.

Misol. Lagranj usulidan foydalanib, quyidagi chiziqsiz programmalash masalasi yechilsin.

$$x_1 + x_2 = 1;$$

$$Z = x_1 x_2 \rightarrow \max.$$

Echish: Lagranj funksiyasini tuzamiz:

$$F(x_1, x_2, \lambda) = x_1 x_2 + \lambda (x_1 + x_2 - 1).$$

Bu funksiya x_1, x_2 va λ lar bo'yicha xususiy hosilalarni olib, ularni nolga tenglaymiz. Natijada quyidagi sistemaga ega bo'lamiz.

$$\begin{cases} x_2 + \lambda = 0, \\ x_1 + \lambda = 0, \\ x_1 + x_2 - 1 = 0. \end{cases}$$

Sistemani yechish natijasida berilgan masalaning optimal yechimini aniqlaymiz:

$$\lambda^* = -1/2, x_1^* = x_2^* = 1/2; Z = 1/4.$$

Tayanch so'z va iboralar.

Stasionar nuqta, Gesse matrisasi, Lagranj funksiyasi, shartsiz optimallashtirish masalasi, egar nuqta.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.

1. «Shartsiz optimallashtirish masalasi» deganda qanday masalani tushunasiz?
2. Stasionar nuqta nima?
3. Gesse matrisasi va uni ekstremal nuqtani aniqlashdagi roli qanday?
4. Egar nuqta nima?
5. Cheklamalari tenglama ko'rinishda bo'lgan chiziqsiz programmalash masalasini yechish uchun Lagranjning aniqmas ko'paytuvchilar usuli qanday?
6. Lagranj funksiyasi qanday tuziladi?

Mustaqil yechish uchun masalalar.

I.Quyidagi funksiyalarning mahalliy ekstremumini toping.

1. $Z = x^3 + y^3 - 3xy$.
2. $Z = x^2 + xy + y^2 + x - y + 1$.
3. $Z = 4x_1^2 + x_2^2 - 4x_1 - 2x_2$.
4. $Z = 5x_1 + 8x_2 - 2x_1^2 - 2x_2^2$.

II. Quyidagi masalalarni shartli ekstremumini Lagranj usuli bilan toping.

1. $Z = x_1 \cdot x_2 \rightarrow \max (\min)$.
 $x_1^2 + x_2^2 = 2$.
2. $Z = x_1 + x_2 \rightarrow \max (\min)$.
 $\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = 1$.
3. $Z = x_1^3 + x_2^3 \rightarrow \max (\min)$.
 $x_1 + x_2 = 2$.
4. $Z = x_1 + x_2 \rightarrow \max$.
 $x_1^2 + x_2^2 = 1$.

III. Quyidagi iqtisodiy masalalarning matematik modelini tuzing va Lagranj usuli bilan yeching.

1. Rejaga asosan korxona 180 birlik mahsulot ishlab chiqarishi kerak. Bu mahsulotlarni 2 xil texnologik usul bilan ishlab chiqarishi mumkin. x_1 miqdordagi mahsulotni I usul bilan ishlab chiqarilganda $4x_1 + x_1^2$ so'm, x_2 miqdordagi mahsulotni II usul bilan ishlab chiqarganda $8x_2 - x_2^2$ so'm xarajat sarf qilinadi.

Qaysi usul bilan qancha mahsulot ishlab chiqarilganda sarf qilingan jami xarajatlar miqdori minimal bo'ladi?

2. Firma avtomobillar sotish bilan shug'ullanadi. Bu ishni u magazinlar va savdo agentlari yordamida amalga oshiradi. x_1 ta avtomobilni magazin orqali sotganda firma $4x_1 + x_1^2$ pul birligi miqdorida harajat sarf qiladi. x_2 ta avtomobilni savdo agenti yordamida sotganda esa u x_1^2 miqdorda xarajat sarf qiladi. Firma 200 dona avtomobilni sotishi kerak bo'lsin. U qaysi yo'l bilan qancha avtomobil sotganda firmaning umumiy harajati minimal bo'ladi?

5-mavzu. Qavariq programallashtirish. reja

1. Qavariq to'plamlar va ularning xossalari.
2. Qavariq funksiyalar va ularning xossalari.
3. Qavariq programmalashtirish masalasi.

Qavariq programmalash optimallashtirish masalasining bir bo'limi bo'lib, u qavariq funksiyani qavariq to'plamda minimallashtirish (maksimallashtirish) nazariyasini o'rgatadi.

Boshqacha qilib aytganda, «qavariq programmalash masalasi» deganda

$$g_i(x) = g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i \quad (i=1, \dots, m), \quad (1)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j=1, \dots, n), \quad (2)$$

$$Z = f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \min. \quad (3)$$

ko'rinishdagi masala nazarda tutiladi, bunda $g_i(x)$, $f(x)$ funksiyalar $G \subseteq E_n$ qavariq to'plamda aniqlangan, pastga qavariq funksiyadir. Agar $f(x)$, $g_i(x)$ funksiyalar G da aniqlangan yuqoriga qavariq funksiyalar bo'lsa, u holda qavariq programmalash masalasi quyidagi ko'rinishda beriladi:

$$g_i(x) = g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq b_i \quad (i=1, \dots, m), \quad (4)$$

$$x_j \geq 0 \quad (j=1, \dots, n), \quad (5)$$

$$Z = f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max. \quad (6)$$

(1)-(3) va (4)-(6) masalalarni yechish usullari bilan tanishishdan oldin qavariq va botiq funksiyalar haqidagi ayrim tushunchalar bilan tanishamiz.

Qavariq va botiq funksiyalar va ularning ekstremumi

1-ta'rif. Agar $f(x)$ funksiya $G \subseteq E_n$ qavariq to'plamda aniqlangan bo'lib, ixtig'riy $x_1 \in G$, $x_2 \in G$ nuqtalar va $0 \leq \alpha \leq 1$ son uchun

$$f(\alpha x_2 + (1-\alpha)x_1) \leq \alpha f(x_2) + (1-\alpha)f(x_1) \quad (7)$$

tengsizlik o'rinli bo'lsa, $f(x)$ funksiya «botiq (pastga qavariq) funksiya» deyiladi. Boshqacha aytganda, $Z=f(x)$ gipertekislik pastga qavariq bo'lishi uchun uning ixtiyoriy ikkita (x_1, Z_1) va (x_2, Z_2) nuqtalarini tutashtiruvchi kesma gipertekislikning sirtida yoki undan yuqorida yotishi kerak.

2-ta'rif. Agar $f(x)$ funksiya $G \subseteq E_n$ qavariq to'plamda aniqlangan bo'lib, ixtiyoriy $x_1 \in G$, $x_2 \in G$ nuqtalar va $0 \leq \alpha \leq 1$ son uchun

$$f(\alpha x_2 + (1-\alpha)x_1) \geq \alpha f(x_2) + (1-\alpha)f(x_1) \quad (8)$$

tenglik o'rinli bo'lsa, $f(x)$ funksiya yuqoriga «qavariq funksiya» deb ataladi.

Agar $Z=f(x)$ gipertekislik yuqoriga qavariq bo'lsa, uning ixtiyoriy ikki (x_1, Z_1) va (x_2, Z_2) nuqtalarini tutashtiruvchi kesma shu gipertekislikning sirtida yotadi yoki uning pastidan o'tadi.

3-ta'rif. Agar ixtiyoriy ikkita $x_1 \in G$, $x_2 \in G$ nuqtalar va $0 \leq \alpha \leq 1$ son uchun

$$f(\alpha x_2 + (1-\alpha)x_1) < \alpha f(x_2) + (1-\alpha)f(x_1) \quad (9)$$

yoki

$$f(\alpha x_2 + (1-\alpha)x_1) > \alpha f(x_2) + (1-\alpha)f(x_1) \quad (10)$$

tengsizliklar o'rinli bo'lsa, $G \subseteq E_n$ qavariq to'plamda aniqlangan $f(x)$ funksiya qat'iy pastga qavariq yoki qat'iy yuqoriga qavariq funksiya deyiladi.

Agar $f(x)$ funksiya $G \subset E_n$ da qat'iy yuqoriga qavariq bo'lsa, u holda - $f(x)$ funksiya qat'iy pastga qavariq bo'ladi va aksincha.

Agar $f(x)$ funksiya G qavariq to'plamda aniqlangan pastga qavariq funksiya bo'lsa, ixtiyoriy sondagi $x_1, x_2, \dots, x_n \in G$, nuqtalar uchun quyidagi

$$\begin{cases} f\left(\sum_{j=1}^n \lambda_j x_j\right) \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j f(x_j), \\ \lambda_j \geq 0, \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1. \end{cases} \quad (11)$$

munosabat o'rinli bo'ladi.

Xuddi shuningdek, agar $f(x)$ funksiya G qavariq to'plamda aniqlangan yuqoriga qavariq funksiya bo'lsa, ixtiyoriy sondagi $x_1, x_2, \dots, x_n \in G$ nuqtalar uchun quyidagi munosabat o'rinli bo'ladi.

$$\begin{cases} f\left(\sum_{j=1}^n \lambda_j x_j\right) \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j f(x_j), \\ \lambda_j \geq 0, \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1. \end{cases} \quad (12)$$

Qavariq funksiya quyidagi xossalarga ega:

1. G qavariq to'plamda berilgan $f(x)$ funksiya pastga qavariq bo'lsa, ixtig'riy haqiqiy b son uchun $f(x) \leq b$ tengsizlikni qanoatlantiruvchi nuqtalar to'plami ham pastga qavariq bo'ladi.

2. G qavariq to'plamda berilgan $f(x)$ funksiya yuqoriga qavariq bo'lsa, b ixtig'riy son bo'lganda $f(x) \geq b$ tengsizlikni qanoatlantiruvchi nuqtalar to'plami ham yuqoriga qavariq bo'ladi.

3. Ikkita G_1 va G_2 qavariq to'plamning kesishmasi ham qavariq to'plam bo'lganligi sababli yuqoridagi 1-2 xossalardan quyidagi xulosani chiqarish mumkin. G qavariq to'plamda aniqlangan $g_i(x)$ ($i=1, \dots, m$) funksiyalar pastga (yuqoriga) qavariq bo'lib, b_i ($i=1, \dots, m$) ixtiyoriy sonlar bo'lsa,

$$g_i(x) \leq b_i, \quad (g_i(x) \geq b_i), \quad (i=1, \dots, m);$$

tengsizliklar sistemasini qanoatlantiruvchi nuqtalar to'plami pastga (yuqoriga) qavariq to'plam bo'ladi.

4. G qavariq to'plamda aniqlangan $g_i(x)$ ($i=1, \dots, m$) funksiyalar pastga (yuqoriga) qavariq bo'lsa, ularning nomanfiy chiziqli kombinasiyasidan iborat bo'lgan

$$g(x) = \sum_{i=1}^m \lambda_i g_i(x), \quad \lambda_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}$$

funksiya ham pastga (yuqoriga) qavariq bo'ladi.

5. G qavariq to'plamda aniqlangan $f(x)$ funksiyalar pastga (yuqoriga) qavariq bo'lishi uchun u o'z ichiga olgan noma'lumlarning ixtig'riy biri bo'yicha, qolganlarining tayin qiymatlarida, pastga (yuqoriga) qavariq bo'lishligi zarur va yetarlidir.

6. Agar $f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)$ funksiyalar qavariq G to'plamda aniqlangan qavariq funksiyalar bo'lsa,

$$f'(x) = \max_{1 \leq i \leq m} f'_i(x)$$

funksiya ham qavariq bo'ladi.

4-ta'rif. $f(x)$ qavariq funksiyaning $G \subset E_n$ to'plamdagi global maksimumi (minimumi) deb, har qanday $x \in G$ nuqtada

$$f(x'') \geq f(x) \quad (f(x'') \leq f(x)) \quad (13)$$

tengsizlikni qanoatlantiruvchi $x'' \in G$ nuqtaga aytiladi.

Agar (13) tengsizlik $x'' \in \mathcal{E}(x'')$ nuqta uchun o'rinli bo'lsa, x'' nuqta $f(x)$ funksiyaga mahalliy maksimum (minimum) qiymat beruvchi nuqta bo'ladi, bu yerda

$$\mathcal{E}(x'') = \{x \mid |x - x''| < \varepsilon\}.$$

Qavariq funksiyaning ekstremumiga doir quyidagi teoremlar o'rinlidir.

1-teorema. Agar $f(x)$ funksiya G qavariq to'plamda aniqlangan pastga qavariq funksiya bo'lsa, uning ixtiyoriy mahalliy minimumi global minimum bo'ladi.

2-teorema. Agar $f(x)$ funksiya G qavariq to'plamda pastga (yuqoriga) qavariq bo'lib, bu to'plamga tegishli ikkita $x_1, x_2 \in G$ nuqtalarda global ekstremumga erishsa, shu nuqtalarning qavariq kombinasiyasidan iborat bo'lgan ixtiyoriy nuqtada ham global ekstremumga erishadi.

3-teorema. Agar $f(x)$ funksiya G qavariq to'plamda aniqlangan qat'iy pastga (yuqoriga) qavariq funksiya bo'lsa, u o'zining global minimumiga (maksimumiga) shu to'plamning faqat bitta nuqtasida erishadi.

4-teorema. Agar $f(x)$ funksiya G qavariq to'plamda aniqlangan pastga (yuqoriga) qavariq va differentsiallanuvchi funksiya bo'lib, ixtiyoriy $x'' \in G$ nuqtada $\nabla f(x'') = 0$ bo'lsa, $f(x)$ funksiya x'' nuqtada global minimumga (maksimumga) erishadi.

Lagranj funksiyasining egar nuqtasi. Kun-Takker shartlari.

(1)-(3) hamda (4)-(6) masalalar uchun Lagranj funksiyasini tuzamiz.

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_m) = \lambda_0 f(x_1, x_2, \dots, x_n) + \sum_{i=1}^m \lambda_i (b_i - g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)) \quad (14)$$

5-ta'rif. Agar $X'' = (x_1'', x_2'', \dots, x_n'')$ nuqtada $F(X'', \Lambda)$ funksiya minimumga erishib, $\Lambda'' = (\lambda_1'', \lambda_2'', \dots, \lambda_m'')$ nuqtada $F(X, \Lambda'')$ funksiya maksimumga erishsa, (X'', Λ'') nuqta $F(X, \Lambda)$ «Lagranj funksiyasining egar nuqtasi» deb ataladi.

Agar (X'', Λ'') nuqta (1)-(3) masala uchun tuzilgan Lagranj funksiyasi $F(X, \Lambda)$ ning egar nuqtasi bo'lsa, X'' ning kichik ε atrofida $(\mathcal{E}(x'') = \{x \mid |x - x''| < \varepsilon\})$ ixtiyoriy $x_j \geq 0$ uchun Λ'' ning ε atrofida $(\mathcal{E}(\Lambda'') = \{\Lambda \mid |\Lambda - \Lambda''| < \varepsilon\})$ ixtiyoriy $\Lambda \geq 0$ uchun

$$F(X'', \Lambda) \leq F(X'', \Lambda'') \leq F(X, \Lambda'') \quad (16)$$

munosabat o'rinli bo'ladi.

Agar $F(X, \Lambda)$ Lagranj funksiyasi (4)-(6) masala uchun tuzilgan bo'lsa (16) munosabat quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$F(X, \Lambda'') \leq F(X'', \Lambda'') \leq F(X'', \Lambda) \quad . \quad (17)$$

(16), (17) munosabatlar $F(X, \Lambda)$ Lagranj funksiyasi egar nuqtasining mavjudligi haqida, $f(x)$ va $g_i(x)$ ($i=1, \dots, m$) funksiyalar differensiallanuvchi bo'lmagan xol uchun zaruriy va yetarlilik shartlaridan iborat.

$f(x)$ va $g_i(x)$ ($i=1, \dots, m$) funksiyalar differensiallanuvchi bo'lgan holda Lagranj funksiyasi $F(X, \Lambda)$ funksiyaning egar nuqtasi mavjudligining zaruriy va yetarlilik shartlari (1)-(3) masala uchun quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial x_j} \geq 0, \dots; \quad (18)$$

$$x_j^0 \frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial x_j} = 0, \quad x_j^0 \geq 0; \quad (19)$$

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_j} \leq 0, \dots; \quad (20)$$

$$\lambda_i^0 \frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_i} = 0; \quad \lambda_i^0 \geq 0. \quad (21)$$

Maqsad funksiyaning maksimumi qidiriladigan (4)-(6) masala uchun esa bu shartlar quidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial x_j} \leq 0, \dots; \quad (22)$$

$$x_j^0 \frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial x_j} = 0; \quad x_j^0 \geq 0; \quad (23)$$

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_j} \geq 0, \dots; \quad (24)$$

$$\lambda_i^0 \frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_i} = 0; \quad \lambda_i^0 \geq 0. \quad (25)$$

Osonlik bilan ko'rish mumkinki, agar (18)-(21) va (22)-(25) munosabatlar bajarilsa, (16) va (17) munosabatlar o'z-o'zidan bajariladi. Shuning uchun (18)-(21) va (22)-(25) munosabatlarni Lagranj funksiyasi egar nuqtasining mavjudligi haqida Kun-Takker shartlari deb ataymiz. Bunda quyidagi teorema o'rinli bo'ladi.

5-teorema. $F(X, \Lambda)$ funksiya egar nuqtaga ega bo'lishi uchun maqsad funksiyaning minimumi qidiriladigan (1)-(3) masala uchun (18)-(21) shartlarning, maqsad funksiyaning maksimumi qidiriladigan (4)-(6) masala uchun (22)-(25) shartlarning bajarilishi zarur va yetarlidir.

Kun-Takker teoremasi. Yuqoridagi (4)-(6) masalani, ya'ni

$$\begin{aligned} g_i(x) &= g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq b_i \quad (i=1, \dots, m), \\ x_j &\geq 0 \quad (j=1, \dots, n), \\ Z &= f(x) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max. \end{aligned}$$

masalani ko'ramiz. Agar kamida bitta $x \in G$ nuqtada $(g_i(x) > b_i)$ ($i=1, \dots, m$) tengsizlik bajarilsa (bunga Sleyter sharti deyiladi), Kun-Takkerning quyidagi teoremasi o'rinlidir.

Teorema. $X^0 \geq 0$ nuqta (1)-(3) masalaning optimal yechimi bo'lishi uchun bu nuqtada (22)-(25) munosabatlarning bajarilishi zarur va yetarlidir.

1-misol. Grafik usul bilan quyidagi

$$\begin{aligned}
2x_1 + x_2 &\geq 2, \\
2x_1 + x_2 &\leq 8, \\
x_1 + x_2 &\leq 6, \\
x_1 &\geq 0, \quad x_2 \geq 0, \\
Z = f(x_1, x_2) &= -x_1^2 - x_2^2 \rightarrow \max.
\end{aligned}$$

masalani yeching va Kun-Takker shartlarining bajarilishini tekshiring.

Yechish. Masalani grafik usulda yechib, uning optimal yechimi $X^0=(0,8;0,4)$ va $f(X^0)=0,8$ ekanligini ko'rish mumkin.

Endi shunday $\Lambda^0 \geq 0$ mavjud bo'lib, (X^0, Λ^0) nuqtada Kun-Takker shartlarining bajarilishini ko'rsatamiz.

Buning uchun eng avval berilgan masala uchun Lagranj funksiyasini tuzamiz.

$$F(X, \Lambda) = -x_1^2 - x_2^2 + \lambda_1(2x_1 + x_2 - 2) - \lambda_2(8 - 2x_1 - x_2) + \lambda_3(6 - x_1 - x_2)$$

X^0 nuqtada masalaning 2-chegaraviy sharti qat'iy tengsizlikka aylanadi. Demak, masala uchun Sleyter sharti bajariladi. Bu holda masala normal bo'lib, bunda $\lambda_i^0 = 0$ deb qabul qilish mumkin.

