

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

Toshpulotov Nusratillo Telmonovich

**ELEKTR TIZIMLARINI
LOYIHALASH**

**O`quv qo`llanma 5310200-“Elektroenergetika” bakalavriat ta’lim yo`nalishi
talabalari uchun mo`ljallangan va O`zbekiston Respublikasi Oliy o`quv
yurtlari ilmiy-uslubiy birlashmasi faoliyatini Muvofiqlashtiruvchi kengash
tomonidan nashrga tavsiya etilgan**

Toshkent -2015

Ushbu o`quv qo`llanma, institut ilmiy-uslubiy kengashining 20 dekabr, 2013 yilda bo`lib o`tgan 3 - sonli majlisida ko`rib chiqildi va chop etishga tavsiya etildi.

O`quv qo`llanma «Elektr tizimlarini loyihalash» fanining namunaviy dasturi asosida: 5310200 - «Elektroenergetika (suv xo`jaligida)» bakalavr ta`lim yo`nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun yozilgan. Ushbu o`quv qo`llanmadan: 5430200 – «Qishloq xo`jaligini elektrlashtirish va avtomatlashtirish» bakalavriat, 5A310201 – «Elektr ta`minoti» (suv xo`jaligida), 5A430201 – «Agrosanoat majmui elektrotexnik uskunalari va elektr ta`minoti» magistrleri va boshqa turdosh ta`lim yo`nalishlaridagi bakalavrlar va magistrant mutaxassislar ham foydalanishlari mumkin. Shu bilan birga o`quv qo`llanmadan, loyihalashga doir o`z bilim va ko`nikmalarini yanada mustahkamlashga intilayotgan turdosh ta`lim yo`nalishlari talabalari, magistrantlar va ishlab-chiqarish sohasidagi injener-texnik xodimlari ham foydalanishlari mumkin.

U «Elektrotexnik materiallar», «Elektrotexnikaning nazariy asoslari», «Suv xo`jaligida elektr ta`minoti», «Yuqori kuchlanish texnikasi» va «Elektr tizimlaridan foydalanish va ta`mirlash» fanlari bilan uzviy bog`liq bo`lib, unda elektr ta`minot tizimlarining tuzulishi, elektr iste`molchilarning yuklamalarini hisoblash, elektr o`tkazgichlarni tanlash va tekshirish, stansiya va podstansiyalardagi elektr uskunalarning vazifalari, elektr ta`minotidagi uzulishlar, elektr iste`molchi obyekt larning kategoriyalari, elektr energiyasining sifati, energiya isrofi, elektr energiyasi tejamkorligiga yerishishdagi elektr ta`minot tizimlarini loyihalash masalalari atroflicha o`rganilgan.

Muallif: N.T. Toshpo`lotov, t.f.n., dotsent.

Taqrizchilar: T. M. Bayzakov, t.f.n. dotsent

ToshDAU, «Qishloq xo`jaligi elektr energetikasi va elektr texnologiya» kafedrası

A. Boqiev. t.f.n. dotsent

Annotatsiya

Quyidagi o`quv qo`llanma 5310200 - "Elektr energetika" (suv xo`jaligida) ta'lim yo`nalishi bakalavrlari talabalari uchun yozilgan bo`lib, undan: elektr uzatish, ta'minlash va tarqatish tizimlari, stansiya va podstansiyalar, elektrotexnik jihozlar va qurilmalarni loyihalash tartibi, talablari, texnik ko`rsatkichlari, loyihalashning hisob usullari, elektr jihozlar va qurilmalarni tanlash shartlari va metodlari haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Qo`llanma 18 bobdan iborat bo`lib: loyiha uchun boshlang`ich qidiruv ma'lumotlarni yig`ish va talabnoma tuzish; loyihani bajarish va himoyalashga quyiladigan talablar; loyihalashda foydalaniladigan kompyuter dasturlari va texnik vositalar; Suv xo`jalik iste'molchilaridagi elektr yuklamalarning turlari va loyihalash uchun uni hisoblash usullari kabi bo`limlar loyihalash bo`yicha chuqurroq ma'lumotlarga ega bo`lish maqsadida bo`lgan soha xodimlari uchun qimmatli ma'lumotlarni olish imkoniyatini beradi.