Lagranj funksiyasidan x_j ($j=1, 2$) va λ_i ($i=1, 2, 3$) lar bo'yicha xususiy hosilalar olamiz va Lagranj shartlarining bajarilishini tekshiramiz.

$$\begin{aligned}
\frac{\partial F}{\partial x_1} &= -2x_1 + 2\lambda_1 + 2\lambda_2 - \lambda_3, \\
\frac{\partial F}{\partial x_2} &= -2x_2 + \lambda_1 + \lambda_2 - \lambda_3, \\
\frac{\partial F}{\partial \lambda_1} &= 2x_1 + x_2 - 2, & \frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_1} &= 2 \cdot 0,8 + 0,4 - 2 = 0, \\
\frac{\partial F}{\partial \lambda_2} &= 8 - 2x_1 - x_2, & \frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_2} &= 8 - 2 \cdot 0,8 - 0,4 = 6 > 0, \\
\frac{\partial F}{\partial \lambda_3} &= 6 - x_1 - x_2, & \frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_3} &= 6 - 0,8 - 0,4 = 4,8 > 0.
\end{aligned}$$

$$\lambda_i^0 \frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_i} = 0$$

shartga ko'ra λ_2 va λ_3 lar 0 ga teng bo'ladi ($\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_2} > 0$, $\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_3} > 0$ bo'lgani uchun).

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_i} = 0$$

bo'lganligi sababli λ_i^0 0 ga teng bo'lmasligi ham mumkin, ya'ni

$$x_j^0 \frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial x_j} = 0$$

tenglikda $x_j^0 > 0$, demak

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial x_j} = 0, \quad (j = 1, 2)$$

bo'ladi, ya'ni

$$\begin{cases} -2 \cdot 0,8 + 2\lambda_1 + 2\lambda_2 - 2\lambda_3 = 0, \\ -2 \cdot 0,4 + \lambda_1 + \lambda_2 - \lambda_3 = 0. \end{cases}$$

$\lambda_2 = 0, \lambda_3 = 0$ bo'lganligi uchun $\lambda_1 = 0,8$ va $\Lambda^0 = (0,8; 0; 0)$ bo'ladi. Demak, $(X^0, \Lambda^0) = (0,8; 0,4; 0,8; 0,0)$ nuqtada Kun-Takker shartlari bajarilayapti. Demak, u egar nuqta bo'ladi.

2-misol. Kun-Takker shartlaridan foydalanib, $X^0 = (I; 0)$ nuqta quyidagi chiziqsiz programmalash masalasining yechimi ekanligini ko'rsating:

Yechish. $X^0 = (I; 0)$ nuqtada masalaning chegaraviy shartlari qat'iy tengsizlikka

$$4x_1 + 5x_2 \leq 8$$

$$2x_1 + x_2 \leq 4$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$

$$Z = f(x) = x_1^2 - 2x_1 + 3x_2^2$$

aylanadi. Demak, Sleyter sharti bajariladi. Bu holda $\lambda_0 = I$ deb qabul qilish mumkin. Shuning uchun Lagranj funksiyasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$F(x_1, x_2, \lambda_1, \lambda_2) = x_1^2 - 2x_1 + 3x_2^2 + \lambda_1(4x_1 + 5x_2 - 8) + \lambda_2(2x_1 + x_2 - 4)$$

Endi Kun-Takker shartlarining bajarilishini tekshiramiz.

$$\frac{\partial F(X^0, \lambda^0)}{\partial x_1} = (2x_1 - 2 + 4\lambda_1 + 2\lambda_2)_{x^0} \geq 0$$

$$\frac{\partial F(X^0, \lambda^0)}{\partial x_2} = (6x_2 + 5\lambda_1 + \lambda_2)_{x^0} \geq 0$$

$$\frac{\partial F(X^0, \lambda^0)}{\partial \lambda_1} = (4x_1 + 5x_2 - 8)_{x^0} = -4 < 0$$

$$\frac{\partial F(X^0, \lambda^0)}{\partial \lambda_2} = (2x_1 + x_2 - 4)_{x^0} = -2 < 0$$

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial x_1} \cdot x_1^0 = 0$$

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial x_2} \cdot x_2^0 = 0 \quad x_1, x_2 \geq 0$$

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_1} \cdot \lambda_1^0 = 0 \Rightarrow (-4) \cdot 0 \Rightarrow \lambda_1^0 = 0$$

$$\frac{\partial F(X^0, \Lambda^0)}{\partial \lambda_2} \cdot \lambda_2^0 = 0 \Rightarrow (-2) \cdot \lambda_2^0 \Rightarrow \lambda_2^0 = 0$$

Shunday qilib, $(X^0, \Lambda^0) = (1; 0; 0; 0)$ nuqta Kun-Takkerning hamma shartlarini qanoatlantiradi. Demak, u Lagranj funksiyasining egar nuqtasi bo'ladi, hamda $X^0 = (1, 0)$ nuqta berilgan masalaning yechimi bo'ladi.

Tayanch so'z va iboralar.

Qavariq funksiya, qat'iy qavariq funksiya, qavariq funksiyaning mahalliy va global maksimumi, Lagranj funksiyasining egar nuqtasi, Kun-Takker shartlari, Kun-Takker teoremasi.

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.

1. Qavariq funksiyaning (pastga va yuqoriga qavariq funksiyalarni) ta'riflang.
2. Qat'iy pastga (yuqoriga) qavariq funksiyaning ta'riflang.
3. Qavariq funksiya qanday xossalarga ega?
4. «Qavariq funksiyaning mahalliy va global maksimumi (minimumi)» deganda nimani tushunasiz?
5. Qavariq funksiya qachon yagona global minimumga (maksimumga) erishadi?
6. Qavariq programmalash masalasi uchun Lagranj funksiyasi qanday ko'rinishga ega bo'ladi?
7. Lagranj funksiyasining egar nuqtasi nima va u qanday aniqlanadi?
8. Lagranj funksiyasi egar nuqtasining mavjud ekanligining zaruriy va yetarlik shartlari.
9. Kun-Takker teoremasini ta'riflang.
10. Sleyter sharti nimadan iborat?

Mustaqil yechish uchun masalalar.

I. Quyidagi funksiyalarning qavariqligini tekshiring.

a) $Y = \frac{2}{x}, \quad x > 0;$

b) $Z = e^{2x_1 - x_2};$

c) $Z = 5 - x_1^2 - x_2^2;$

d) $Z = -x_1 \cdot x_2 + 2x_1;$

e) $Z = -\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2}; \quad x_1 > 0, \quad x_2 > 0.$

II. Kun-Takker shartlaridan foydalanib, $X^0 = (0; 4)$ nuqtaning quyidagi qavariq programmalash masalasining yechimi ekanligini aniqlang.

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 \leq 8, \\ 3x_1 + x_2 \leq 15, \\ x_1 + x_2 \geq 1, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \\ Z = f(x_1, x_2) = (x_1 - 6)^2 + (x_2 - 2)^2 \rightarrow \max. \end{cases}$$

III. Grafik usulni qo'llab, quyidagi masalalarni yeching va Kun-Takker shartlarini qanoatlantirishini aniqlang:

$$a) \quad \begin{cases} 2x_1 + 5x_2 \geq 20, \\ x_1 - 2x_2 = 5, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \\ Z = f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2. \end{cases}$$

$$b) \quad \begin{cases} 3x_1 + 2x_2 \geq 7, \\ 10x_1 - x_2 \leq 8, \\ -18x_1 + 4x_2 \leq 12, \\ x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0, \\ F(x_1, x_2) = (x_1 - 3)^2 + (x_2 - 4)^2. \end{cases}$$

6 – mavzu. Dinamik programmashtirish elementlari

1. Dinamik programmashtirish masalalarining qo'yilishi va hususiyatlari.
2. Optimal rejalashtirish masalasi.
3. Ishlab chiqarishni rejalashtirish masalasi.

Chiziqli va chiziqsiz programmalash masalalarida iqtisodiy jarayon vaqtga bog'liq emas deb qaraladi, shuning uchun masalaning optimal yechimi rejalashtirishning faqat bir bosqichi uchun topiladi. Bunday masalalar bir bosqichli masalalar deb ataladi.

Dinamik programmalash masalalarida iqtisodiy jarayon vaqtga bog'liq deb qaraladi, hamda butun jarayonning optimal rivojini ta'minlovchi bir qator (ketma-ket, har bir davr uchun) optimal yechimlar topiladi. Dinamik programmalash masalalari ko'p bosqichli yoki ko'p qadamli deb ataladi.

Dinamik programmalash – vaqtga bog'liq va ko'p bosqichli boshqariluvchi iqtisodiy jarayonlarni optimal rejalashtirish usullarini o'rganuvchi matematik programmalashning bir bo'limidir.

Agar iqtisodiy jarayonning kyechishiga ta'sir ko'rsatish mumkin bo'lsa, bunday jarayon boshqariluvchi deb ataladi. Jarayonning kyechishiga ta'sir etish uchun qabul qilinuvchi qarorlar (yechimlar) to'plamiga boshqarish deb ataladi. Iqtisodiy jarayonlarda boshqarish rejalashtirishning har bir bosqichida vositalarni taqsimlash, mablag' ajratish, direktiv hujjatlar qabul qilish va shu kabilar bilan ifodalanishi mumkin. Masalan, ixtiyoriy korxonada ishlab chiqarish – boshqariluvchi jarayondir, chunki u ishlab chiqarish vositalarining tarkibi, xom ashyo ta'minoti, moliyaviy mablag'lar miqdori va hokazo bilan aniqlanadi. Rejalashtirish davridagi har bir yil boshida xom ashyo bilan ta'minlash, ishlab chiqarish jihozlarini almashtirish, qo'shimcha mablag'lar miqdori haqida qarorlar qabul qilinadi. Bunday qarorlar to'plami boshqarishdan iboratdir. Bir qarashda, eng ko'p miqdorda mahsulot ishlab chiqarish uchun korxonaga mumkin bo'lgan vositalarning hammasini berish va ishlab chiqarish jihozlaridan (stanoklardan, texnikadan va hokazolardan) to'la foydalanish zarurdek tuyuladi. Lekin, bu jihozlarni tezda eskirishiga (ishdan chiqishga) va kelgusida mahsulot ishlab chiqarish hajmining kamayishiga olib kelishi mumkin. Demak, korxonaning faoliyatida noma'qul oqibatlardan holi bo'lgan holda eskirgan jihozlarni almashtirish yoki o'rnini

to'ldirish choralari belgilanishi lozim bo'ladi. Bu esa dastlabki bosqichida mahsulot ishlab chiqarish kamaysa ham, keyingi bosqichi larda korxonaning butun ishlab chiqarish faoliyatini kuchayishiga olib kelishi mumkin. Shunday qilib, yuqoridagi iqtisodiy jarayon, har bir qadamda uning rivojlanishiga ta'sir etuvchi, bir qancha bosqichlardan iborat deb qaralishi mumkin.

Ko'p bosqichli iqtisodiy jarayonlarni rejalashtirish uchun, har bir oraliq bosqichda alohida qaror qabul qilishda, butun jarayonning tub maqsadi ko'zlanadi. Butun jarayonning yechimi o'zaro bog'langan yechimlar ketma-ketligidan iborat bo'ladi. O'zaro bog'langan bunday yechimlar ketma-ketligi strategiya deb ataladi. Oldindan tanlangan mezonga ko'ra eng yaxshi natijani ta'minlovchi strategiya optimal stretagiya deb ataladi. Boshqacha aytganda optimal strategiya ko'p bosqichli iqtisodiy jarayonning optimal rivojlanishini ta'minlovchi strategiyadir.

Dinamik programmalash ko'p bosqichli tuzilishga ega bo'lgan yoki bunday tuzilishga keltiriladigan masalalarning optimal yechimini topish uchun ishlatiladigan matematik vositadir.

Ko'p iqtisodiy jarayonlar o'z-o'zidan bosqichlarga bo'linadigan bo'ladi. Masalan, 5 yillik, 1 yillik rejalarni tuzishda har bir bosqich sifatida yil, kvartal, oy va dekalarni ko'rsatish mumkin. Lekin ba'zi masalalar vaqtga bog'liq bo'lmasligi ham mumkin. Masalan, eng qisqa yo'l bilan ko'zlangan marraga (joyga) borish masalasi ko'p bosqichli emas. Lekin bu masalani ko'p bosqichli masalaga aylantirib, uni dinamik programmalash usuli bilan yechish mumkin.

Ko'p bosqichli iqtisodiy masalalarni yechish uchun ularni yagona matematik modelini yoki bo'lmasa, har bir bosqichga mos keluvchi statik modellar sistemasini tuzib, so'ngra uni dinamik programmalash usullari bilan yechish kerak.

Shunday qilib, ko'p bosqichli jarayon sifatida ifodalanuvchi matematik

programmalash masalalarini yechish dinamik programmalashning predmetini tashkil etadi.

Ko'p bosqichli jarayon deganda vaqtga bog'liq ravishda rivojlanuvchi va o'z taraqqiyotida bir necha bosqichlarga bo'linuvchi jarayonni tushunish kerak.

Dinamik programmalash quyidagi xususiyatlarga ega:

1) Dinamik programmalash ko'p bosqichli jarayonning birdan-bir yagona yechimini emas, balki har bir bosqichga mos keluvchi va tub manfaatni ko'zlovchi yechimlar ketma-ketligini topishga yordam beradi;

2) dinamik programmalash yordami bilan yechilayotgan ko'p bosqichli masalaning ma'lum bir bosqichi uchun topilgan yechimi undan oldingi bosqichlarda topilgan yechimga bog'liq bo'lmaydi. Unda faqat shu bosqichni ifodalovchi faktlar nazarga olinadi;

3) dinamik programmalash yordami bilan ko'p bosqichli masalani yechish jarayonining har bir bosqichida tub maqsadni ko'zlovchi yechimni aniqlash kerak, ya'ni yechimlar orasida provard maqsadga erishishga maksimal hissa qo'shuvchi yechimni topish kerak.

Demak, ma'lum bir bosqichda topilgan optimal reja faqat shu qadam nuqtai nazaridan emas, balki butun jarayonning tub (provard) maqsadi nuqtai nazaridan optimal reja bo'lishi kerak. Bunday prinsip «dinamik programmalashning optimallik prinsipi» deb ataladi.

Optimallik prinsipiga amal qilish har qadamda qabul qilingan yechimni kelgusida qanday oqibatlarga olib kelishini nazarga olib borish demakdir. Bundan tashqari optimallik prinsipini yana quyidagicha talqin qilish mumkin.

Har bir bosqichdan avval sistemaning holati qanday bo'lishidan qat'iy nazar shu bosqichdagi optimal yutuq bilan undan keyingi bosqichlardagi optimal yutuqlarning yig'indisini maksimallashtiruvchi boshqarishni tanlash kerak.

Demak, boshqarishning optimal strategiyasini topish uchun eng avval n -qadamdagi optimal strategiyani topish kerak, keyin n va $n-1$ -qadamlardagi optimal strategiyani va hokazo, barcha qadamlardagi optimal strategiyani topish kerak.

Bu prinsipga asosan dinamik programmalash masalasini oxirgi n -qadamdagi optimal strategiyani topishdan boshlash kerak. Buning uchun undan oldingi qadamdagi yechim haqida ayrim taxminlar qilinadi va bu asosda W mezonni maksimallashtiruvchi U^n boshqarish tanlanadi. Bunday boshqarish shartli boshqarish deb ataladi.

Demak, optimallik prinsipi har qadamda undan oldingi qadamning mumkin bo'lgan ixtiyoriy bir natijasi uchun shartli optimal boshqarishni topishni talab qiladi.

Dinamik programmalash usullari bilan yechiladigan iqtisodiy masalalar.

1. Sanoat birlashmasini optimal rejalashtirish masalasi.

Faraz qilaylik, n ta korxonani o'z ichiga oluvchi sanoat birlashmasining T yillik ishlab chiqarish rejasini tuzish talab qilinsin. Rejalashtirilayotgan T davrning boshida birlashma uchun K_0 miqdorda mablag' ajratilgan bo'lsin. Bu mablag' korxonalararo taqsimlanadi. Korxonalar ajratilgan mablag'ni to'la yoki qisman ishlatadi va ma'lum miqdorda daromad oladi. Keyingi bosqichlarda mablag'lar korxonalararo qayta taqsimlanishi mumkin. Shunday qilib, quyidagi masala hosil bo'ladi: korxonalararo kapital mablag'ni shunday taqsimlash va qayta taqsimlash kerakki, natijada birlashmaning T yil davomida olgan daromadlarining yig'indisi maksimal bo'lsin.

Har yilning boshida birlashmadagi har bir korxonaga ajratiladigan xom ashyo, kapital mablag' va yangilanishi kerak bo'lgan uskunalarining soni haqida yechim qabul qilinadi. Bu yechimlar to'plami boshqarish deb ataladi. Demak t -qadamdagi boshqarish

$$U^t = (U^t_1, U^t_2, \dots, U^t_n)$$

vektor orqali ifodalanadi, bu yerda U^t_j ($j=1, \dots, n$) j korxona uchun t qadamning boshida ajratilgan xom ashyo, kapital mablag' va hokazolarning miqdorini ko'rsatuvchi vektor.

Butun birlashmaning T davr ichida boshqarishni

$$U = (U^1, U^2, \dots, U^T)$$

vektor orqali ifodalash mumkin. Bundan tashqari birlashmadagi har bir j -korxonaning holatini ko'rsatuvchi X_j vektorni kiritamiz.

$$X_j = (X^1_j, X^2_j, \dots, X^T_j), \quad (j=1, \dots, n).$$

Bu yerda X^t_j ($j=1, \dots, n$) t qadamning boshidagi j -korxonaning moddiy-ashyoviy va moliyaviy ahvol darajasini ko'rsatuvchi vektor bo'lib, uning komponentalari korxonadagi mehnat resurslari, asosiy fondlar, moliyaviy ahvol darajasini ko'rsatadi, ya'ni

$$X^t_j = (X^{t1}_j, X^{t2}_j, \dots, X^{t\theta}_j).$$

Demak, yuqoridagilardan xulosa qilib aytish mumkinki, boshqarish vektori birlashmadagi korxonalar sistemasining t qadam boshidagi holatini ko'rsatuvchi vektordir, ya'ni

$$U^t = U^t(X^{t-1}).$$

Sistemaning boshlang'ich holati X_0 berilgan deb faraz qilamiz. Maqsad funktsiya sifatida birlashmaning T davr ichida oladigan daromadlari yig'indisini ifodalovchi

$$Z = \sum_{t=1}^T Z^t \rightarrow \max$$

funktsiyani kiritamiz. Har bir t qadamning boshida sistemaning X^t holat darajasiga va U^t boshqarish vektoriga ma'lum bir chegaralovchi shartlar qo'yiladi. Bu shartlar birlashmasini G bilan belgilaymiz va uni mumkin bo'lgan boshqarishlar to'plami deb ataymiz.

Shunday qilib, quyidagi dinamik programmalash masalasiga ega bo'lamiz:

$$U^t \in G, \quad (1)$$

$$Z = \sum_{t=1}^T Z^t \rightarrow \max. \quad (2)$$

Hosil bo'lgan (1)-(2) model ishlab chiqarishning dinamik modeli deb ataladi. Bu modelga asosan har bir t qadamdagi U^t boshqarishni shunday aniqlash kerakki, natijada sistemaning rejalashtirilayotgan davr ichida erishgan daromadlari yig'indisi maksimal bo'lsin.

2. Mahsulot ishlab chiqarish va uni saqlashni rejalashtirishning dinamik modeli.

Vaqtga bog'liq ravishda o'zgaruvchan talabni qondirishga qaratilgan ishlab chiqarishni rejalashtirish masalasini ko'ramiz. Rejalashtirilayotgan davrning uzunligi T bo'lsin. Bu davrning har bir t -qadamida ($t=1, \dots, T$) mahsulotga bo'lgan talab $V(t)$ ma'lum deb faraz qilamiz. Xuddi shuningdek, t qadamdagi ishlab chiqarish rejasini $X(t)$ bilan belgilaymiz. T davr davomida korxonadagi mahsulotlar zahirasi kamayib yoki ortib borishi mumkin. Faraz

qilaylik, boshlang'ich ($t=0$) qadamda korxonadagi mahsulot zahirasi $Z(0)$ bo'lsin. U holda $X(t) > V(t)$ bo'lganda t -qadamdagi mahsulot zahirasi quyidagicha aniqlanadi

$$Z(t) = X(t) - V(t) + Z(0) \geq 0.$$

Agar t qadamda ishlab chiqarilgan mahsulot talabdan kam bo'lsa, ya'ni

$$X(t) < V(t)$$

bo'lsa, u holda t -qadamning boshida korxonada mavjud bo'lgan mahsulot zahirasi $V(t) - X(t)$ ga kamayadi, ya'ni

$$Z(t) = Z(t-1) - V(t) + X(t)$$

bo'ladi.