Аннотация

Данное учебное пособие предназначено для студентов бакалавров по учебному направлению 5310200 - "Электроэнергетика" (в водном хозяйстве) и в нем, приводятся сведения о системах: электропередачи, электроснабжения и распределения электрической энергии, станций и подстанций; требования и технические показатели, порядок проектирования электротехнических оборудования, методы расчета для выбора оборудования.

Пособие состоит из 18-разделов, сбора первичных материалов и составления заявок для проектирования; требований к выполнению проектов и к защите; компьютерных программ и технических средств применяемых для проектирования.

В нем так-же имеется возможность специалистам к глубокого и всестороннего ознакомления и изучения с разделами видов электрических нагрузок потребителей водного хозяйства и методы расчета проектирования.

Abstract

This textbook is intended for bachelor students in academic direction 5310200 - "Electrical Power Engineering" (in the water resources) and it provides information about the following systems: electricity transmission, power supply and electric power distribution, stations and substations; requirements and technical details, order of electric equipment design, calculation methods for equipment selection.

This book consists of 18 chapters. Initial material collection and compilation of applications for design, requirements for project implementation and for defense; software and hardware used for the design.

It also provides an opportunity for the professionals to thoroughly study and review and study the types of electrical loads of water resources consumers and methods of project calculations.

MUNDARIJA

Kirish	4
1. Respublika elektr energitika sohasining rivojlanishi, hozirgi holati va kelajagi	5
2. Suv xo`jalik elektr tizimlarini loyihalash	8
2.1. Loyihalashning umumiy masalalari	8
2.2. Loyihaning tarkibi va hajmi	10
2.2.1. Loyihning bayon qismi	11
2.2.2. Obyektdagi elektr iste'molchilarning yuklamasini hisoblash	13
2.2.3. Talaba tomonidan bajariladigan "Bitiruv malakaviy ishi" (BMI) ning tarkibi va hajmi	20
2.2.4. Talaba tomonidan bajariladigan «Kurs loyihasi» (KL) ning tarkibi va hajmi	21
3. Loyiha uchun boshlang`ich qidiruv ma'lumotlarni yig`ish va talabnoma tuzish	22
3.1. Ishlab chiqarish obyektlarini loyihalash uchun injener tomonidan bajariladigan ishlar	22
3.2. Talaba tomonidan bitiruv malakaviy ishi va kurs loyihasini bajarish uchun zaruriy ma'lumotlar.....	23
3.3. Loyihani rasmiylashtirish	25
4. Loyihani bajarish va himoyalashga quyiladigan talablar. Loyihalashda foydalanilishi tavsiya etiladigan kompyuter dasturlari va texnik vositalar	28
4.1. Loyihani bajarishga qo`yiladigan talablar	28
4.2. Loyihalashda foydalanilishi tavsiya etiladigan kompyuter dasturlari va texnik vositalar	30
5. Suv xo`jalik iste'molchilaridagi elektr yuklamalarning turlari va loyihalash uchun uni hisoblash usullari	33

5.1.	Elektr iste'molchilar yuklamasining turlari	33
5.2.	Elektr yuklamalarni hisoblash usullari	37
5.3.	Elektr yuklamalarni hisoblashning asosiy usullari	37
5.4.	Yuklamalarni hisoblashning qo`shimcha usullari	40
5.5.	Bir fazali iste'molchilarni yuklamasini e'tiborga olgan holda hisobiy yuklamani aniqlash	42
5.6.	Cpo`qqi (pik) yuklamalarni aniqlash	44
5.7.	Elektr ta'minot sistemasini turli pog`onalaridagi elektr yuklamalarni hisoblash.....	47
5.8.	Qishloq xo`jalik mahsulotlarini ishlab chiqaruvchi korxonalarining yuklamalari	50
6.	O`zgarmas tok liniyalarini loyihalash hisobi	55
7.	Bir fazali iste'molchilarni loyihalash uchun yuklamasini hisoblash	58
8.	Uch fazali iste'molchilarni loyihalash hisobi	61
8.1.	Uch fazali tarmoqlardagi yuklamalarni hisoblash	61
8.2.	Kelajak rivojlanish rejasi asosida elektr tarmoqlarni loyihalash	69
9.	Suv xo`jalik obyektlaridagi tashqi va ichki tarmoqlarni loyihalash	72
9.1.	Tashqi tarmoqlarni loyihalash	72
9.2.	Tashqi ta'minot manbalarini tanlash	73
9.3.	Elektr sistemaning ichki elektr ta'minot sxemalari	74
9.4.	Loyiha obyektida transformatorni o`rnatish joyi, quvvati va sonini belgilash	76
9.4.1.	Kuchlanishi 35...110/10-6 kV li pasaytiruvchi podstansiyalar	76
9.4.2.	Transformator podstansiyasi va punkti o`rnini belgilash uchun yuklama markazini aniqlash	82
9.4.3.	Kuchlanishi 35.....10(6)/0,4 kV li podstansiyalarni loyihalash	84
10.	Qisqa tutashuv toklarini hisoblash	95