Ixtiyoriy qadamdagi mahsulot zahirasi noldan kichik emas deb faraz qilamiz, hamda $t=0$ boshlang'ich qadam bilan t -qadam orasidagi mahsulotga bo'lgan umumiy talabni $V(t)$ bilan, umumiy ishlab chiqarish hajmini $X(t)$ bilan belgilaymiz. U holda tengliklar o'rinli bo'ladi.

$$V(t) = \int_0^t V(t) dt;$$

$$\overline{X}(t) = \int_0^t X(t) dt;$$

Faraz qilaylik, mahsulotni bir- birligini saqlash uchun sarf qilingan harajat C birlik va ishlab chiqarish harajatlari funksiyasi $K(t)$ bo'lsin. Ishlab chiqarish harajatlari funksiyasi $K(t)$ ishlab chiqarilgan mahsulotlar miqdori $X(t)$ ga bog'liq bo'ladi, ya'ni $K(t) = f(X(t))$. Ishlab chiqarishni shunday rejalashtirish kerakki, natijada mahsulot ishlab chiqarish va saqlash uchun sarf qilingan harajatlar minimal bo'lsin, ya'ni

$$Y = \int_0^T f(X(t)) dt + c \int_0^T (X(t) - V(t) + Z(0)) dt \rightarrow \min. \quad (3)$$

Maqsad funksiya ikki qismdan iborat bo'lib, uning birinchi qismi mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun ketgan harajatlarni, ikkinchi qismi esa mahsulotlarni saqlash uchun sarf qilingan harajatlarni ko'rsatadi.

Bundan tashqari masaladagi noma'lumlar quyidagi shartlarni qanoatlantirishi kerak:

$$Z(0) \geq 0; \quad (4)$$

$$X(t) - V(t) + Z(0) \geq 0; \quad (5)$$

$$X(T) - V(T) = Z(T). \quad (6)$$

Bunda (4) shart rejalashtirilayotgan davrning boshidagi mahsulot zahirasi manfiy emasligini ko'rsatadi. (5) shart ixtiyoriy t bosqichdagi mahsulot zahirasi manfiy emasligini ko'rsatadi. (6) shart rejalashtirilayotgan davrning oxirida korxonada ortib qolgan mahsulot miqdori $Z(T)$ ga teng ekanligini ko'rsatadi.

Hosil bo'lgan (3)-(6) model mahsulot ishlab chiqarish va saqlashni rejalashtirishning dinamik modeli deyiladi.

Bu modelga asosan har bir qadamdagi mahsulot ishlab chiqarishni shunday rejalashtirish kerakki, natijada uni ishlab chiqarish va saqlash uchun sarf qilingan harajatlar yig'indisi minimal bo'lsin.

Misol. Xaridorgir mahsulot ishlab chiqarishni kengaytirish uchun buning mahsulot ishlab chiqaruvchi n ta korxonalarga S ming so'm kapital mablag' ajratilgan.

Agar i -korxonaga x_i ming so'm kapital mablag' ajratilsa, u holda bu korxonadagi mahsulot ishlab chiqarish hajmi $f_i(x_i)$ miqdorga oshadi.

Barcha korxonalarda ishlab chiqariladigan mahsulot hajmini maksimal oshirish uchun kapital mablag'ni korxonalarga qanday taqsimlash kerak?

Yechish. Masalaning matematik modeli quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\sum_{i=1}^n x_i = S, \quad (7)$$

$$x_i \geq 0, \quad (i=1, n); \quad (8)$$

$$F = \sum_{i=1}^n f_i(x_i) \rightarrow \max. \quad (9)$$

Bu yerda $f_i(x_i) - x_i$ kapital mablag'ning chiziqli funksiyasi.

Agar $f_i(x_i)$ —qavariq funksiya bo'lsa, u holda masalani 14- ma'ruzada tanishgan usullardan birini qo'llab yechish mumkin. Agar $f_i(x_i)$ —ixtiyoriy chiziqli funksiya bo'lsa, u holda (7)-(9) masalani dinamik programmalash usulini qo'llab yechish kerak bo'ladi. Buning uchun masalani ko'p bosqichli masala sifatida ifodalash kerak. Kapital mablag'ni n ta korxonaga taqsimlash variantlarini o'rganish va har bir variantga mos keluvchi samaradorlik darajasini aniqlash o'rniga S miqdordagi kapital mablag'ni, avval, bitta korxonaga, keyin ikkita, va hokazo, n ta korxonaga taqsimlash samaradorligini aniqlaymiz. Shunday yo'l bilan masala ko'p bosqichli dinamik programmalash masalasiga aylanadi.

Har bir k -korxonaga ajratiladigan kapital mablag' haqidagi qaror boshqarish bo'ladi. Shunday boshqarishlar ichida (3) funksiyaga maksimal qiymat beruvchisini topish kerak.

7. *Dinamik programmalash masalasining umumiy qo'yilishi. Bellmannning funksional tenglamalari.*

Vaqtga bog'liq ravishda o'zgaruvchan va boshqarish mumkin bo'lgan sistemani ko'ramiz. Bu sistemani T ta bosqichlarga ajratish mumkin deb faraz qilamiz, ya'ni $t=1, \dots, T$. Har bir bosqichning boshidagi sistemaning holatini x_t bilan belgilaymiz.

$$x_t = (x_{t1}, x_{t2}, \dots, x_{tm}).$$

Taraqqiq't jarayonida sistemaning holati o'zgaradi. Uning x_{t-1} holatdan x_t holatga o'tishga u_t boshqarish ta'sir qiladi. Demak, x_t x_{t-1} va u_t o'zgaruvchilarning funksiyasidan iborat bo'ladi, ya'ni

$$x_t = \varphi(x_{t-1}, u_t).$$

Bu yerda u_t mumkin bo'lgan boshqarishlar to'plami G_t ga tegishli, ya'ni

$$u_t \in G_t$$

Bunday aniqlashlarda sistemaning butun $[0, T]$ davr ichidagi taraqqiyoti $x_0, x_1, \dots, x_{T-1}, x_T$ vektorlar ketma-ketligi orqali aniqlanadi. ($x_t \in X(t)$) $X(t)$ —sistemaning t bosqichda mumkin bo'lgan holatlar to'plami. Sistemani boshlang'ich X_0 holatdan X_T holatga o'tkazish uchun $u_0, u_1, \dots, u_{T-1}, u_T$ boshqarishlar ketma-ketligi, ya'ni strategiyalar hizmat qiladi. Sistemani eng yaxshi x_T holatga o'tishini ta'minlash uchun $f_T(x)$ maqsad funksiyani kiritamiz.

$$f_T(x) = \sum_{t=1}^T Z_t(x_{t-1}, x_t)$$

bu yerda $Z_t = (x_{t-1}, x_t)$ sistemaning x_{t-1} holatdan x_t holatiga o'tishida hisoblanadigan va bu holatlarni solishtirib baholovchi funksiyadir.

Agar sistemaning t bosqichdagi holatlar to'plami $\bar{X}_t$, mumkin bo'lgan boshqarishlar to'plami G_t , hamda sistemani bir holatdan ikkinchi holatga o'tkazish qoidasi, hamda bu holatlarni solishtiruvchi funksiya $Z_t = (x_{t-1}, x_t)$ berilgan bo'lsa, T bosqichi sistema to'la aniqlangan bo'ladi. Bunday sistemani ifodalovchi dinamik programmalash masalasi quyidagicha yoziladi.

Sistemani boshlang'ich holati x_0 ma'lum bo'lganda shunday

$$u_t = (u_{t1}, u_{t2}, \dots, u_{tm})$$

strategiyani tanlash kerakki, u

$$x_t = \varphi(x_{t-1}, u_t), \quad x_t \in \bar{X}(t), \quad u_t \in G_t, \quad (t=1, \dots, T) \quad (10)$$

shartlarni qanoatlantirib,

$$f_T(x) = \sum_{t=1}^T Z_t(x_{t-1}, x_t) \quad (11)$$

funksiyaga ekstremal qiymat bersin.

Ushbu munosabatlardan ko'rinadiki, dinamik programmalash masalasi ko'p bosqichli tanlash masalasi bo'lib, uning u^* optimal yechimi bir nechta bosqichlarda topilgan mumkin bo'lgan u_t boshqarishlar asosida tanlanadi.

Geometrik nuqtai nazardan, dinamik programmalash masalasini quyidagicha talqin qilish mumkin:

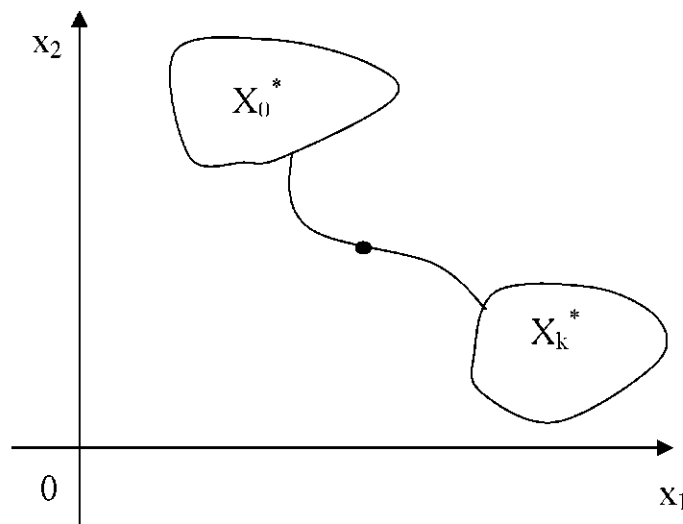
Umumiy holda sistemaning boshlang'ich x_0 holati va oxirgi x_k holati aniq berilmaydi, hamda boshlang'ich holatning butun bir X_0^* sohasi va oxirgi holatlarning X_k^* sohasi ko'rsatiladi.

Umumiy holda dinamik programmalash masalasi quyidagicha ta'riflanadi:

Biror boshqariluvchi X sistema boshlang'ich $x_0 \in X_0^*$ holatda bo'lsin. Vaqt o'tishi bilan sistemaning holati o'zgaradi va u $x_k \in X_k^*$ oxirgi holatga o'tadi, deb hisoblaylik. Sistema holatlarining o'zgarishi biror miqdoriy W -mezon (kriteriy) bilan bog'liq deylik. Sistemaning o'zgarish jarayonini shunday tashkil etish kerakki, bunda W -mezon o'zining optimal qiymatiga erishsin.

U -mumkin bo'lgan boshqaruvlar to'plami bo'lsin, u holda, masala X sistemani $x_0 \in X_0^*$ holatdan $x_k \in X_k^*$ holatga o'tkazishga imkon beruvchi shunday $u^* \in U$ boshqaruvni topishdan iboratki, bunda $W(u)$ mezon o'zining $W^* = W(u^*)$ optimal qiymatiga erishsin.

Odatda sistemaning x_0 holatini sonli parametrlar bilan, masalan, ajratilgan fondlar miqdori, jalb qilingan investisiyalar miqdori, sarflangan yoqilg'i miqdori va h.k. bilan ifodalash mumkin. Bu parametrlarni sistemaning koordinatalari deb ataymiz. U holda sistemaning holatini x nuqta bilan va uning X_0 holatdan X_k holatga o'tishini x nuqtaning traektoriyasi bilan tasvirlash mumkin (1-shakl).



1- shakl.

(10)-(11) masalani yechishdan avval

$$G_T, G_{T-1,T}, \dots, G_{1,2,\dots,T} = G$$

belgilashlar kiritamiz. Bu yerda G_T – masalaning oxirgi T -bosqichdagi aniqlanish sohasi, $G_{1,T} - T$ va $T-1$ bosqichlardagi aniqlanish soha, $G_{1,2,\dots,T} = G$ – berilgan masalaning aniqlanish sohasi.

Maqsad funksiyaning oxirgi bosqichdagi optimal qiymatini $f_1(x_{T-1})$ bilan belgilaymiz:

Xuddi shuningdek, $T-1$ qadamdagi shartli optimal qiymatni $f_2(x_{T-2})$ bilan belgilaymiz. U holda

$$f_1(x_{T-1}) = \max(\min)_{U_T \in G_T} [Z_T(x_{T-1}, U_T)] \quad (12)$$

$$f_2(x_{T-2}) = \max(\min)_{U_{T-2} \in G_{T-1,T}} [Z_{T-1}(x_{T-2}, U_{T-1}) + f_1(x_{T-1})] \quad (13)$$

Xuddi shuningdek,

$$f_3(x_{T-3}) = \max(\min)_{U_{T-3} \in G_{T-2,T-1,T}} [Z_{T-2}(x_{T-3}, U_{T-2}) + f_2(x_{T-2})] \quad (14)$$

$$f_k(x_{T-k}) = \max(\min)_{U_{T-k} \in G_{T-k+1,T-k,T}} [Z_{T-k+1}(x_{T-k}, U_{T-k+1}) + f_{k-1}(x_{T-k+1})], \quad (k = \overline{1, T-1}) \quad (15)$$

$$f_T(x_0) = \max(\min)_{U_1 \in G} [Z_1(x_0, U_1) + f_{T-1}(x_1)] \quad (16)$$

Bu yerda (12)-(16) ifodalar optimallik prinsipining matematik formadagi yozilishidan iborat bo'lib, ular «Bellmannning funksional tenglamalari» yoki «dinamik programmalashning asosiy funksional tenglamalari» deb ataladi.

Bu tenglamalar yordamida dinamik programmalashning $T-1$ bosqichdagi yechimini so'nggi T bosqichdagi yechim orqali topiladi. Shuning uchun yuqoridagi munosabatlar Bellmannning rekurrent munosabatlari deb ataladi.

8. *Dinamik programmalash usuli*

Dinamik programmalashning optimallik prinsipiga asosan har bir qadamda topilgan yechim faqat shu qadam nuqtai nazaridan emas, balki so'nggi, tub maqsad nuqtai nazaridan optimal bo'lishi kerak ekanligini ko'rgan edik. Dinamik programmalash masalalarini yechish usullari uchun ana shu prinsip asos qilib olingan.

Faraz qilaylik, birinchi qadamdagi boshqarish u_1 bo'lsin. Buning ta'sirida sistema x_0 holatdan x_1 holatga o'tadi va natijada $Z_1(x_0, u_1)$ yutuq keltiradi. Ikkinchi qadamda u_2 boshqarish sistemani x_1 holatdan x_2 holatga o'tkizadi va natijada $Z_2(x_1, u_2)$ foyda keltiradi va hokazo. k qadamda u_k boshqarish sistemani x_{k-1} holatdan x_k holatga ko'chiradi va $Z_k(x_{k-1}, u_k)$ yutug' keltiradi.

Demak, sistemani x_0 holatdan x_T holatga ko'chirish uchun shunday $\bar{U} = (u_1, u_2, \dots, u_T)$ boshqarish (strategiyani) tanlash kerakki, undagi $Z_T(x_0, \bar{U})$ yutuq (zarar) maksimal (minimal) bo'lsin, ya'ni

$$f_T(x_0) = Z(x_0, \bar{U}) \rightarrow \max(\min).$$

Agar $Z_T(x_0, \bar{U})$ ni $Z_T(x_0, \bar{U}) = Z_1(x_0, u_1) + Z_2(x_1, u_2) + \dots + Z_T(x_{T-1}, u_T)$ yig'indi ko'rinishida ifodalasak, dinamik programmalash masalasi

$$f_T(x_0) = Z(x_0, \bar{U}) = Z_1(x_0, u_1) + Z_2(x_1, u_2) + \dots + Z_T(x_{T-1}, u_T)$$

funksiyaga maksimum (minimum) qiymat beruvchi

$$\bar{U} = (u_1, u_2, \dots, u_T)$$

boshqarishni topishga keltiriladi.

Bunday boshqarishni topish jarayoni esa, quyidagicha amalga oshiriladi:

Eng avval jarayonni teskari yo'nalishda (x_{T-1} dan x_0 ga tomon) tahlil qilamiz. Buning uchun oxirgi T bosqich uchun funksional tenglama

$$f_1(x_{T-1}) = \max(\min)_{U_{T-1} \in G_T} [Z_T(x_{T-1}, u_T)]$$

yozamiz.

Oxirgi T bosqichning boshida jarayon $x_{T-1,1}, x_{T-1,2}, \dots, x_{T-1,k}$ holatlarda bo'lishi mumkin bo'lsin deb faraz qilamiz. Soddalik uchun faqat butun sonli $x_{T-1,k} \in \bar{X}_{T-1}$ holatlarni ko'ramiz.

Bu holatlarning har biri uchun T bosqichdagi shartli optimal $u_{T,1}, u_{T,2}, \dots, u_{T,k}$ yechimlar va ularga mos keluvchi $Z_{T,1}, Z_{T,2}, \dots, Z_{T,k}$ daromad (chiqim)lar topiladi. $u_{T,1}, u_{T,2}, \dots, u_{T,k}$ yechimlar orasida $f_1(x_{T-1})$ funksiyaga maksimum (minimum) qiymat beruvchi va optimal u^* strategiyaning tarkibiga kiruvchi u^*_{T-1} yechim topiladi. Lekin bu yechim masalani

yechish jarayonining ikkinchi bosqichida, ya'ni jarayon to'g'ri yo'nalishda (x_0 dan x_{T-1} ga tomon) tekshirilganda topiladi.

Shunday qilib, oxirgi qadam optimallashtiriladi, ya'ni bu qadamning boshida sistema qanday bo'lishidan qat'iy nazar qabul qilinadigan yechim aniqlanadi.

So'ngra $T-1$ bosqichga o'tiladi. Bu qadam uchun funksional tenglama

$$f_2(x_{T-2}) = \max_{u_{T-2} \in G_{T-1,T}} (\min) [Z_{T-1}(x_{T-2}, u_{T-1}) + f_1(x_{T-1})]$$

tuziladi.

Bu bosqichda ham, xuddi yuqoridagidek har bir mumkin bo'lgan $x_{T-2,k} \in \bar{X}_{T-2}$ holat uchun mumkin bo'lgan $u_{T-1,k} \in G_{T-1}$ yechim va unga mos keluvchi $Z_{T-1,k}$ daromad (chiqim) topiladi. So'ngra $Z_{T-1,k} + f_1$ yig'indilarni o'zaro solishtirib, har bir $x_{T-2,k}$ holatga mos keluvchi yig'indi va unga mos keluvchi shartli optimal yechim $u_{T-1,k}$ topiladi. Bu yechimlar orasida $f_2(x_{T-2})$ funksiyaga ekstremal qiymat beruvchi va optimal u^* strategiyaning tarkibiga kiruvchi u^*_{T-1} topiladi.

Shunday yo'l bilan davom etib, jarayonning birinchi bosqichiga o'tiladi. Bu qadamda jarayon faqat bitta aniq holatda bo'lishi mumkin. Shuning uchun bu bosqichda oldingi bosqichlarda topilgan barcha shartli optimal yechimlarni nazarga oluvchi va x_0 holatga mos keluvchi optimal yechim topiladi.

Shunday qilib, hamma mumkin bo'lgan holatlar uchun birin-ketin $f_1, f_2, \dots, f_{T-1}, f_T$ funksiyalarning qiymatlari va turli bosqich va holatlarga tegishli yechimlar, shu jumladan u^* optimal strategiyaning tarkibiga kiruvchi optimal $u^*_T, u^*_{T-1}, \dots, u^*_1$ yechimlar topiladi. Bu yechimlar asosida tuzilgan u^* strategiya $f_T(x_0)$ funksiyaga ekstremal qiymat beradi. Optimal

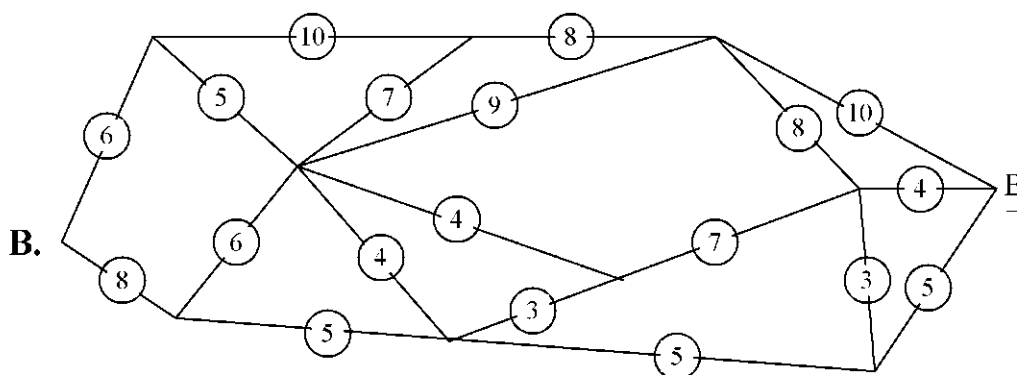
$$U^* = (u^*_1, u^*_2, \dots, u^*_{T-1}, u^*_T)$$

strategiyani aniqlash uchun jarayonni to'g'ri yo'nalishda (x_0 dan x_{T-1} ga tomon) yana bir bor tekshirib chiqish kerak. Bunda, eng avval aniq boshlang'ich x_0 holatdan va topilgan $f_T(x_0)$ funksiyaning qiymatidan foydalanib, u^*_1 topiladi. So'ngra u^*_1 va $f_{T-1}(x_1)$ funksiyaning qiymati orqali u^*_2 topiladi va hokazo. Eng oxirida u^*_{T-1} va $f_{T-1}(x_1)$ orqali u^*_T topiladi.

Dinamik programmalash masalasini yechish jarayonini quyidagi misolda yaqqol ko'rsatish mumkin.

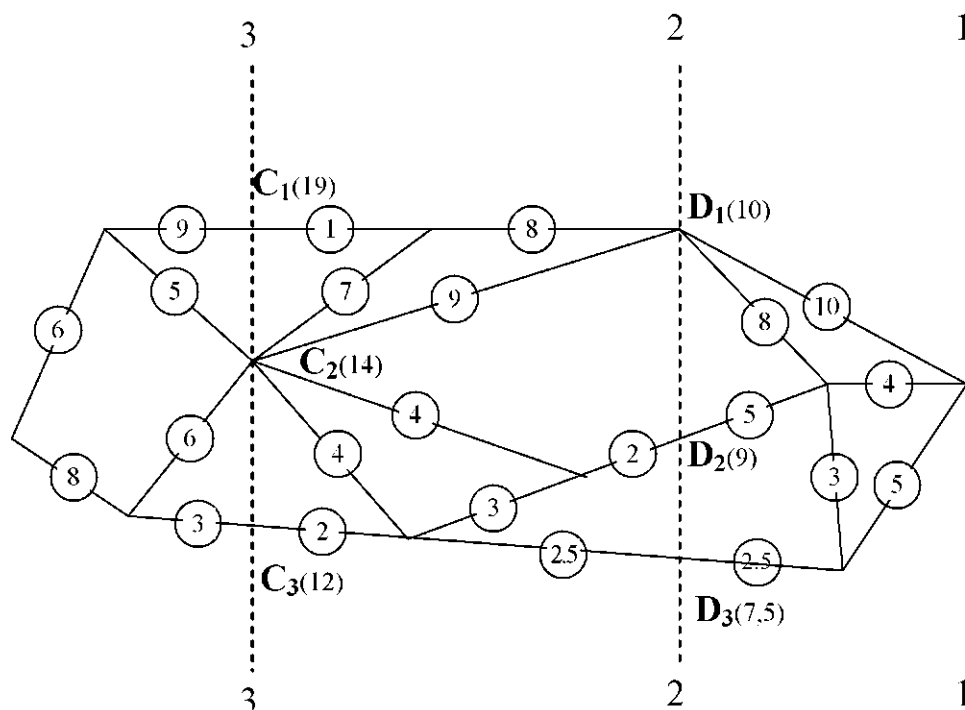
Misol. Eng qisqa yo'lni tanlash masalasi.

Faraz qilaylik, A va B punktlarni o'zaro bog'lovchi temir yo'llar to'ri berilgan bo'lsin (2-shakl). Bu punktlar orasida temir yo'l bilan bog'langan juda ko'p punktlar mavjud bo'lishi mumkin. Bunda har qanday ikki punkt orasidagi masofa ma'lum deb faraz qilamiz. Masalan, bu masofaning uzunligi 2-shakldagi har ikki nuqtani tutashtiruvchi kesma ustiga yozilgan sonlardan iborat bo'lsin. A va B punktlarni eng qisqa yo'l bilan tutashtiruvchi marshrutni aniqlash masalasi qo'yiladi.



2-shakl

Masalani yechish uchun (1-1), (2-2), (3-3) chiziqlar yordamida berilgan temir yo'llar to'rini ayrim qismlarga (bosqichlarga) ajratamiz (3-shakl).



3-shakl

(2-2) chiziqning transport yo'llari to'ri bilan kesishgan nuqtalarini D_1 , D_2 , D_3 lar bilan, (3.3) chiziqning kesishgan nuqtalarini esa C_1 , C_2 , C_3 lar bilan belgilaymiz. Birinchi qadamda B nuqtadan D_1 , D_2 , va D_3 nuqtalargacha bo'lgan eng qisqa masofani aniqlaymiz.

$$B-D_1: \min(10, 8+4, 5+3-8)-10,$$

$$B-D_2: \min(10+8-5, 4+5, 5+3+5)-9,$$

$$B-D_3: \min(5+2,5, 4+3+2,5)-7,5.$$

3-shaklda D_1 , D_2 , D_3 nuqtalardan so'nggi B punktgacha bo'lgan eng qisqa masofa qavs ichida yozilgan. So'ngra (3-3) chiziqning transport yo'llari to'ri bilan kesishgan C_1 , C_2 , C_3 nuqtalarni ko'ramiz. Bu nuqtalardan B nuqttagacha bo'lgan eng qisqa masofani aniqlaymiz. Bu masofa

$$C_1 \text{ nuqta uchun } \min(1+8-10, 1+7-4-2+9, 1+7+2-3+2+9, 1+7-2+2,5+7,5)-\min(19,23,24,20)-19;$$

$$C_2 \text{ nuqta uchun } \min(7+8-10, 9+10, 4+2+9, 4+3+2+9, 4+2,5+7,5)\min(25, 19, 15, 18, 14)-14;$$

$$C_3 \text{ nuqta uchun } \min(2-2,5-7,5, 2-3+2-9)-12.$$

Bu masofalar shaklda qavs ichida yozilgan. 3 bosqichda A nuqtadan B gacha bo'lgan eng qisqa masofa topiladi. Bu masofa quyidagicha aniqlanadi:

$$\min(6+9-19, 6+5-14, 8+6-14, 8+3-12)-23.$$

So'ngra A nuqtadan eng qisqa masofa bo'ylab B nuqtaga boradigan yo'lni belgilaymiz:

$$A-C_3-D_3-B.$$

Tayanch so'z va iboralar.

Dinamik programmalash, ko'p bosqichli jarayon, boshqarish, boshqariluvchi jarayon, strategiya, optimal strategiya, optimallik prinsipi, shartli boshqarish, Bellmanning funksional tenglamalari.

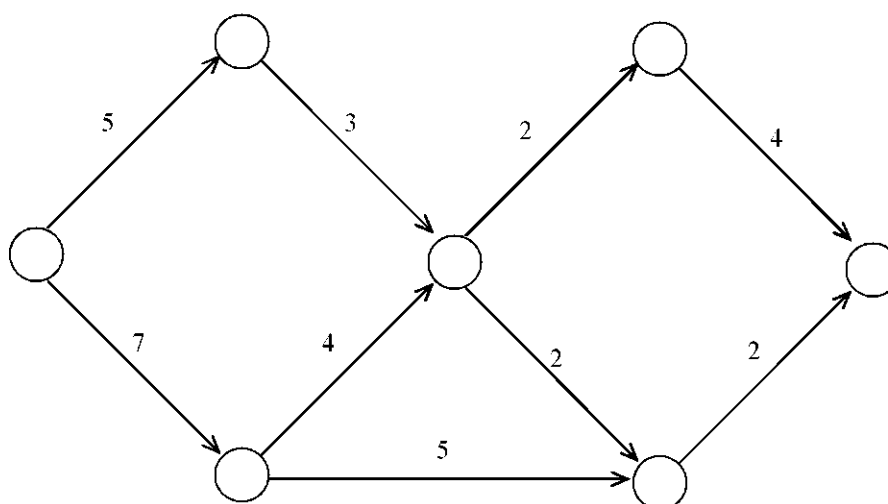
O'z-o'zini nazorat qilish uchun savollar.

6. Dinamik programmalashning predmeti nimadan iborat?
7. Dinamik programmalashning chiziqli programmalashdan qanday farqi bor?
8. Dinamik programmalashning qanday xususiyatlarini bilasiz?
9. Dinamik programmalashning optimallik prinsipi nimadan iborat?
10. Sanoat birlashmasini optimal rejalashtirish masalasining dinamik modeli qanday?
11. Mahsulot ishlab chiqarish va uni saqlashni optimallashtirish masalasining dinamik modeli qanday?
12. Dinamik programmalash masalasi umumiy holda qanday qo'yiladi?
13. Dinamik programmalash masalasining geometrik talqini qanday?
14. Bellmanning funksional tenglamalari qanday?
15. Dinamik programmalash usulining g'oyasi qanday?

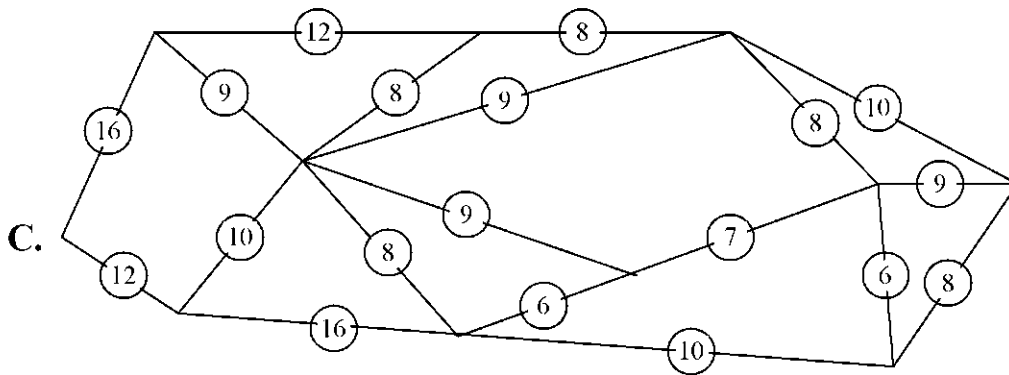
Mustaqil yechish uchun masalalar.

1. Berilgan masalalarni dinamik programmalash masalasi sifatida ifodalang.
 - A. Birlashma m ta korxonani o'z ichiga oladi. Bu korxonalarni texnik jihatdan ta'mirlash maqsadida markazlashtirilgan jamg'arma tashkil etilgan. Bu jamg'armaga birinchi yili A ming so'm mablag' ajratilgan. Keyingi yillarda esa, bu jamg'arma korxonalar daromadida ajratilgan mablag'lar hisobiga to'ldirib boriladi. Ushbu jamg'armadan i -korxonaga ajratilgan x_i mablag' unga $f_i(x_i)$ miqdorda qo'shimcha daromad keltiradi. n yil ichida korxonalarning topgan qo'shimcha daromadlari maksimal bo'lishi uchun jamg'armadagi mablag' qanday taqsimlanishi kerak?
 - B. Birlashma ikkita korxonani o'z ichiga oladi.
 Bu korxonalarni texnik jihatdan ta'mirlash uchun investor S miqdorda kapital mablag'ni N yil davomida sarf qilmoqchi. Har bir i – korxonaga K – yilning boshida $a_i^{(k)}$ miqdorda mablag' ajratiladi.
 N yil ichidagi kapital mablag'ni korxonalar orasida shunday taqsimlash kerakki, natijada investorning oladigan daromadi maksimal bo'lsin.
2. A va B punktlar o'zaro bir necha yo'llar yordamida bog'langan. Yo'lning har bir bo'lagida bir birlik mahsulotni tashish uchun sarf qilinadigan transport harajatlari ma'lum va ular quyidagi shaklda ko'rsatilgan. Mahsulotni A punktdan B punktga optimal tashish marshrutini aniqlang.

4- shakl.



3. A va B punktlar o'zaro bir necha yo'llar bilan bog'langan bo'lsin. Yo'lning har bir bo'lagida bir birlik mahsulotni tashish uchun sarf qilinadigan transport harajatlari ma'lum va ular quyidagi shaklda ko'rsatilgan.



5-shakl

Mahsulotni *A* punktdan *B* punktga optimal tashish marshrutini aniqlang.

7-mavzu. O'yinlar nazariyasi.

reja

1. O'yinlar nazariyasiga doir asosiy tushunchalar.
2. Matrisali o'yinlar.
3. Aralash strategiyalar.

Matematikaning konfliktli (mojaroli) holatlarini, ya'ni qatashuvchilarning (o'yinchilarning) manfaatlari qarama-qarshi yoki bir-biriga mos kelmaydigan holatlarni o'rganuvchi bo'limi – «o'yinlar nazariyasi» deb ataladi. O'yinlar nazariyasi – konfliktli holatda qatnashayotgan har bir «o'yinchi»ga eng katta yutuqqa (yoki eng kichik yutqazishga) erishish uchun qilinadigan harakatlarning eng yaxshisini (optimalini) aniqlashga, yo'llanma berishga imkon beruvchi matematik nazariyadir.

Ko'pgina iqtisodiy jarayonlarga ham o'yinlar nazariyasi nuqtai-nazaridan qarash mumkin. Masalan, o'yin ishtirokchilari – bir xil turdagi mahsulot ishlab chiqaruvchi korxonalar, ta'minotchilar va iste'molchilar bo'lib, o'yining yutug'i – ishlab chiqarish fondlarining samaradorligi, daromad mablag'lari, mahsulotning bahosi yoki tannarxi bo'lishi mumkin.

O'yinlar nazariyasi nisbatan yosh fanlar qatoriga kiradi. Uning paydo bo'lishi Neyman va Morgenshternlarning 1944 yil nashr etilgan «Iqtisodiy jarayonlar va o'yinlar nazariyasi» monografiyasi bilan bog'liq. Keyinchalik o'yinlar nazariyasi amaliy tadbirlarga ega bo'lgan mustaqil yo'nalish sifatida rivojlandi.

Shuni ta'qiddlash lozimki, o'yinlar nazariyasining usullari va xulosalari ko'p marta takrorlanadigan konfliktli holatlarga nisbatan ishlatiladi.

Amalda, konfliktli holatlarni matematik usullar yordamida tadqiq etishda, muhim bo'lmagan faktlarni tashlab yuborib, holatlarning sodda modeli tuziladi. Bunday model o'yin deb ataladi. O'yinda konfliktli holat ma'lum qoida asosida rivojlanadi. O'yinning mohiyati shundaki, har bir ishtirokchi (o'yinchi) o'ziga eng yaxshi natijani beruvchi yechimni tanlashga harakat qiladi.

O'yinda ikkita yoki undan ko'p ishtiroqchilarning manfaatlari to'qnashishi mumkin. Shunga muvofiq, u ikki o'yinchili va ko'p o'yinchili bo'lishi mumkin.

Yutuqlarning harakteriga ko'ra o'yinlar nol summali va 0 summali bo'lmagan o'yinlarga bo'linadi. Nol summali o'yinda o'yinchilarning umumiy kapitali o'zgarmaydi, faqat o'yin davomida qayta taqsimlanadi va shu sababli yutuqlar yig'indisi nolga teng bo'ladi, ya'ni

$$v_1 + v_2 + \dots + v_n = 0,$$

bu yerda v_j – j -o'yinchining yutug'i.

Nol summali bo'lmagan o'yinchilarning yutuqlari yig'indisi noldan farqli. Masalan, lotoreya o'yinida, o'yinchilar qo'ygan badalning bir qismi lotoreya tashkilotlariga beriladi. Shuning uchun

$$v_1 + v_2 + \dots + v_n < 0$$

bo'ladi.

Biz bu yerda amaliy ahamiyati katta bo'lgan o'yinlar – juft o'yinlarni qarash bilan cheklanamiz. O'yin ishtirokchilarini A va B orqali belgilaymiz. O'yinchining strategiyasi deb, o'yinchi mumkin bo'lgan har qanday holatda tanlaydigan rejasiga aytiladi. Strategiyaning soniga qarab, o'yinlar chekli yoki cheksiz o'yinlarga bo'linadi. Optimal strategiya deb, berilgan o'yinchiga, o'yin bir necha marta takrorlanganda eng katta mumkin bo'lgan o'rtacha yutuqni ta'minlovchi strategiyaga aytiladi.

Aytaylik, A o'yinchi m ta $A_1, A_2, \dots, A_m$ strategiyalarga, B o'yinchi esa n ta $B_1, B_2, \dots, B_n$ – strategiyalarga ega deylik. Agar A o'yinchi A_i strategiyani tanlasa va B o'yinchi B_j strategiyani tanlasin, u holda A o'yinchining (A_i, B_j) juftlikka mos keluvchi yutug'ini a_{ij} orqali belgilaymiz.

$a_{ij} < 0$ bo'lsa, A o'yinchi B o'yinchiga $|a_{ij}|$ summani to'laydi. Shunday qilib, qaralayotgan o'yin nol summali juft o'yin bo'lib, biror o'yinchining yutishi boshqasining yutqazishiga tengdir. Quyidagi $A = (a_{ij})$ matrisani qaraymiz:

Bu matrisa qatorlari A_i strategiyalarga, ustunlari esa B_j strategiyalarga mos keladi.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

$A = (a_{ij})$ matrisa to'lov matrisasi yoki yutug' matrisasi deb ataladi. To'lov matrisasi yutuq funksiyasining jadval shaklida yozilishidir.

O'yinning maqsadi, A o'yinchini maksimal yutuqqa, B o'yinchini esa minimal yutuqazishga erishtiruvchi eng ma'qul strategiyani topishdan iborat. A o'yinchi biror A_i strategiyani tanlasin, unda hech bo'lmaganda

$$y = \min_j a_{ij}$$

yutuqqa erishadi. Buni oldindan hisobga olib, A o'yinchi o'zining eng kam yutug'ini maksimallashtirishga harakat qiladi:

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij}$$

α kattalik – A o'yinchining garantiyalangan yutug'i – o'yinning quyi bahosi deb ataladi. α kattalikka erishishga imkon beruvchi A_{i_0} strategiya maximin deb ataladi.

B o'yinchi o'z navbatida o'zining eng katta mumkin bo'lgan yutqazishini minimallashtirishga harakat qiladi:

$$\beta = \min_j \max_i a_{ij}$$

β kattalik o'yinning yuqori bahosi deb, unga mos keluvchi B_{j_0} strategiya esa minimax deb ataladi.

O'yinlar nazariyasida $\alpha \leq \beta$ tengsizlik har doim bajarilishini isbotlovchi teoremlar mavjud. Agar quyi va yuqori baholar teng bo'lsa, ya'ni $\alpha = \beta = V$ tenglik bajarilsa, V kattalik o'yinning bahosi deb ataladi:

$$V = \max_i \min_j a_{ij} = \min_j \max_i a_{ij}$$

O'yinning o'zi esa egar nuqtaga ega deyiladi. A matrisaning $a_{i_0 j_0}$ elementi esa egar nuqta deb atalib, bu element i_0 qatorda minimal va j_0 – ustunda maksimaldir.

Egar nuqtalarga o'yinning optimal strategiyalari mos keladi, optimal strategiyalar to'plami o'yinning yechimi deb ataladi.

Misol. Quyidagi to'lov matrisalari bilan berilgan o'yinlar uchun o'yinning quyi va yuqori baholarini toping:

$$A_1 = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 4 & 6 & 5 \\ 2 & 5 & 1 & 3 \end{pmatrix}, \quad A_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 & 5 \\ 3 & 2 & 4 & 3 \\ 0 & 1 & -1 & 4 \end{pmatrix}$$

Yechilishi. A_1 matrisa qatorlari uchun a_{ij} elementlarning eng kichiklari mos ravishda 2;3;1 ga teng. Ularning ichidagi maksimal element esa 3 ga teng. Demak, A_1 matrisaning quyi bahosi $\alpha_1 = 3$.