10.1.	Qisqa tutashuv va yerga tutashuv bo`yicha umumiy ma'lumotlar	95
10.2.	Qisqa tutashuvning hisob sxemasini tuzish	98
10.3.	Loyihalanayotgan yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlarni qisqa tutashuv toklariga tekshirish	102
11.	Loyihalanayotgan elektr tizimlardagi energiya sarfi, isrofi va ruxsat etilgan isrof miqdori	113
11.1.	Suv xo`jalik obyektlari va qishloqlardagi energiya sarfi.....	113
11.2.	Suv xo`jalik obyektlari va qishloqlarini loyihalash uchun yuklamani hisoblash	114
11.3.	Loyiha obyektida yuklamani grafik usulida hisoblash	124
11.4.	Loyiha obyektida yuklamani yoppasiga ishlash koeffitsienti (k_{yo}) asosida hisoblash usuli	134
12.	Elektr energiyasining sifati	138
13.	Loyihalanayotgan suv xo`jalik obyektlarida reaktiv quvvatni kompensatsiyalash	141
13.1.	Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning maqsadi	141
13.2.	Past kuchlanishli elektr tarmoqlarida reaktiv quvvatni kompensatsiyalash	143
13.3.	Kuchlanishi 6 - 10 kV li tarmoqlarda reaktiv quvvatni kompensatsiyalash	147
13.4.	Energiya sistema maksimal yuklangan payti uchun korxonadagi kompensatsiya qurilmalari quvvatini aniqlash	151
14	Loyiha obyektlaridagi elektr tizimlarning mexanik hisobi	158
14.1.	O`tkazgichlarni mexanik mustahkamligini hisoblash	158
15.	Yuqori kuchlanishdan himoya tizimlarini loyihalash	163
15.1.	ATMOSFERA yuqori kuchlanishlari haqida umumiy ma'lumotlar ...	163
15.2.	Yashin qaytargichlarni loyihalash hisobi	174
16.	Yerlashtirish tizimlarini loyihalash	169
16.1	Yerlashtirish tizimi haqida umumiy ma'lumotlar	169

16.2.	Loyihalanayotgan yerlashtirish tizimlariga quyiladigan talablar	172
17.	Loyiha obyektlarining texnik iqtisodiy hisobi	179
18.	Elektr ta'minot liniyalarini loyihalash	189
18.1.	Elektr o'tkazgich simlar va kabellarning tuzulishi va texnik ko'rsatkichlari	189
18.2.	Havo va kabel liniya loyihalari uchun o'tkazgichni tanlash	195
18.3.	Kabel liniyalarini loyihalash	201
18.4.	Havo liniyalarni loyihalash	210
18.4.1.	Havo liniyalariga qo'yiladigan talablar	211
18.4.2.	Havo liniyalaridagi sim ustunlar	214
18.4.3.	Havo izolatorlaridagi izolatorlar	223
	Ilovalar	225
	Foydalanilgan adabiyotlar	231

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение.....	4
1.	Развитие, состояние и будущее отрасли электроэнергетики Республики	5
2.	Проектирование электрических систем водного хозяйства....	8
2.1.	Общие задачи проектирования	8
2.2.	Состав и объем проекта	10
2.2.1.	Пояснительная часть проекта.....	11
2.2.2.	Подсчет нагрузок электрических потребителей объекта.....	13
2.2.3.	Состав и объем «Выпускной квалификационной работы» (ВКР) выполняемой со стороны студента.....	20
2.2.4.	Состав и объем «Курсового проекта» (КП) выполняемой со стороны студента.....	21
3.	Сбор первичных материалов и составление заявки для проектирования.....	22
3.1.	Работы, выполняемые со стороны инженера для проектирования объектов	22
3.2.	Необходимые сведения для выполнения выпускной квалификационной работы и курсового проектирования	23
3.3.	Регистрация проекта	25
4.	Требования предъявляемые к выполнению и защите проекта. Технические средства и рекомендуемые компьютерные программы для выполнения проекта	28
4.1.	Требования предъявляемые к выполнению проекта	28
4.2.	Технические средства и рекомендуемые компьютерные программы для выполнение проекта	30
5.	Виды нагрузок потребителей водного хозяйства и порядок расчета для проектирования	33
5.1.	Виды электрических нагрузок	33
5.2.	Методы расчета электрических нагрузок	37