O'yinning yuqori bahosini topish uchun A_1 matrisa ustunlari bo'yicha maksimal elementlarni topamiz. Bular mos ravishda: 4;5;6;5. Endi bular ichidan minimalini $\beta_1 = 4$ ni topamiz. Demak, A_1 matrisa uchun $\alpha_1 = 3$; $\beta_1 = 4$.

A_2 matrisa uchun esa $\alpha_2 = \max\{0; 2; -1\} = 2$; $\beta_2 = \min\{3; 2; 4; 5\} = 2$.

Shunday qilib, bu holda $V = \alpha_2 = \beta_2 = 2$ o'yinning bahosidir. O'yinning yechimi A_2 va B_2 strategiyalarning tanlanishidan iboratdir. Bunda A o'yinchining yutug'i 2 dan kam emas va B o'yinchining yutqazishi 2 dan oshmaydi.

Demak, agar to'lov matrisasi egar nuqtaga ega bo'lsa, unda o'yinning yechimi ma'lum va har bir o'yinchi o'zining optimal strategiyasini qo'llaydi. Egar nuqtaga ega bo'lmagan matrisali o'yinlarda $\alpha < \beta$ bo'ladi. Minimax strategiyalarni qo'llash har bir o'yinchiga α dan oshmaydigan yutuqni va β dan kam bo'lmagan yutqazishni beradi. Bunday hollarda o'yinchilar bitta emas, balki bir nechta strategiyalarni qo'llaydilar. Strategiyani tanlash tasodifan amalga oshiriladi. Tasodifiy tanlash yo'li bilan aniqlangan strategiyalar aralash strategiya deb ataladi.

$m \times n$ o'lchovli matrisali o'yinda, A o'yinchining strategiyasi $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ vektor orqali aniqlanadi. Bunda A o'yinchi o'zining A_i sof strategiyasini x_i ehtimollik bilan qo'llaydi, deb hisoblanadi. $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ vektor komponentlari uchun shart bajariladi.

$$\sum_{i=1}^m x_i = 1, \quad x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}$$

$$\sum_{j=1}^n y_j = 1, \quad y_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}$$

Xuddi shuningdek, B o'yinchi uchun n o'lchovli $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ vektor aniqlanadi: x_i va y_j ehtimolliklari noldan farqli bo'lgan strategiyalar aktiv strategiyalar deb ataladi.

A o'yinchining aralash strategiyalarni qo'llagandagi yutug'i sifatida yutuqlarning matematik kutilishi olinadi, ya'ni

$$V = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_i y_j$$

«O'yinlar nazariyasining asosiy teoremasi» deb ataluvchi teorema mavjud bo'lib, uning mazmuni quyidagicha.

Aralash strategiyalarda har bir chekli matrisali o'yin egar nuqtaga ega.

A o'yinchi tomonidan $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$ optimal strategiyani qo'llanishi, unga B o'yinchining har qanday harakatida ham o'yinning bahosi V dan kam bo'lmagan yutuqni ta'minlash kerak. Shuning uchun quyidagi munosabat bajarilishi kerak:

$$\sum_{i=1}^m x_i^* a_{ij} \geq V, \quad j = \overline{1, n} \quad (1)$$

Xuddi shunga o'xshash, B o'yinchi uchun $Y^* = (y_1^*, y_2^*, \dots, y_n^*)$ optimal strategiyasi, A o'yinchining har qanday strategiyasida V dan oshmaydigan yutqazishni ta'minlashi zarur, ya'ni

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} y_j^* \leq V, \quad i = 1, m \quad (2)$$

munosabat bajarilishi kerak.

Eng sodda matrisali o'yinda yutuqlar matrisasi

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$$

bo'lib, matrisa egar nuqtaga ega bo'lmasa, $X=(x_1, x_2)$ va $Y=(y_1, y_2)$ aralash strategiyalarni va V – o'yinning bahosini topish uchun

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{a_{22} - a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}; & x_2 &= \frac{a_{11} - a_{12}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}; \\ y_1 &= \frac{a_{22} - a_{12}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}; & y_2 &= \frac{a_{11} - a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}; \\ V &= \frac{a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}. \end{aligned}$$

formulalardan foydalaniladi.

Matrisali o'yinni chiziqli programmalash masalasiga keltirish.

$m \times n$ – o'lchovli matrisa bilan berilgan quyidagi o'yinni qaraymiz:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Matrisa egar nuqtaga ega emas, deb hisoblaylik va shuning uchun o'yinning yechimini $X=(x_1, x_2, \dots, x_m)$, $Y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$ – aralash strategiyalar shaklida izlaymiz. A – o'yinchining optimal strategiyasida yuqoridagi (1) munosabat va B - o'yinchining optimal strategiyada (2) munosabat bajariladi. Shuning uchun, quyidagi chegaraviy shartlarni qanoatlantiruvchi (A -o'yinchining) optimal strategiyasini topish masalasini qo'yish mumkin.

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq V, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \geq V, \\ \dots, \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq V, \end{cases} \quad (3)$$

O'yinning bahosi bo'lgan V -kattalik noma'lum, lekin doim $V > 0$ deb hisoblash mumkin. Bunga, agar A matrisa elementlariga bir xil musbat son qo'shish sharti bilan erishish mumkin. (3) sistemani hamma cheklamalarini V ga bo'lib, quyidagi sistemani

$$\begin{cases} a_{11}t_1 + a_{21}t_2 + \dots + a_{m1}t_m \geq 1, \\ a_{12}t_1 + a_{22}t_2 + \dots + a_{m2}t_m \geq 1, \\ \text{-----}, \\ a_{1n}t_1 + a_{2n}t_2 + \dots + a_{mn}t_m \geq 1, \end{cases} \quad (4)$$

hosil qilamiz.

Bunda $t_1 = x_1/V$, $t_2 = x_2/V, \dots, t_m = x_m/V$.

$x_1 + x_2 + \dots + x_m = I$ shartdan

$$t_1 + t_2 + \dots + t_m = I/V \quad (5)$$

tenglik kelib chiqadi.

O'yining yechimi V ning qiymatini maksimallashtirish kerak. Demak, $Z = t_1 + t_2 + \dots + t_m$ funksiya minimal qiymat olishi kerak. Shunday qilib, quyidagi chiziqli programmalash masalasi hosil bo'ladi:

$$\begin{cases} a_{11}t_1 + a_{21}t_2 + \dots + a_{m1}t_m \geq 1, \\ a_{12}t_1 + a_{22}t_2 + \dots + a_{m2}t_m \geq 1, \\ \text{-----}, \\ a_{1n}t_1 + a_{2n}t_2 + \dots + a_{mn}t_m \geq 1, \end{cases} \quad (6)$$

$$t_1 \geq 0, t_2 \geq 0, \dots, t_m \geq 0, \quad (7)$$

$$Z = t_1 + t_2 + \dots + t_m \rightarrow \min \quad (8)$$

Bu masalani yechib, t_i qiymatlarni va I/V kattalik topiladi, hamda undan foydalanib $x_i = Vt_i$ qiymatlar topiladi. B o'yinchining optimal strategiyasini topish uchun quyidagi shartlarni yozib olamiz:

$$\begin{cases} a_{11}y_1 + a_{12}y_2 + \dots + a_{1n}y_n \leq V, \\ a_{21}y_1 + a_{22}y_2 + \dots + a_{2n}y_n \leq V, \\ \text{-----}, \\ a_{m1}y_1 + a_{m2}y_2 + \dots + a_{mn}y_n \leq V, \end{cases} \quad (9)$$

yoki tengsizliklarni V ga bo'lib,

$$\begin{cases} a_{11}u_1 + a_{12}u_2 + \dots + a_{1n}u_n \leq 1, \\ a_{21}u_1 + a_{22}u_2 + \dots + a_{2n}u_n \leq 1, \\ \text{-----}, \\ a_{m1}u_1 + a_{m2}u_2 + \dots + a_{mn}u_n \leq 1, \end{cases} \quad (10)$$

sistemani hosil qilamiz. Bunda $u_i = y_i/V$.

$u_1, u_2, \dots, u_n$ – noma'lumni shunday olish kerakki, bunda (10) shart bajarilib,

$$W = u_1 + u_2 + \dots + u_n \rightarrow \max$$

funksiya maksimum qiymatga erishsin. Shunday qilib, matrisali o'yinning yechimini topish simmetrik bo'lgan ikkilangan ikkita chiziqli programmalash masalasiga keltiriladi. Bu ikkilangan masalalardan birini yechib, ikkinchisining yechimini undan foydalanib hosil qilish mumkin.

Misol. Quyidagi matrisa bilan berilgan o'yinning yechimini toping.

$$A_1 = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 4 & 6 & 5 \\ 2 & 5 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

Yechilishi. O'yinning optimal strategiyasini topish uchun quyidagi ChPMni hosil qilamiz.

$$\begin{cases} 4t_1 + 3t_2 + 2t_3 \geq 1, \\ 3t_1 + 4t_2 + 5t_3 \geq 1, \\ 4t_1 + 6t_2 + t_3 \geq 1, \\ 2t_1 + 5t_2 + 3t_3 \geq 1, \\ t_1 \geq 0, t_2 \geq 0, t_3 \geq 0, \\ Z = t_1 + t_2 + t_3 \rightarrow \min. \end{cases} \quad (11)$$

B o'yinchining optimal strategiyasini topishning ikkilangan masalasi quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{cases} 4u_1 + 3u_2 + 4u_3 + 2u_4 \leq 1, \\ 3u_1 + 4u_2 + 6u_3 + 5u_4 \leq 1, \\ 2u_1 + 5u_2 + u_3 + 3u_4 \leq 1, \\ u_i \geq 0, \quad (i = \overline{1,4}) \\ W = u_1 + u_2 + u_3 + u_4 \rightarrow \max \end{cases}$$

Bu ikkilangan masala yechimi $U = (3/14; 0; 0; 1/14)$, $W_{\max} = 1/V = 2/7$ bo'ladi. Demak $V = 7/2$, hamda $y_j = Vu_j$ tenglikdan **B** o'yinchining optimal strategiyasi $Y = (3/4; 0; 0; 1/4)$ ekanligini topamiz. Dastlabki (11) masalaning yechimi $T = (1/7; 7/7; 0)$ va $X = (1/2; 1/2; 0)$ – optimal strategiya bo'ladi.

Matematikaning konfliktli (mojaroli) holatlarini, ya'ni qatashuvchilarning (o'yinchilarning) manfaatlari qarama-qarshi yoki bir-biriga mos kelmaydigan holatlarni o'rganuvchi bo'limi – «o'yinlar nazariyasi» deb ataladi. O'yinlar nazariyasi – konfliktli holatda qatnashayotgan har bir «o'yinchi»ga eng katta yutuqqa (yoki eng kichik yutqazishga) erishish uchun qilinadigan harakatlarning eng yaxshisini (optimalini) aniqlashga, yo'llanma berishga imkon beruvchi matematik nazariyadir.

Ko'pgina iqtisodiy jarayonlarga ham o'yinlar nazariyasi nuqtai-nazaridan qarash mumkin. Masalan, o'yin ishtirokchilari – bir xil turdagi mahsulot ishlab chiqaruvchi korxonalar, ta'minotchilar va iste'molchilar bo'lib, o'yining yutug'i – ishlab chiqarish fondlarining samaradorligi, daromad mablag'lari, mahsulotning bahosi yoki tannarxi bo'lishi mumkin.

O'yinlar nazariyasi nisbatan yosh fanlar qatoriga kiradi. Uning paydo bo'lishi Neyman va Morgenshternlarning 1944 yil nashr etilgan «Iqtisodiy jarayonlar va o'yinlar nazariyasi» monografiyasi bilan bog'liq. Keyinchalik o'yinlar nazariyasi amaliy tadbiqlarga ega bo'lgan mustaqil yo'nalish sifatida rivojlandi.

Shuni ta'qidlash lozimki, o'yinlar nazariyasining usullari va xulosalari ko'p marta takrorlanadigan konfliktli holatlarga nisbatan ishlatiladi.

Amalda, konfliktli holatlarni matematik usullar yordamida tadqiq etishda, muhim bo'lmagan faktlarni tashlab yuborib, holatlarning sodda modeli tuziladi. Bunday model o'yin deb ataladi. O'yinda konfliktli holat ma'lum qoida asosida rivojlanadi. O'yinning mohiyati

shundaki, har bir ishtirokchi (o'yinchi) o'ziga eng yahshi natijani beruvchi yechimni tanlashga harakat qiladi.

O'yinda ikkita yoki undan ko'p ishtiroqchilarning manfaatlari to'qnashishi mumkin. Shunga muvofiq, u ikki o'yinchili va ko'p o'yinchili bo'lishi mumkin.

Yutuqlarning harakteriga ko'ra o'yinlar nol summali va 0 summali bo'lmagan o'yinlarga bo'linadi. Nol summali o'yinda o'yinchilarning umumiy kapitali o'zgarmaydi, faqat o'yin davomida qayta taqsimlanadi va shu sababli yutuqlar yig'indisi nolga teng bo'ladi, ya'ni

$$v_1 + v_2 + \dots + v_n = 0,$$

bu yerda v_j – j -o'yinchining yutug'i.

Nol summali bo'lmagan o'yinchilarning yutuqlari yig'indisi noldan farqli. Masalan, lotoreya o'yinida, o'yinchilar qo'yan badalning bir qismi lotoreya tashkilotlariga beriladi. Shuning uchun

$$v_1 + v_2 + \dots + v_n < 0$$

bo'ladi.

Biz bu yerda amaliy ahamiyati katta bo'lgan o'yinlar – juft o'yinlarni qarash bilan cheklanamiz. O'yin ishtirokchilarini A va B orqali belgilaymiz. O'yinchining strategiyasi deb, o'yinchi mumkin bo'lgan har qanday holatda tanlaydigan rejasiga aytiladi. Strategiyaning soniga qarab, o'yinlar chekli yoki cheksiz o'yinlarga bo'linadi. Optimal strategiya deb, berilgan o'yinchiga, o'yin bir necha marta takrorlanganda eng katta mumkin bo'lgan o'rtacha yutuqni ta'minlovchi strategiyaga aytiladi.

Aytaylik, A o'yinchi m ta $A_1, A_2, \dots, A_m$ strategiyalarga, B o'yinchi esa n ta $B_1, B_2, \dots, B_n$ – strategiyalarga ega deylik. Agar A o'yinchi A_i strategiyani tanlasa va B o'yinchi B_j strategiyani tanlasin, u holda A o'yinchining (A_i, B_j) juftlikka mos keluvchi yutug'ini a_{ij} orqali belgilaymiz.

$a_{ij} < 0$ bo'lsa, A o'yinchi B –o'yinchiga $|a_{ij}|$ summani to'laydi. Shunday qilib, qaralayotgan o'yin nol summali juft o'yin bo'lib, biror o'yinchining yutishi boshqasining yutqazishiga tengdir. Quyidagi $A = (a_{ij})$ matrisani qaraymiz:

Bu matrisa qatorlari A_i strategiyalarga, ustunlari esa B_j strategiyalarga mos keladi.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

$A = (a_{ij})$ matrisa to'lov matrisasi yoki yutug' matrisasi deb ataladi. To'lov matrisasi yutuq funksiyasining jadval shaklida yozilishidir.

O'yinning maqsadi, A o'yinchini maksimal yutuqqa, B o'yinchini esa minimal yutuqazishga erishtiruvchi eng ma'qul strategiyani topishdan iborat. A o'yinchi biror A_i strategiyani tanlasin, unda hech bo'lmaganda

$$y = \min_j a_{ij}$$

yutuqqa erishadi. Buni oldindan hisobga olib, A o'yinchi o'zining eng kam yutug'ini maksimallashtirishga harakat qiladi:

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij}$$

α kattalik – A o'yinchining garantiyalangan yutug'i – o'yinning quyi bahosi deb ataladi. α kattalikka erishishga imkon beruvchi A_{i_0} strategiya maximin deb ataladi.

B o'yinchi o'z navbatida o'zining eng katta mumkin bo'lgan yutqazishini minimallashtirishga harakat qiladi:

$$\beta = \min_j \max_i a_{ij}$$

β kattalik o'yinning yuqori bahosi deb, unga mos keluvchi B_{j_0} strategiya esa minimax deb ataladi.

O'yinlar nazariyasida $\alpha \leq \beta$ tengsizlik har doim bajarilishini isbotlovchi teoremlar mavjud. Agar quyi va yuqori baholar teng bo'lsa, ya'ni $\alpha = \beta = V$ tenglik bajarilsa, V kattalik o'yinning bahosi deb ataladi:

$$V = \max_i \min_j a_{ij} = \min_j \max_i a_{ij}$$

O'yinning o'zi esa egar nuqtaga ega deyiladi. A matrisaning a_{ij_0} elementi esa egar nuqta deb atalib, bu element i_0 qatorida minimal va j_0 – ustunda maksimaldir.

Egar nuqtalarga o'yinning optimal strategiyalari mos keladi, optimal strategiyalar to'plami o'yinning yechimi deb ataladi.

Misol. Quyidagi to'lov matrisalari bilan berilgan o'yinlar uchun o'yinning quyi va yuqori baholarini toping:

$$A_1 = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 4 & 6 & 5 \\ 2 & 5 & 1 & 3 \end{pmatrix}, \quad A_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 & 5 \\ 3 & 2 & 4 & 3 \\ 0 & 1 & -1 & 4 \end{pmatrix}$$

Yechilishi. A_1 matrisa qatorlari uchun a_{ij} elementlarning eng kichiklari mos ravishda $2; 3; 1$ ga teng. Ularning ichidagi maksimal element esa 3 ga teng. Demak, A_1 matrisaning quyi bahosi $\alpha_1 = 3$.

O'yinning yuqori bahosini topish uchun A_1 matrisa ustunlari bo'yicha maksimal elementlarni topamiz. Bular mos ravishda: $4; 5; 6; 5$. Endi bular ichidan minimalini $\beta_1 = 4$ ni topamiz. Demak, A_1 matrisa uchun $\alpha_1 = 3; \beta_1 = 4$.

A_2 matrisa uchun esa $\alpha_2 = \max\{0; 2; -1\} = 2; \beta_2 = \min\{3; 2; 4; 5\} = 2$.

Shunday qilib, bu holda $V = \alpha_2 = \beta_2 = 2$ – o'yinning bahosidir. O'yinning yechimi A_2 va B_2 strategiyalarning tanlanishidan iboratdir. Bunda A o'yinchining yutug'i 2 dan kam emas va B o'yinchining yutqazishi 2 dan oshmaydi.

Demak, agar to'lov matrisasi egar nuqtaga ega bo'lsa, unda o'yinning yechimi ma'lum va har bir o'yinchi o'zining optimal strategiyasini qo'llaydi. Egar nuqtaga ega bo'lmagan matrisali o'yinlarda $\alpha < \beta$ bo'ladi. Minimax strategiyalarni qo'llash har bir o'yinchiga α dan oshmaydigan yutuqni va β dan kam bo'lmagan yutqazishni beradi. Bunday hollarda o'yinchilar bitta emas, balki bir nechta strategiyalarni qo'llaydilar. Strategiyaning tanlash tasodifan amalga oshiriladi. Tasodifiy tanlash yo'li bilan aniqlangan strategiyalar aralash strategiya deb ataladi.

$m \times n$ o'lchovli matrisali o'yinda, A – o'yinchining strategiyasi $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ vektor orqali aniqlanadi. Bunda A o'yinchi o'zining A_i sof strategiyasini x_i ehtimollik bilan qo'llaydi, deb hisoblanadi. $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ vektor komponentlari uchun shart bajariladi.

$$\sum_{i=1}^m x_i = 1, \quad x_i \geq 0, \quad i = \overline{1, m}$$

$$\sum_{j=1}^n y_j = 1, \quad y_j \geq 0, \quad j = \overline{1, n}$$

Xuddi shuningdek, B o'yinchi uchun n – o'lchovli $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ vektor aniqlanadi:

x_i va y_j ehtimolliklari noldan farqli bo'lgan strategiyalar aktiv strategiyalar deb ataladi.