5.3.	Основные методы расчета электрических нагрузок.....	37
5.4.	Дополнительные методы расчета нагрузок	40
5.5.	Определение общей расчетной нагрузки с учетом нагрузки однофазных потребителей.	42
5.6.	Определение пиковых нагрузок	44
5.7.	Расчет нагрузки различных ступеней системы электроснабжения	47
5.8.	Нагрузки предприятий по производству сельскохозяйственной продукции	50
6.	Расчет проекта линий с постоянным током.....	55
7.	Расчет нагрузки проекта с однофазными потребителями.....	58
8.	Расчет нагрузки проекта с трехфазными потребителями.....	61
8.1.	Расчет нагрузки трехфазной системы	61
8.2.	Расчет проекта электрических систем для перспективного развития	69
9.	Расчет проекта внешнего и внутреннего электроснабжения объектов водного хозяйства.....	72
9.1.	Проектирование внешних сетей.....	72
9.2.	Выбор внешних источников питания	73
9.3.	Схемы внутренней системы электроснабжения	74
9.4.	Назначение место установки, мощности и количество трансформаторов в проектом объекте	76
9.4.1.	Проект подстанции с напряжением 35, 110/10-6 кВ.....	76
9.4.2.	Определение центр нагрузки для выбора места установки трансформаторного пункта и подстанции	82
9.4.3.	Проектирование подстанций с напряжением 35.....10(6)/0,4 кВ.	84
10.	Расчет токов короткого замыкания.....	95
10.1.	Сведения о коротком замыкание и замыкание на землю.....	95
10.2.	Составление расчетных схем токов короткого замыкания	98
10.3.	Проверочный расчет проекта систем с высоким напряжением	

на короткое замыкание	102
11. Расход, потери и допустимые потери в проектных системах линий электропередач	113
11.1. Расход энергии в объектах водного хозяйства и сельской местности	113
11.2. Расчет нагрузки проектирования объектов водного хозяйства и сельской местности	114
11.3. Расчет нагрузки проекта с помощью графика нагрузки	124
11.4. Расчет нагрузки проекта на основе метода коэффициента одновременности.....	134
12. Качество электрической энергии	138
13. Компенсация реактивной мощности в проектом объекте водного хозяйства	141
13.1. Цель компенсации реактивной энергии.....	141
13.2. Компенсация реактивной энергии в сетях низкого напряжения ..	143
13.3. Компенсация реактивной энергии св системах с напряжением 6 - 10 кВ	147
13.4. Выбор компенсирующих устройств при полной нагрузке энергосистемы предприятия	151
14 Механический расчет электрических систем проектного объекта	158
14.1. Расчет механической прочности электропроводников.....	158
15. Проект системы защиты высокого напряжения	163
15.1. Общие сведения о атмосферных перенапряжений.....	163
15.2. Расчет проекта молния отводов	174
16. Расчет проекта систем заземления	169
16.1 Общие сведения о системы заземления	169
16.2. Требования предъявляемые к заземляющих систем	172
17. Техника - экономический расчет проектных объектов	179
18. Проектирование линий электроснабжения	189

18.1. Исполнение электропроводников и кабелей и технические характеристики	189
18.2. Выбор проводников и кабелей для линий электропередач.....	195
18.3. Проектирование кабелных линий	201
18.4. Проектирование воздушных линий	210
18.4.1. Требования, предъявляемые к воздушным линиям	211
18.4.2. Опоры воздушных линий.....	214
18.4.3. Изоляторы воздушных линий	223
Приложения.....	225
Использованная литература.....	231