A o'yinchining aralash strategiyalarni qo'llagandagi yutug'i sifatida yutuqlarning matematik kutilishi olinadi, ya'ni

$$V = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_i y_j$$

«O'yinlar nazariyasining asosiy teoremasi» deb ataluvchi teorema mavjud bo'lib, uning mazmuni quyidagicha.

Aralash strategiyalarda har bir chekli matrisali o'yin egar nuqtaga ega.

A o'yinchi tomonidan $X^*=(x_1^*, x_2^*, \dots, x_m^*)$ optimal strategiyaning qo'llanishi, unga B o'yinchining har qanday harakatida ham o'yinning bahosi V dan kam bo'lmagan yutuqni ta'minlash kerak. Shuning uchun quyidagi munosabat bajarilishi kerak:

$$\sum_{i=1}^m x_i^* a_{ij} \geq V, \quad j = \overline{1, n} \quad (1)$$

Xuddi shunga o'xshash, B o'yinchi uchun $Y^*=(y_1^*, y_2^*, \dots, y_m^*)$ optimal strategiyasi, A o'yinchining har qanday strategiyasida V dan oshmaydigan yutqazishni ta'minlashi zarur, ya'ni

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} y_j^* \leq V, \quad i = \overline{1, m} \quad (2)$$

munosabat bajarilishi kerak.

Eng sodda matrisali o'yinda yutuqlar matrisasi

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$$

bo'lib, matrisa egar nuqtaga ega bo'lmasa, $X=(x_1, x_2)$ va $Y=(y_1, y_2)$ aralash strategiyalarni va V – o'yinning bahosini topish uchun

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{a_{22} - a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}; & x_2 &= \frac{a_{11} - a_{12}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}; \\ y_1 &= \frac{a_{22} - a_{12}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}; & y_2 &= \frac{a_{11} - a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}; \\ V &= \frac{a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}}{a_{11} + a_{22} - a_{12} - a_{21}}. \end{aligned}$$

formulalardan foydalaniladi.

Matrisali o'yinni chiziqli programmalash masalasiga keltirish.

$m \times n$ – o'lchovli matrisa bilan berilgan quyidagi o'yinni qaraymiz:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Matrisa egar nuqtaga ega emas, deb hisoblaylik va shuning uchun o'yinning yechimini $X=(x_1, x_2, \dots, x_m)$, $Y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$ – aralash strategiyalar shaklida izlaymiz. A – o'yinchining optimal strategiyasida yuqoridagi (1) munosabat va B – o'yinchining optimal strategiyada (2) munosabat bajariladi. Shuning uchun, quyidagi chegaraviy shartlarni qanoatlantiruvchi (A -o'yinchining) optimal strategiyasini topish masalasini qo'yish mumkin.

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1m}x_m \geq V, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2m}x_m \geq V, \\ \dots, \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nm}x_m \geq V, \end{cases} \quad (3)$$

O'yinning bahosi bo'lgan V -kattalik noma'lum, lekin doim $V > 0$ deb hisoblash mumkin. Bunga, agar A matrisa elementlariga bir xil musbat son qo'shish sharti bilan erishish mumkin. (3) sistemani hamma cheklamalarini V ga bo'lib, quyidagi sistemani

$$\begin{cases} a_{11}t_1 + a_{21}t_2 + \dots + a_{m1}t_m \geq 1, \\ a_{12}t_1 + a_{22}t_2 + \dots + a_{m2}t_m \geq 1, \\ \text{-----}, \\ a_{1n}t_1 + a_{2n}t_2 + \dots + a_{mn}t_m \geq 1, \end{cases} \quad (4)$$

hosil qilamiz.

Bunda $t_1 = x_1/V$, $t_2 = x_2/V, \dots, t_m = x_m/V$.

$x_1 + x_2 + \dots + x_m = 1$ shartdan

$$t_1 + t_2 + \dots + t_m = 1/V \quad (5)$$

tenglik kelib chiqadi.

O'yining yechimi V ning qiymatini maksimallashtirish kerak. Demak, $Z = t_1 + t_2 + \dots + t_m$ funksiya minimal qiymat olishi kerak. Shunday qilib, quyidagi chiziqli programmalash masalasi hosil bo'ladi:

$$\begin{cases} a_{11}t_1 + a_{21}t_2 + \dots + a_{m1}t_m \geq 1, \\ a_{12}t_1 + a_{22}t_2 + \dots + a_{m2}t_m \geq 1, \\ \text{-----}, \\ a_{1n}t_1 + a_{2n}t_2 + \dots + a_{mn}t_m \geq 1, \end{cases} \quad (6)$$

$$t_1 \geq 0, t_2 \geq 0, \dots, t_m \geq 0, \quad (7)$$

$$Z = t_1 + t_2 + \dots + t_m \rightarrow \min. \quad (8)$$

Bu masalani yechib, t_i qiymatlarni va $1/V$ kattalik topiladi, hamda undan foydalanib $x_i = Vt_i$ qiymatlar topiladi. B o'yinchining optimal strategiyasini topish uchun quyidagi shartlarni yozib olamiz:

$$\begin{cases} a_{11}y_1 + a_{12}y_2 + \dots + a_{1n}y_n \leq V, \\ a_{21}y_1 + a_{22}y_2 + \dots + a_{2n}y_n \leq V, \\ \text{-----}, \\ a_{m1}y_1 + a_{m2}y_2 + \dots + a_{mn}y_n \leq V, \end{cases} \quad (9)$$

yoki tengsizliklarni V ga bo'lib,

$$\begin{cases} a_{11}u_1 + a_{12}u_2 + \dots + a_{1n}u_n \leq 1, \\ a_{21}u_1 + a_{22}u_2 + \dots + a_{2n}u_n \leq 1, \\ \text{-----}, \\ a_{m1}u_1 + a_{m2}u_2 + \dots + a_{mn}u_n \leq 1, \end{cases} \quad (10)$$

sistemani hosil qilamiz. Bunda $u_i = y_i/V$.

$u_1, u_2, \dots, u_n$ – noma'lumni shunday olish kerakki, bunda (10) shart bajarilib,

$$W = u_1 + u_2 + \dots + u_n \rightarrow 1/V$$

funksiya maksimum qiymatga erishsin. Shunday qilib, matrisali o'yinning yechimini topish simmetrik bo'lgan ikkilangan ikkita chiziqli programmalash masalasiga keltiriladi. Bu ikkilangan masalalardan birini yechib, ikkinchisining yechimini undan foydalanib hosil qilish mumkin.

Misol. Quyidagi matrisa bilan berilgan o'yinning yechimini toping.

$$A_1 = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 4 & 2 \\ 3 & 4 & 6 & 5 \\ 2 & 5 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

Yechilishi. O'yinning optimal strategiyasini topish uchun quyidagi ChPMni hosil qilamiz.

$$\begin{cases} 4t_1 + 3t_2 + 2t_3 \geq 1, \\ 3t_1 + 4t_2 + 5t_3 \geq 1, \\ 4t_1 + 6t_2 + t_3 \geq 1, \\ 2t_1 + 5t_2 + 3t_3 \geq 1, \\ t_1 \geq 0, t_2 \geq 0, t_3 \geq 0, \\ Z = t_1 + t_2 + t_3 \rightarrow \min. \end{cases} \quad (11)$$

B o'yinchining optimal strategiyasini topishning ikkilangan masalasi quyidagicha bo'ladi:

$$\begin{cases} 4u_1 + 3u_2 + 4u_3 + 2u_4 \leq 1, \\ 3u_1 + 4u_2 + 6u_3 + 5u_4 \leq 1, \\ 2u_1 + 5u_2 + u_3 + 3u_4 \leq 1, \\ u_i \geq 0, \quad (i = \overline{1,4}) \\ W = u_1 + u_2 + u_3 + u_4 \rightarrow \max. \end{cases}$$

Bu ikkilangan masala yechimi $U = (3/14; 0; 0; 1/14)$, $W_{\max} = 1/V = 2/7$ bo'ladi. Demak $V = 7/2$, hamda $y_j = Vu_j$ tenglikdan **B** o'yinchining optimal strategiyasi $Y = (3/4; 0; 0; 1/4)$ ekanligini topamiz. Dastlabki (11) masalaning yechimi $T = (1/7; 7/7; 0)$ va $X = (1/2; 1/2; 0)$ – optimal strategiya bo'ladi.

Tayanch so'z va iboralar.

O'yin, konflikt holat, 0 summali o'yin, matrisali o'yin, strategiya, optimal strategiya, chekli va cheksiz o'yin, to'lovlar va yutuqlar matrisasi, o'yinning quyi va yuqori bahosi, maximin va minimax strategiyalar, egar nuqta, o'yinning yechimi, aralash va sof strategiyalar

O'z-o'zini tekshirish uchun savollar.

1. O'yinlar nazariyasining predmeti nimadan iborat?
2. O'yining qanday turlari mavjud?
3. Matrisali o'yin nima?
4. Yutuqlar matrisasi qanday ma'noga ega?
5. O'yinning quyi va yuqori bahosi nima?
6. Minimax va maximin strategiyalarni ta'riflang.

7. Aralash va sof strategiyalar nima?
8. Aralash strategiya yordamida yechganda o'yinning yutug'i nimaga teng bo'ladi?
9. A matrisali o'yin chiziqli programmalash qanday aylantiriladi?

Mustaqil yechish uchun masalalar.

1. Quyida keltirilgan to'lovlar matrisasidan foydalanib, o'yinning quyi va yuqori baholarini, agar eger nuqta ma'lum bo'lsa uning optimal yechimini toping.

$$a) \begin{pmatrix} 4 & 5 & 3 \\ 6 & 7 & 4 \\ 5 & 2 & 3 \end{pmatrix}; \quad b) \begin{pmatrix} 8 & 9 & 9 & 4 \\ 6 & 5 & 8 & 7 \\ 3 & 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}; \quad c) \begin{pmatrix} 4 & 9 & 5 & 3 \\ 7 & 8 & 6 & 9 \\ 7 & 4 & 2 & 6 \\ 8 & 3 & 4 & 7 \end{pmatrix}.$$

2. Quyidagi matrisali o'yinlar uchun aralash strategiyalar va o'yinning bahosini chiziqli programmalashga aylantirmasdan toping.

$$a) \begin{pmatrix} -2 & 2 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}; \quad b) \begin{pmatrix} 4 & -2 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}; \quad c) \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

3. Quyidagi matrisali o'yinlar uchun optimal aralash strategiyalar va o'yinning bahosini chiziqli programmalash masalasiga aylantirib toping.

$$a) \begin{pmatrix} 4 & 5 & 6 & 7 & 9 \\ 3 & 4 & 6 & 5 & 6 \\ 7 & 6 & 10 & 8 & 11 \\ 8 & 5 & 4 & 7 & 3 \end{pmatrix}; \quad b) \begin{pmatrix} 4 & 5 & 3 \\ 6 & 7 & 4 \\ 5 & 2 & 3 \end{pmatrix}; \quad c) \begin{pmatrix} 7 & 5 & 6 \\ 2 & 4 & 1 \\ 3 & 2 & 5 \end{pmatrix}.$$

4. Magazinga turli proporsiyada 3 xil A_1 , A_2 , A_3 mahsulotlar keltirildi. Mahsulotlarning sotilishi va uning oqibatida magazin oladigan daromad mahsulot turiga va talab darajasiga bog'liq. Talab 3 xil V_1 , V_2 , V_3 darajada bo'lishi mumkin. Mahsulotlarni magazinining proporsiyada keltirilganda magazinining o'rtacha kafillangan daromadi maksimal bo'ladi. Daromadlar jadvali quyidagi ko'rinishga ega.

Mahsulot turi	Talab		
	V_1	V_2	V_3
A_1	20	15	10
A_2	16	12	14
A_3	13	18	15

И. Клименко
Высшая математика для экономистов
теория, примеры, задачи
Учебник для вузов
Издательство «ЭКЗАМЕН» МОСКВА 2005

УДК 517(075.8) ББК22.16я73

Клименко Ю.И. Высшая математика для экономистов: теория, примеры, задачи: Учебник для вузов / Ю.И. Клименко. — М.: Издательство «Экзамен», 2005. — 736 с. (Серия «Учебник для вузов») ISBN 5-472-00421-7



Рецензенты: кафедра математики и естественно-научных дисциплин Московского гуманитарного института им. Е.Р. Дашковой, зав. каф. доктор ф.-м. наук, проф. Б.В. Холомай; профессор кафедры математического моделирования экономических процессов Финансовой академии при Правительстве РФ Л.Г. Лабскер

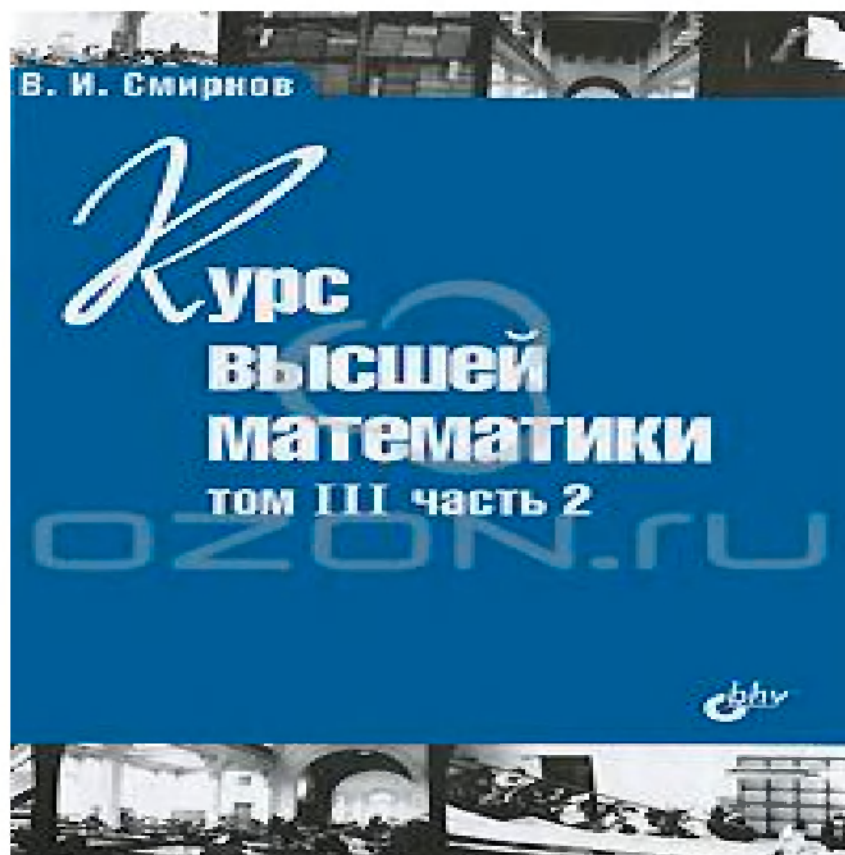
Пособие написано в соответствии с типовой программой курса высшей математики для высших учебных заведений по общеэкономическим специальностям. Эта программа составлена на основании Государственного стандарта и соответствует новым требованиям, предъявляемым математическому образованию современного экономиста.

В пособии изложены методы решения основных типов задач и примеров, каждый раздел содержит необходимый теоретический минимум, подробное решение задач и примеров, а также упражнения для самостоятельного решения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие...	10
Глава I. Элементы линейной алгебры..	13
Глава II. Аналитическая геометрия и элементы векторной алгебры.	63
Глава III. Введение в математический анализ.....	144
Глава IV. Дифференциальное исчисление функций одной переменной	185
Глава V. Исследование функций с помощью производных	239
Глава VI. Интегральное исчисление.....	293
Глава VII. Функции нескольких переменных.....	409
Глава VIII Дифференциальные уравнения.....	482
Глава IX. Ряды.	519
Глава X. Линейное программирование.....	573
Глава XI. Основные понятия о кратных интегралах..	627
Приложение Формулы для справок.....	652
Список литературы.....	713
Предметный указатель.....	714

http://mirknig.com/knigi/nauka_ucheba/1181152586-vysshaj-matematika-dlja-jeconomistov..html



В. И. Смирнов. Курс высшей математики. Том 3, часть 2

Автор: **В. И. Смирнов**

Рубрика: Лучшие книги на тему Высшая математика

Доставка по России: Да

Наличие на складе: Есть

ID книги: **21048**

Количество страниц: **816**

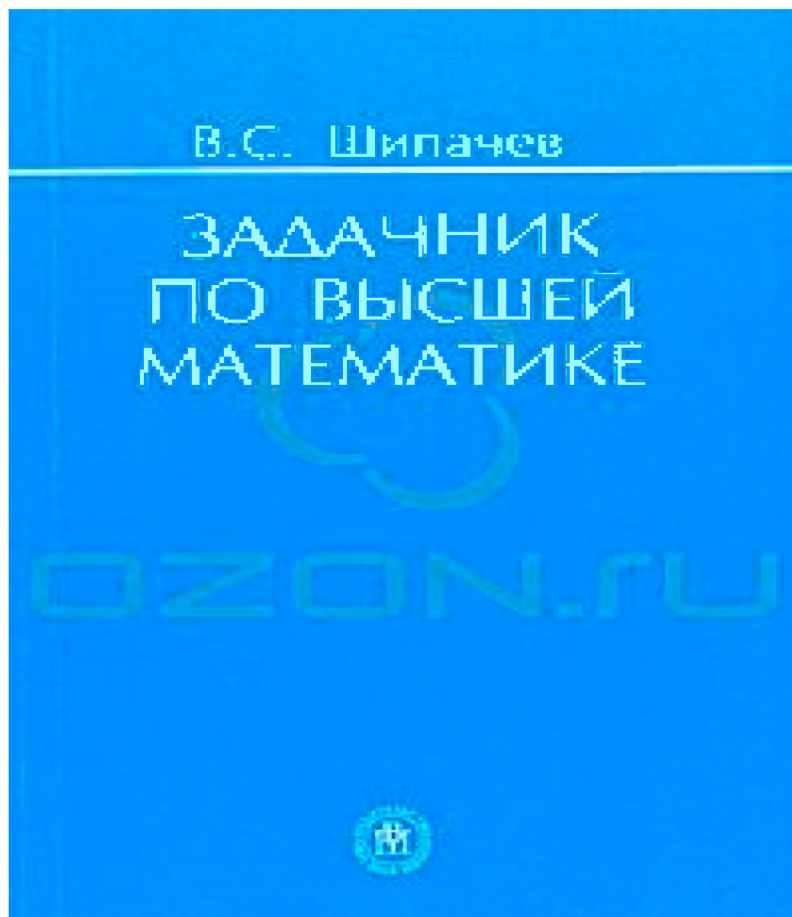
Размеры книги: 145x210 см

Год издания: 2010 г.

Издатель: БХВ-Петербург

Серия: **Учебная литература для вузов**

<http://st-books.ru/item/21048>



В. С. Шипачев. Задачник по высшей математике

Автор: **В. С. Шипачев**

Рубрика: Лучшие книги на тему Высшая математика

Доставка по России: Да

Наличие на складе: Есть

ID книги: **10998**

Количество страниц: **304**

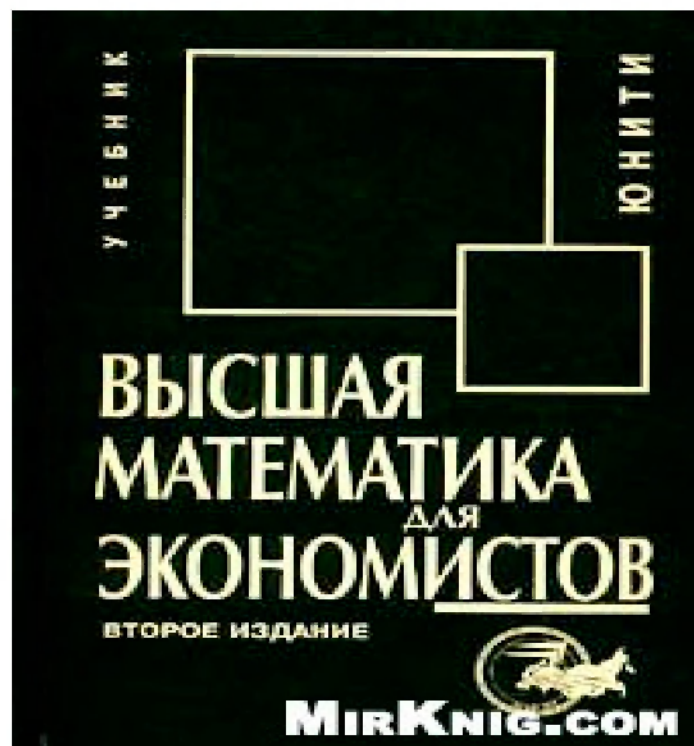
Размеры книги: 60x88/16 см

Год издания: 2009 г.

Издатель: Высшая школа

Серия:

<http://st-books.ru/item/10998>



Название: Высшая математика для экономистов.

Автор: Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко, И. М. Тришин, М. Н. Фридман

Издательство: Юнити

Год: 2004

Страниц: 472

Формат: DjVu

Размер: 4.2 Мб

Это не только учебник, но и краткое руководство к решению задач по основам высшей математики. Излагаемые в достаточно краткой форме с необходимыми обоснованиями основные положения учебного материала сопровождаются большим количеством задач, приводимых с решениями и для самостоятельной работы. Там, где это возможно, раскрывается экономический смысл математических понятий, приводятся простейшие приложения высшей математики в экономике (балансовые модели, предельный анализ, эластичность функций, производственные функции, модели динамики и т.п.). Для студентов экономических вузов, экономистов и лиц, занимающихся самообразованием.

http://mirknig.com/knigi/estesstv_nauki/1181151139-vysshaia-matematika-dlja-jekonomistov.html

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ИҚТИСОДИЁТ УНИВЕРСИТЕТИ**

Қаршибоев Х. Қ.

“ОЛИЙ МАТЕМАТИКА” КАФЕДРАСИ

“ИҚТИСОДИЁТДА МИҚДОРИЙ УСУЛЛАР” ФАНИДАН

ЎҚУВ – УСЛУБИЙ

МАЖМУА

Самарканд 2013

Н.Р.Бекназарова, Ж.Каримов. «Иқтисодиётда микдорий усуллар» ўқув предмети бўйича ўқув – услубий мажмуа (бакалавриат босқичи учун). Т.: ТДИУ, 2012.

«Иқтисодиётда микдорий усуллар» фанидан тузилган ўқув – услубий мажмуа Тошкент Давлат Иқтисодиёт Университетининг “Олий математика” кафедрасида тайёрланган. Мажмуа мазкур фан бўйича маъруза, амалий машгулот, мустақил ишга оид барча ўқув – услубий материалларни ўз ичига олади. Ҳар бир маъруза ва амалий машгулот дарсларини ўтишга мўлжалланган педагогик технология модели ва харитаси келтирилган. Ўқув – услубий мажмуадан профессор – ўқитувчилар ва талабалар фойдаланишлари мумкин.

Ҳоля муаллифи: иқтисод фанлари доктори, профессор Б.Ю.Ходиев

Тақризчилар: физика – математика фанлари номзоди Р.Мўминова
педагогика – фанлари номзоди доцент
Ш.А.Саипназаров

БЕК-НАЗАРОВА НАИМА РАЗЗОҚОВНА 1963 йилнинг 2 сентябридан буён Тошкент давлат иқтисодиёт университети "Олий математика" кафедраси катта ўқитувчиси лавозимида ишлайди.



КАРИМОВ ЖАВЛОН ҚЎЗИЕВИЧ 03.09.2007 дан буён Тошкент давлат иқтисодиёт университети «Олий математика» кафедраси катта ўқитувчи лавозимида ишлайди.



ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИНING ҚОНУНИ ТАЪЛИМ ТЎҒРИСИДА

*(Ўзбекистон Республикаси Олий Мажлисининг Ахборотномаси, 1997 и., 9-сон,
225-модда)*

УМУМИЙ ҚОИДАЛАР

1-модда. Ушбу Қонуннинг мақсади

Ушбу Қонун фуқароларга таълим, тарбия бериш, касб-хунар ўргатишнинг ҳуқуқий асосларини белгилайди ҳамда ҳар кимнинг билим олишдан иборат конституциявий ҳуқуқини таъминлашга қаратилган.

2-модда. Таълим тўғрисидаги қонун ҳужжатлари

Таълим тўғрисидаги қонун ҳужжатлари ушбу Қонундан ҳамда бошқа қонун ҳужжатларидан иборат.

Қорақалпоғистон Ресиубликасида таълим соҳасидаги муносабатлар Қорақалпоғистон Ресиубликасининг қонун ҳужжатлари билан ҳам тартибга солинади.

Агар Ўзбекистон Ресиубликасининг халқаро шартномасида таълим тўғрисидаги қонун ҳужжатларидагидан ўзгача қоидалар белгиланган бўлса, халқаро шартнома қоидалари қўлланилади.

3-модда. Таълим соҳасидаги давлат сиёсатининг асосий принциплари

Таълим Ўзбекистон Республикаси ижтимоий тараққиёти соҳасида устувор деб эълон қилинади.

Таълим соҳасидаги давлат сиёсатининг асосий принциплари қуйидагилардан иборат:

таълим ва тарбиянинг инсонпарвар, демократик характерда эканлиги;
таълимнинг узлуксизлиги ва изчиллиги;
умумий ўрта, шунингдек ўрта махсус, касб-хунар таълимининг мажбурийлиги;
ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишини: академик лицейда ёки касб-хунар коллежида ўқишни танлашнинг ихтиёрийлиги;
таълим тизимининг дунёвий характерда эканлиги;
давлат таълим стандартлари доирасида таълим олишнинг ҳамма учун очиклиги;
таълим дастурларини танлашга ягона ва табақалаштирилган ёндашув;
билимли бўлишни ва истеъдодни рағбатлантириш;
таълим тизимида давлат ва жамоат бошқарувини уйғунлаштириш.

4-модда. Билим олиш ҳуқуқи

Жинси, тили, ёши, ирқий, миллий мансублиги, эътиқоди, динга муносабати, ижтимоий келиб чиқиши, хизмат тури, ижтимоий мавқеи, турар жойи, Ўзбекистон Республикаси ҳудудида қанча вақт яшаётганлигидан қатъи назар, ҳар кимга билим олишда тенг ҳуқуқлар кафолатланади.

Билим олиш ҳуқуқи:

давлат ва нодавлат таълим муассасаларини ривожлантириш;
ишлаб чиқаришдан ажралган ва ажралмаган ҳолда таълим олишни ташкил этиш;
таълим ва кадрлар тайёрлаш давлат дастурлари асосида бепул ўқитиш, шунингдек таълим муассасаларида шартнома асосида тўлов эвазига касб-хунар ўргатиш;

барча турдаги таълим муассасаларининг битирувчилари кейинги босқичдаги ўқув юртларига киришда тенг ҳуқуқларга эга бўлиши;

оилада ёки ўзи мустақил равишда билим олган фуқароларга аккредитациядан ўтган таълим муассасаларида экстернат тартибида аттестациядан ўтиш ҳуқуқини бериш орқали таъминланади.

Бошқа давлатларнинг фуқаролари Ўзбекистон Республикасида халқаро шартномаларга мувофиқ билим олиш ҳуқуқига эга.

Республикада истиқомат қилаётган фуқаролиги бўлмаган шахслар билим олишда Ўзбекистон Республикаси фуқаролари билан тенг ҳуқуқларга эга.

5-модда. Педагогик фаолият билан шугулланиш ҳуқуқи

Тегишли маълумоти, касб тайёргарлиги бор ва юксак ахлокий ғазилатларга эга бўлган шахслар педагогик фаолият билан шугулланиш ҳуқуқига эга.

Педагог ходимларни олий ўқув юртларига ишга қабул қилиш Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси тасдиқлаган [Низомга](#) мувофиқ танлов асосида амалга оширилади.

Педагогик фаолият билан шугулланиш суд ҳукмига асосан ман этилган шахсларнинг таълим муассасаларида бу фаолият билан шугулланишига йўл қўйилмайди.

6-модда. Таълим муассасасининг ҳуқуқий мақоми

Таълим муассасасини аккредитациялаш ваколатли давлат органи томонидан аттестацияга асосан амалга оширилади.

Таълим муассасаси юридик шахс бўлиб, қонун ҳужжатларида белгиланган тартибда барпо этилади. Нодавлат таълим муассасаси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси белгиланган тартибда давлат аккредитациясидан ўтган пайтдан бошлаб юридик шахс ҳуқуқлари ва таълим фаолияти билан шугулланиш ҳуқуқига эга бўлади.

Таълим муассасаси қонун ҳужжатларига мувофиқ ишлаб чиқилган устав асосида фаолият кўрсатади.

Таълим муассасаси аттестация натижаларига биноан давлат аккредитациясидан маҳрум этилиши мумкин.

Таълим муассасалари ўқув-тарбия мажмуиларига ҳамда ўқув-илмий-ишлаб чиқариш бирлашмалари ва уюшмаларига бирлашишга ҳақли.

Таълим муассасалари уставда белгиланган вазифаларига мувофиқ пулли таълим хизматлари кўрсатиш, шунингдек тадбиркорлик фаолиятининг бошқа турлари билан шугулланишга ҳақли.

7-модда. Давлат таълим стандартлари

Давлат таълим стандартлари умумий ўрта, ўрта махсус, касб-ҳунар ва олий таълим мазмунига ҳамда сифатига қўйиладиган талабларни белгилайди.

Давлат таълим стандартларини бажариш Ўзбекистон Республикасининг барча таълим муассасалари учун мажбурийдир.

8-модда. Таълим бериш тили

Таълим муассасаларида таълим бериш тилидан фойдаланиш тартиби Давлат тили ҳақидаги Ўзбекистон Республикаси [Қонуни](#) билан тартибга солинади.

II. ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ВА ТУРЛАРИ

9-модда. Таълим тизими

Ўзбекистон Республикасининг таълим тизими қуйидагиларни ўз ичига олади: давлат стандартларига мувофиқ таълим дастурларини амалга оширувчи давлат ва нодавлат таълим муассасалари;

таълим тизимининг фаолият кўрсатиши ва ривожланишини таъминлаш учун зарур бўлган тадқиқот ишларини бажарувчи илмий-педагогик муассасалар;

таълим соҳасидаги давлат бошқарув органлари, шунингдек уларга қарашли корхоналар, муассасалар ва ташкилотлар.

Ўзбекистон Республикасининг таълим тизими ягона ва узлуксиздир.

10-модда. Таълим турлари

Ўзбекистон Республикасида таълим қуйидаги турларда амалга оширилади:

мактабгача таълим;

умумий ўрта таълим;

ўрта махсус, касб-ҳунар таълими;

олий таълим;

олий ўқув юртидан кейинги таълим;

кадрлар малакасини ошириш ва уларни қайта тайёрлаш;

мактабдан ташқари таълим.

11-модда. Мактабгача таълим

Мактабгача таълим бола шахсини соғлом ва етук, мактабда ўқишга тайёрланган тарзда шакллантириш мақсадини кўзлайди. Бу таълим олти-етти ёшгача оилада, болалар богчасида ва мулк шаклидан қатъи назар, бошқа таълим муассасаларида олиб борилади.

12-модда. Умумий ўрта таълим

Умумий ўрта таълим босқичлари қуйидагича:

бошлангич таълим (I—IV синфлар);

умумий ўрта таълим (I—IX синфлар).

Бошлангич таълим умумий ўрта таълим олиш учун зарур бўлган саводхонлик, билим ва кўникма асосларини шакллантиришга қаратилгандир. Мактабнинг биринчи синфига болалар олти-етти ёшидан қабул қилинади.

Умумий ўрта таълим билимларнинг зарур ҳажмини беради, мустақил фикрлаш, ташкилотчилик қобилияти ва амалий тажриба кўникмаларини ривожлантиради, дастлабки тарзда касбга йўналтиришга ва таълимнинг навбатдаги босқичини танлашга ёрдам беради.

Болаларнинг қобилияти, истеъдодини ривожлантириш учун ихтисослаштирилган мактаблар ташкил этилиши мумкин.

13-модда. Ўрта махсус, касб-хунар таълими

Ўрта махсус, касб-хунар таълим олиш мақсадида ҳар ким умумий ўрта таълим асосида академик лицейда ёки касб-хунар коллежида ўқишнинг йўналишини ихтиёрий равишда танлаш ҳуқуқига эга.

Академик лицейлар ва касб-хунар коллежлари эгалланган касб-хунар бўйича ишлаш ҳуқуқини берадиган ҳамда бундай иш ёки таълимни навбатдаги босқичда давом эттириш учун асос бўладиган ўрта махсус, касб-хунар таълими беради.

Академик лицей ўқувчиларнинг интеллектуал қобилиятларини жадал ўстиришни, уларнинг чуқур, табақалаштирилган ва касб-хунарга йўналтирилган билим олишларини таъминлайдиган уч йиллик ўрта махсус ўқув юртидир.

Касб-хунар коллежи ўқувчиларнинг касб-хунарга мойиллиги, маҳорат ва малакасини чуқур ривожлантиришни, танланган касблар бўйича бир ёки бир неча ихтисос олишни таъминлайдиган уч йиллик ўрта касб-хунар ўқув юртидир.

14-модда. Олий таълим

Олий таълим юқори малакали мутахассислар тайёрлашни таъминлади.

Олий маълумотли мутахассислар тайёрлаш олий ўқув юртларида (университетлар, академиялар, институтлар ва олий мактабнинг бошқа таълим муассасаларида) ўрта махсус касб-хунар таълими асосида амалга оширилади.

Олий таълим икки босқичга: давлат томонидан тасдиқланган намунадаги олий маълумот тўғрисидаги ҳужжатлар билан далилланувчи бакалавриат ва магистратурага эга.

Бакалавриат олий таълим йўналишларидан бири бўйича пухта билим берадиган, ўқиш муддати камида тўрт йил бўлган таянч олий таълимдир.

Магистратура аниқ мутахассислик бўйича бакалавриат негизида камида икки йил давом этадиган олий таълимдир.

Фуқаролар иккинчи ва ундан кейинги олий маълумотни шартнома асосида олишга ҳақлидирлар.

15-модда. Олий ўқув юртидан кейинги таълим

Олий ўқув юртидан кейинги таълим жамиятнинг илмий ва илмий-педагогик кадрларга бўлган эhtiёжларини таъминлашга қаратилгандир. Олий ўқув юртидан кейинги таълим олий ўқув юртлари ва илмий-тадқиқот муассасаларида (аспирантура, адъюнктура, докторантура, мустақил тадқиқотчилик) олиниши мумкин.

Илмий ва илмий-педагогик кадрларни тайёрлаш, илмий даражалар ва унвонлар бериш тартиби қонун ҳужжатларида белгиланади.

16-модда. Кадрлар малакасини ошириш ва уларни қайта тайёрлаш

Кадрлар малакасини ошириш ва уларни қайта тайёрлаш касб билимлари ва кўникмаларини чуқурлаштириш ҳамда янгилашни таъминлайди.

Кадрлар малакасини ошириш ва уларни қайта тайёрлаш тартиби Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси томонидан белгиланади.

17-модда. Мактабдан ташқари таълим

Болалар ва ўсмирларнинг якка тартибдаги эҳтиёжларини қондириш, уларнинг бўш вақти ва дам олишини ташкил этиш учун давлат органлари, жамоат бирлашмалари, шунингдек бошқа юридик ва жисмоний шахслар маданий-эстетик, илмий, техникавий, спорт ва бошқа йўналишларда мактабдан ташқари таълим муассасаларини ташкил этишлари мумкин.

Мактабдан ташқари таълим муассасаларига болалар, ўсмирлар ижодиёти саройлари, уйлари, клублари ва марказлари, болалар-ўсмирлар спорт мактаблари, санъат мактаблари, мусика мактаблари, студиялар, кутубхоналар, соғломлаштириш муассасалари ва бошқа муассасалар киради.

Мактабдан ташқари таълим муассасаларининг фаолият кўрсатиш тартиби қонун ҳужжатларида белгилаб қўйилади.

18-модда. Оиладаги таълим ва мустақил равишда таълим олиш

Давлат оилада таълим олишга ва мустақил равишда таълим олишга кўмаклашади. Болаларни оилада ўқитиш ва мустақил равишда таълим олиш тегишли таълим муассасаларининг дастурлари бўйича амалга оширилади. Таълим олувчиларга ваколатли давлат муассасалари томонидан услубий, маслаҳат ва бошқа йўсинда ёрдам кўрсатилади.

19-модда. Таълим тўғрисидаги ҳужжатлар

Аккредитация қилинган таълим муассасаларининг битирувчиларига давлат томонидан тасдиқланган намунадаги маълумот тўғрисидаги ҳужжат (шаҳодатнома, диплом, сертификат, гувоҳнома) берилади. Давлат томонидан тасдиқланган намунадаги маълумот тўғрисидаги ҳужжат оилада таълим олган ёки мустақил равишда билим олган ва аккредитация қилинган таълим муассасаларининг тегишли таълим дастурлари бўйича экстерн тартибида имтиҳонлар топширган шахсларга ҳам берилади, давлат таълим муассасаларида ўқитилиши шарт бўлган ва рўйхати Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси томонидан белгилаб қўйиладиган мутахассисликлар бундан мустасно.

Олий маълумот тўғрисидаги дипломга ўзлаштирилган фанлар рўйхати, уларнинг ҳажмлари ва фанларга қўйилган баҳолар ёзилган варақа илова қилинади.

Диссертация ҳимоя қилган шахсларга белгиланган тартибда фан номзоди ёки фан доктори илмий даражаси берилади ва давлат томонидан тасдиқланган намунадаги диплом топширилади.

Давлат таълим стандартларига мос келган тақдирда Ўзбекистон Республикаси билан хорижий давлатларнинг ҳукуматлари ўртасидаги икки томонлама битимлар асосида ҳар икки томоннинг маълумот тўғрисидаги ҳужжатлари белгиланган тартибда ўзаро тан олиниши мумкин.

Тегишли босқичдаги таълимни тугалламаган шахсларга белгиланган намунадаги маълумотнома берилади.

Давлат тасдиқлаган намунадаги маълумот тўғрисидаги ҳужжат навбатдаги босқич таълим муассасаларида таълим олишни давом эттириш ёки тегишли ихтисослик бўйича ишлаш ҳуқуқини беради.

Ш. ТАЪЛИМ ЖАРАЁНИ ҚАТНАШЧИЛАРИНИ ИЖТИМОЙ ҲИМОЯ ҚИЛИШ

20-модда. Таълим олувчиларни ижтимоий ҳимоя қилиш

Таълим муассасасида таълим олувчилар қонун ҳужжатларига ва норматив ҳужжатларга мувофиқ имтиёзлар, стипендия ва ётоқхонада жой билан таъминланади.

21-модда. Таълим муассасалари ходимларини ижтимоий ҳимоя қилиш

Таълим муассасалари ходимларига иш вақтининг қисқартирилган муддати белгиланади, ҳақи тўланадиган йиллик узайтирилган таътиллار ҳамда қонун ҳужжатларида назарда тутилган имтиёзлар берилади.

Таълим муассасалари иш ҳақиға мўлжалланган мавжуд маблағлар доирасида мустақил равишда ставкалар, мансаб окладларига табақалаштирилган устама белгилашга ҳамда меҳнатга ҳақ тўлаш ва уни рағбатлантиришнинг турли шакллари

қўллашга ҳақли.

22-модда. Етим болаларни ва ота-оналарининг ёки бошқа қонуний вакилларининг васийлигисиз қолган болаларни ўқитиш

Етим болаларни ва ота-оналарининг ёки бошқа қонуний вакилларининг васийлигисиз қолган болаларни ўқитиш ва уларни боқиш давлатнинг тўла таъминоти асосида қонун ҳужжатларида белгиланган тартибда амалга оширилади.