Content

	Introduction.....	4
1.	Development, condition and future of the Electric Powyer Industry in the Republic	5
2.	Project of the watyer resources electric powyer systems.....	8
	2.1. Genyerall aims of the project.....	8
	2.2. Content and quantity of the project.....	10
	2.2.1. Explanatory part of the project.....	11
	2.2.2. Calculation of the project consumyers' electric load.....	13
	2.2.3. Content and volume of the «Graduation qualification work» (GQW) prepared by a student.....	20
	2.2.4. Content and volume of the «Tyerm Work» (TW) prepared by a student	21
3.	Initial material collection and compilation of applications for design	22
	3.1. Works pyerformed by the engineyer for the project design	22
	3.2. Essential information for the Graduation qualification work preparation.....	23
	3.3. Project registration	25
4.	Material collection and compilation of applications for project, requirements for project implementation and for defense; software and rekomendations hardware used for the design.....	28
	4.1. Requirements for the project implementation.....	28
	4.2. Hardware and software for the project implementation	30
5.	Types of electrical loads of watyer resources consumyers and methods of project calculations.....	33
	5.1. Types of electrical loads.....	33
	5.2. Methods of electrical load calculation.....	37
	5.3. Major methods of the electric load calculation.....	37

5.4.	Additional methods of the electric load calculation.....	40
5.5.	Detyermination of the total load considyering one phase usyers	42
5.6.	Detyermination of the peak loads	44
5.7.	Calculation of the diffyerent levels of the electric powyer supply system	47
5.8.	Loads of the entyerprises producing agricultural products	50
6.	Calculation of the direct current lines project.....	55
7.	Calculation of the project with three phase usyers	58
8.	Calculation of the project with three phase usyers.....	61
8.1.	Calculation of the three phase system load.....	61
8.2.	Calculation of the electric systems project for the pyerspective development	69
9.	Calculation of the intyernal and extyernal powyer supply for the agricultural facilities.....	72
9.1.	Design of the extyernal networks //.....	72
9.2.	Selection of the extyernal powyer sources.....	73
9.3.	Schemes of the intyernal powyer supply systems.....	74
9.4.	Assignment of the installation location, powyer and numbyer of the transformyers for the design project.....	76
9.4.1.	Project of the substation with powyer 35, 110/10-6 kV	76
9.4.2.	Identification of the load centre for the selection of the transformyers house and substation installation point.....	82
9.4.3.	Design of the substation with the powyer 35.....10(6)/0,4 kV	84
10.	Calculation of the short circuit currents.....	95
10.1.	Information of the short circuit and earth fault.....	95
10.2.	Compilation of the short circuit calculation schemes.....	98
10.3.	Checking calculation of the project with high voltage systems for short circuit	102

11. Consumption, losses, allowed losses in the project power supply lines	113
11.1. Energy consumption in objects water industry and village country	113
11.2. Calculation of the load for designed agriculture and rural area facilities	114
11.3. Calculation of the project load by means of load schedule.....	124
11.4. Calculation of the project load Pacon the basis of the coincidence factor method	134
12. Quality of the electric power	138
13. Var compensation in the designed water resources project	141
13.1. Aim of the Var compensation.....	141
13.2. Var compensation in the Low Voltage network.....	143
13.3. Var compensation in the networks with power of 6 - 10 kV	147
13.4. Compensating devices selection with the full load of the enterprise energy system	151
14 Mechanical calculation of the design project power systems	158
14.1. Calculation of the electric conductors mechanical strength.....	158
15. Project of the high voltage protection system.....	163
15.1. General information about atmospheric overvoltage	163
15.2. Calculation of the lightning arrestors project.....	174
16. Calculation of the grounding system project.....	169
16.1 General information about grounding systems.....	169
16.2. Requirements for the grounding systems.....	172
17. Techno-economic calculation of the design project.....	179
18. Design of the power supply lines.....	189
18.1. Manufacturing of the electric conductors and cables and specifications	189
18.2. Selection of the conductors and cables for power supply lines	195
18.3. Design of the cable lines	201
18.4. Design of the overhead lines.....	210

18.4.1. Requirements for the ovyerhead lines.....	211
18.4.2. Ovyerhead lines supports.....	214
18.4.3. Isolators of the ovyerhead.....	223
Appendices.....	225
Bibliography.....	231

TOSHPO`LOATOV NUSRATILLO TELMONOVICH

ELEKTR TIZIMLARINI LOYIHALASH

Muharrir:

M.Mustafayeva.

Musahhih:

N.Abduraxmonova.

Bosishga ruxsat etildi _____

Qog`oz o`lchami 60x 84 1/16. Hajmi 20,8 b.t.

10 nusxa .

Buyurtma № _____

TIMI bosmaxonasida chop etildi.

Toshkent 100000, Qori-Niyoziy ko`chasi 39-uy.