23-модда. Жисмоний ёки руҳий ривожланишида нуқсони бўлган болалар ва ўсмирларни ўқитиш

Жисмоний ёки руҳий ривожланишида нуқсони бўлган, шунингдек узоқ вақт даволанишга муҳтож бўлган болалар ва ўсмирларни ўқитиш, уларни тарбиялаш ҳамда даволаш учун ихтисослаштирилган таълим муассасалари ташкил этилади. Болалар ва ўсмирларни ушбу таълим муассасаларига юбориш ва улардан чиқариш ота-оналарининг ёки бошқа қонуний вакилларининг розилиги билан психологик-тиббий-педагогик комиссиянинг ҳулосасига биноан амалга оширилади.

Ихтисослаштирилган таълим муассасаларининг ўқувчилари қисман ёки тўла давлат таъминотида бўлади.

24-модда. Ижтимоий ёрдамга ва тикланишга муҳтож бўлган шахслар учун ўқув-тарбия муассасалари

Алоҳида шароитларда тарбияланиш ва ўқишга муҳтож бўлган болалар ва ўспиринлар учун уларнинг билим олиши, касб тайёргарлиги ва ижтимоий тикланишини таъминлайдиган ихтисослаштирилган ўқув-тарбия муассасалари ташкил этилади.

Озодликдан маҳрум қилиш тариқасидаги жазони ўташ муассасаларида сақланаётган шахсларнинг таълим олиши ва мустақил билим олиши учун қонун ҳужжатларида белгиланган тартибда шароитлар яратилади.

IV. ТАЪЛИМ ТИЗИМИНИ БОШҚАРИШ

25-модда. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг таълим соҳасидаги ваколатлари

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг таълим соҳасидаги ваколатларига қуйидагилар киради:

таълим соҳасида ягона давлат сиёсатини амалга ошириш;

таълим соҳасидаги давлат бошқаруви органларига раҳбарлик қилиш;

таълимни ривожлантириш дастурларини ишлаб чиқиш ва амалга ошириш;

таълим муассасаларини ташкил этиш, қайта ташкил этиш ва тугатиш тартибини белгилаш;

таълим муассасаларини аккредитациядан, педагог, илмий кадрларни аттестациядан ўтказиш тартибини белгилаш;

бошқа давлатларнинг таълим муассасаларига Ўзбекистон Республикасининг ҳудудида таълим фаолияти билан шугулланиш ҳуқуқини берувчи рухсатномалар бериш;

қонун ҳужжатларига мувофиқ хорижий давлатларнинг таълим тўғрисидаги ҳужжатларини тан олиш ва ҳужжатларнинг эквивалент эканлигини қайд этиш тартибини белгилаш;

давлат таълим стандартларини тасдиқлаш;

давлат томонидан тасдиқланган намунадаги маълумот тўғрисидаги ҳужжатларни тасдиқлаш ва уларни бериш тартибини белгилаш;

давлат грантлари миқдори ва таълим муассасаларига қабул қилиш тартибини белгилаш;

давлат олий таълим муассасасининг ректорларини тайинлаш;

таълим олувчиларни аккредитация қилинган бир таълим муассасасидан бошқасига ўтказиш тартибини белгилаш;

қонун ҳужжатларига мувофиқ бошқа ваколатлар.

26-модда. Таълимни бошқариш бўйича махсус ваколат берилган давлат органларининг ҳуқуқ доираси

Таълимни бошқариш бўйича махсус ваколат берилган давлат органларининг ҳуқуқ доирасига қуйидагилар киради:

таълим соҳасида ягона давлат сиёсатини рўёбга чиқариш;

таълим муассасалари фаолиятини мувофиқлаштириш ва услуб масалаларида уларга раҳбарлик қилиш;

давлат таълим стандартлари, мутахассисларнинг билим савияси ва касб тайёргарлигига бўлган талаблар бажарилишини таъминлаш;

ўқитишнинг илгор шакллари ва янги педагогик технологияларни, таълимнинг техник ва ахборот воситаларини ўқув жараёнига жорий этиш;

ўқув ва ўқув-услугият адабиётларини нашр этишни ташкил қилиш;

таълим олувчиларнинг якуний давлат аттестацияси ва давлат таълим муассасаларида экстернат тўғрисидаги низомларни тасдиқлаш;

давлат олий таълим муассасасининг ректорини тайинлаш тўғрисида Вазирлар Маҳкамасига таклифлар киритиш;

педагог ходимларни тайёрлашни, уларнинг малакасини оширишни ва қайта тайёрлашни ташкил этиш;

қонун ҳужжатларига мувофиқ бошқа ваколатлар.

27-модда. Маҳаллий давлат ҳокимияти органларининг таълим соҳасидаги ваколатлари

Маҳаллий давлат ҳокимияти органлари:

таълим муассасалари фаолиятининг минтақаларни ижтимоий-иқтисодий ривожлантириш эҳтиёжларига мувофиқлигини таъминлайдилар;

таълим муассасаларини ташкил этадилар, қайта ташкил этадилар ва тугатадилар (республика тасарруфида бўлган муассасалар бундан мустасно), уларнинг уставларини рўйхатга оладилар;

ўз ҳудудларидаги таълим муассасаларини ваколат доирасида молиялаш миқдорларини ва имтиёзларни белгилайдилар;

таълим сифати ва даражасига, шунингдек педагог ходимларнинг касб фаолиятига бўлган давлат талабларига риоя этилишини таъминлайдилар;

қонун ҳужжатларига мувофиқ бошқа ваколатларни ҳам амалга оширадилар.

28-модда. Таълим муассасасини бошқариш

Таълим муассасасини унинг раҳбари бошқаради.

Таълим муассасаларида қонун ҳужжатларига мувофиқ фаолият кўрсатадиган жамоат бошқаруви органлари ташкил этилиши мумкин.

29-модда. Таълим соҳасидаги давлат бошқаруви органлари билан нодавлат таълим муассасалари ўртасидаги ўзаро муносабатлар

Таълим соҳасидаги давлат бошқаруви органлари нодавлат таълим муассасаларида таълим тўғрисидаги қонун ҳужжатларига риоя этилишини назорат қилади.

Нодавлат таълим муассасалари таълим тўғрисидаги қонун ҳужжатларини бузган тақдирда, аккредитация қилган органлар уларнинг фаолиятини қонун ҳужжатларига мувофиқ тўхтатиб қўйишга ҳақли.

Нодавлат таълим муассасаларига қабул давлат ўқув юртлари учун белгиланган тартибда ва муддатларда амалга оширилади.

V. ЯКУНЛОВЧИ ХУЛОСАЛАР

30-модда. Ота-оналар ёки қонуний вакилларнинг вазифалари

Вояга етмаган болаларнинг ота-оналари ёки қонуний вакиллари боланинг қонуний ҳуқуқлари ва манфаатларини ҳимоя қилишлари шарт ҳамда уларнинг тарбияси, мактабгача, умумий ўрта, ўрта махсус, касб-хунар таълими олишлари учун жавобгардирлар.

31-модда. Таълимни молиялаш

Давлат таълим муассасаларини молиялаш республика ва маҳаллий бюджетлар маблаглари, шунингдек бюджетдан ташқари маблаглар ҳисобидан амалга оширилади.

32-модда. Таълимни ривожлантириш фондлари

Таълимни ривожлантириш фондлари қонун ҳужжатларида белгиланган тартибда юридик ва жисмоний шахсларнинг шу жумладан чет эллик юридик ва жисмоний шахсларнинг ихтиёрий бадаллари ҳисобидан ташкил этилиши мумкин.

33-модда. Халқаро ҳамкорлик

Таълим муассасалари таълим муаммолари юзасидан халқаро ҳамкорликда иштирок этадилар, чет давлатларнинг тегишли ўқув юртлари билан бевосита алоқалар ўрнатиш, қонун ҳужжатларида белгиланган тартибда улар билан қўшма ўқув юртлари ташкил этиш ҳуқуқига эга.

34-модда. Таълим тўғрисидаги қонун ҳужжатларини бузганлик учун жавобгарлик

Таълим тўғрисидаги қонун ҳужжатларини бузишда айбдор бўлган шахслар белгиланган тартибда жавобгар бўладилар.

**Ўзбекистон Республикаси
Президенти И. КАРИМОВ**

Тошкент ш.,
1997 йил 29 август,
464-I-сон

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
SAMARQAND IQTISODIYOT VA SERVIS INSTITUTI**

**“ IQTISODIYOTDA MIQDORIY USULLAR” FANIDAN REYTING
TIZIMI ASOSIDA TALABALAR BILIMINI BAHOLASH BO‘YICHA**

USLUBIY KO‘RSATMA

“Iqtisodiyotda miqdoriy usullar” fanidan talabalar bilimni reyting tizimi asosida baholash mezonlari.

“Iqtisodiyotda miqdoriy usullar” fani bo'yicha reyting jadvallari, nazorat turi, shakli, soni hamda har bir nazoratga ajratilgan maksimal ball, shuningdek joriy va oraliq nazoratlarining saralash ballari haqidagi ma'lumotlar fan bo'yicha birinchi mashg'ulotda talabalarga e'lon qilinadi.

Fan bo'yicha talabalarning bilim saviyasi va o'zlashtirish darajasining Davlat ta'lim standartlariga muvofiqligini ta'minlash uchun quyidagi nazorat turlari o'tkaziladi: **joriy nazorat (JN)** – talabaning fan mavzulari bo'yicha bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Joriy nazorat fanning xususiyatidan kelib chiqqan holda amaliy mashg'ulotlarda og'zaki so'rov, test o'tkazish, suhbat, nazorat ishi, kollektivum, uy vazifalarini tekshirish va shu kabi boshqa shakllarda o'tkazilishi mumkin; **oraliq nazorat (ON)** – semestr davomida o'quv dasturining tegishli (fanlarning bir necha mavzularini o'z ichiga olgan) bo'limi tugallangandan keyin talabaning nazariy bilim va amaliy ko'nikma darajasini aniqlash va baholash usuli. Oraliq nazorat bir semestrda ikki marta o'tkaziladi va shakli (yozma, og'zaki, test va hokazo) o'quv faniga ajratilgan umumiy soatlar hajmidan kelib chiqqan holda belgilanadi; **yakuniy nazorat (YAN)** – semestr yakunida muayyan fan bo'yicha nazariy bilim va amaliy ko'nikmalarni talabalar tomonidan o'zlashtirish darajasini baholash usuli. Yakuniy nazorat asosan tayanch tushuncha va iboralarga asoslangan “Yozma ish” shaklida o'tkaziladi.

ON o'tkazish jarayoni kafedra mudiri tomonidan tuzilgan komissiya ishtirokida muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, **ON** natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda **ON** qayta o'tkaziladi.

Oliy ta'lim muassasasi rahbarining buyrug'i bilan ichki nazorat va monitoring bo'limi rahbarligida tuzilgan komissiya ishtirokida **YAN** ni o'tkazish jarayoni muntazam ravishda o'rganib boriladi va uni o'tkazish tartiblari buzilgan hollarda, **YAN** natijalari bekor qilinishi mumkin. Bunday hollarda **YAN** qayta o'tkaziladi.

Talabaning bilim saviyasi, ko'nikma va malakalarini nazorat qilishning reyting tizimi asosida talabaning fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi ballar orqali ifodalanadi.

«Iqtisodiyotda miqdoriy usullar» fani bo'yicha talabalarning semestr davomidagi o'zlashtirish ko'rsatkichi 100 ballik tizimda baholanadi.

Ushbu 100 ball baholash turlari bo'yicha quyidagicha taqsimlanadi:

YA.N.-30 ball, qolgan 70 ball esa J.N.-35 ball va O.N.-35 ball qilib taqsimlanadi.

Ball	Baho	Talabalarning bilim darajasi
86-100	A'lo	Xulosa va qaror qabul qilish. Ijodiy fikrlay olish. Mustaqil mushohada yurita olish. Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish. Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
71-85	Yaxshi	Mustaqil mushohada qilish. Olgan bilimlarini amalda qo'llay olish. Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
55-70	Qoniqarli	Mohiyatini tushuntirish. Bilish, aytib berish. Tasavvurga ega bo'lish.
0-54	Qoniqarsiz	Aniq tasavvurga ega bo'lmalik. Bilmaslik.

Fan bo'yicha saralash bali 55 ballni tashkil etadi. Talabaning saralash balidan past bo'lgan o'zlashtirishi reyting daftarchasida qayd etilmaydi.

Talabalarning o'quv fani bo'yicha mustaqil ishi joriy, oraliq va yakuniy nazoratlar jarayonida tegishli topshiriqlarni bajarishi va unga ajratilgan ballardan kelib chiqqan holda baholanadi.

Talabaning fan bo'yicha reytingi quyidagicha aniqlanadi: $R = \frac{V \cdot O'}{100}$ bu yerda: V- semestrda fanga ajratilgan umumiy o'quv yuklamasi (soatlarda); O' - fan bo'yicha o'zlashtirish darajasi (ballarda).

Fan bo'yicha joriy va oraliq nazoratlarga ajratilgan umumiy ballning 55 foizi saralash ball hisoblanib, ushbu foizdan kam ball to'plagan talaba yakuniy nazoratga kiritilmaydi.

Joriy JN va oraliq ON turlari bo'yicha 55 bal va undan yuqori balni to'plagan talaba fanni o'zlashtirgan deb hisoblanadi va ushbu fan bo'yicha yakuniy nazoratga kirmasligiga yo'l qo'yiladi.

Talabaning semestr davomida fan bo'yicha to'plagan umumiy bali har bir nazorat turidan belgilangan qoidalarga muvofiq to'plagan ballari yig'indisiga teng.

ON va YAN turlari kalendar tematik rejaga muvofiq dekanat tomonidan tuzilgan reyting nazorat jadvallari asosida o'tkaziladi. YAN semestrning oxirgi 2 haftasi mobaynida o'tkaziladi.

JN va ON nazoratlarda saralash balidan kam ball to'plagan va uzrli sabablarga ko'ra nazoratlarda qatnasha olmagan talabaga qayta topshirish uchun, navbatdagi shu nazorat turigacha, so'nggi joriy va oraliq nazoratlar uchun esa yakuniy nazoratgacha bo'lgan muddat beriladi.

Talabaning semestrda JN va ON turlari bo'yicha to'plagan ballari ushbu nazorat turlari umumiy balining 55 foizidan kam bo'lsa yoki semestr yakuniy joriy, oraliq va yakuniy nazorat turlari bo'yicha to'plagan ballari yig'indisi 55 balidan kam bo'lsa, u akademik qarzdor deb hisoblanadi. Talaba nazorat natijalaridan norozi bo'lsa, fan bo'yicha nazorat turi natijalari e'lon qilingan vaqtdan boshlab bir kun mobaynida fakultet dekaniga ariza bilan murojaat etishi mumkin. Bunday holda fakultet dekanining taqdimnomasiga ko'ra rektor buyrug'i bilan 3 (uch) a'zodan kam bo'lmagan tarkibda apellyatsiya komissiyasi tashkil etiladi.

Apellyatsiya komissiyasi talabalarning arizalarini ko'rib chiqib, shu kunning o'zida xulosasini bildiradi.

Baholashning oʻrnatilgan talablar asosida belgilangan muddatlarda oʻtkazilishi hamda rasmiylashtirilishi fakultet dekani, kafedra muduri, oʻquv-uslubiy boshqarma hamda ichki nazorat va monitoring boʻlimi tomonidan nazorat qilinadi.

Talabalar ON dan toʻplaydigan ballarning mezonlari

№	Koʻrsatkichlar	ON ballari		
		maks	1-ON	2-ON
1	Darslarga qatnashganlik darajasi. Maʼruza darslaridagi faolligi, konspekt daftarlarining yuritilishi va toʻliqligi.	10	0-5	0-5
2	Talabalarning mustaqil taʼlim topshiriqlarini oʻz vaqtida va sifatli bajarishi va oʻzlashtirish.	10	0-5	0-5
3	Yozma ish, ogʻzaki savol-javoblar, kollokvium va boshqa nazorat turlari natijalari boʻyicha	15	0-7	0-8
Jami ON ballari		35	0-17	0-18

Talabalar JN dan toʻplaydigan ballarning mezonlari

№	Koʻrsatkichlar	JN ballari		
		maks	1 -JN	2-JN
1	Darslarga qatnashganlik va oʻzlashtirishi darajasi. Laboratoriya mashgʻulotlardagi faolligi, laboratoriya mashgʻulot daftarlarining yuritilishi va holati. Yozma nazorat ishi.	5	0-2	0-3
2	Mustaqil taʼlim topshiriqlarining oʻz vaqtida va sifatli bajarilishi. Mavzular boʻyicha laboratoriya ishlarini bajarilish va oʻzlashtirishi darajasi.	10	0-5	0-5
3	Yozma va laboratoriya ishlarini topshirish.	20	0-10	0-10
Jami JN ballari		35	0-18	0-17

Yakuniy nazorat “Yozma ish” shaklida belgilangan boʻlsa, u holda yakuniy nazorat 30 ballik “Yozma ish” variantlari asosida oʻtkaziladi.

Agar yakuniy nazorat markazlashgan test asosida tashkil etilgan boʻlib fan boʻyicha yakuniy nazorat “Yozma ish” shaklida belgilangan boʻlsa, u holda yakuniy nazorat quyidagi jadval asosida amalga oshiriladi

№	Koʻrsatkichlar	YAN ballari	
		maks	Oʻzgarish oraligʻi
1	Fan boʻyicha yozma ish nazorati	6	0-6
2	Fan boʻyicha amaliy topshiriq	24	0-24
Jami		30	0-30

Yakuniy nazoratda “Yozma ish” larni baholash mezonlari

Yakuniy nazorat “Yozma ish” shaklida amalga oshirilganda, sinov koʻp variantli usulda oʻtkaziladi. Har bir variant 2 ta nazariy savol va 3 ta amaliy topshiriqdan iborat. Nazariy savollar fan boʻyicha tayanch soʻz va iboralar asosida tuzilgan boʻlib, fanning barcha mavzularini oʻz ichiga qamrab olgan.

Har bir nazariy savolga yozilgan javoblar bo'yicha o'zlashtirish ko'rsatkichi 0-6 ball oralig'ida baholanadi. Amaliy topshiriq esa 0-6 ball oralig'ida baholanadi. Talaba maksimal 30 ball to'plashi mumkin.

Yozma sinov bo'yicha umumiy o'zlashtirish ko'rsatkichini aniqlash uchun variantda berilgan savollarning har biri uchun yozilgan javoblarga qo'yilgan o'zlashtirish ballari qo'shiladi va yig'indi talabaning yakuniy nazorat bo'yicha o'zlashtirish bali hisoblanadi.

Umarov T., Qarshiboyev X.Q. Iqtisodiyotda miqdoriy usullar fanidan o'quv-uslubiy majmua. SamISI, 2013.- 347 bet.

Loyiha muharrirlari:

Texnika fanlari nomzodi, dotsent Umarov T.,
Fizika-matematika fanlari nomzodi, katta o'qituvchi Qarshiboyev X.Q.

Taqrizchilar:

Fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent Begmatov A.B.,
Texnika fanlari nomzodi, katta o'qituvchi Qo'ldoshev A.Ch.

Majmuada «Iqtisodiyotda miqdoriy usullar» fanidan, didaktik tamoyillar, ma'ruza, amaliy va seminar mashg'ulotlari texnologiyalarini ishlab chiqish regulativlari va usullari, ularning asosiy jihatlarini hisobga olgan holda loyihalashtirilgan iqtisodiy ta'limda o'qitish texnologiyalari keltirilgan.

Majmua oliy maktab va qo'shimcha ta'lim tizimidagi ta'lim muassasalari o'qituvchilari uchun mo'ljallangan. O'quv-uslubiy majmua O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2011 yil 20 maydagi "Oliy ta'lim muassasalarining moddiy-texnik bazasini mustahkamlash va yuqori malakali mutaxassislar tayyorlash sifatini tubdan yaxshilash chora tadbirlari to'g'risida" gi № PQ 1533-sonli qarori 2-ilovasi 7-bandida ko'rsatib o'tilgan vazifalar hamda oliy o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2011 yil 15 oktyabrdagi № 87-01/ 1-166 modemgrammasida belgilab berilgan o'quv-uslubiy majmualar namunaviy tarkibi va Toshkent Davlat iqtisodiyot universiteti metodikasi asosida ishlab chiqilgan.

© Iqtisodiyotda miqdoriy usullar fanidan o'quv-uslubiy majmua. SamISI, 2013 y.