

**ЦЕНТР ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ КАБИНЕТЕ МИНИСТРОВ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
(УЗГИДРОМЕТ)**

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НИГМИ)**

*На правах рукописи
УДК: 551.522(575.11)*

Холматжанов Бахтияр Махаматжанович

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В
ПОГРАНИЧНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ (НА ПРИМЕРЕ
АХАНГАРАНСКОЙ ДОЛИНЫ С УЧЕТОМ МЕЗОЭФФЕКТОВ)**

11.00.09 – Метеорология, климатология, агрометеорология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Ташкент – 2010

Работа выполнена в Национальном университете Узбекистана имени Мирзо Улугбека.

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук,
доцент **Петров Юрий Васильевич**

Официальные оппоненты: доктор географических наук
Абдуллаев Альо Каюмходжаевич

кандидат географических наук
Ни Анатолий Александрович

Ведущая организация: Институт сейсмологии Академии наук
Республики Узбекистан

Защита состоится « 10 » июня 2010 г. в « 13⁰⁰ » часов на заседании Специализированного совета К.128.10.01 при Научно-исследовательском гидрометеорологическом институте по адресу: 100052, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Кодира Махсумова, 72.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Научно-исследовательского гидрометеорологического института.

Автореферат разослан « 03 » мая 2010 г.

**Ученый секретарь
Специализированного совета
кандидат географических наук**

Х.А. Имамджанов

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность работы. Проблема охраны окружающей среды остро встает на настоящем этапе развития человечества. Бурное развитие технической деятельности человека в XX и начале XXI столетий сильно повлияло на состояние таких компонентов окружающей среды, как атмосфера, вода, почва, растительный и животный мир.

В силу единства природной среды, а также глубокой внутренней взаимосвязи всех её компонентов и процессов, научная разработка и решение проблемы должны базироваться на целостном, системном подходе. Однако оказывается неизбежным, в целях анализа и осуществления практических мер, расчленение этой проблемы на отдельные направления исследований. На сегодняшний день в ее разработке принимают участие специалисты различных отраслей науки. В частности, исследования загрязнения атмосферного воздуха (АВ) как природного и экологического ресурса является одной из неотъемлемых сторон решения этой проблемы. В этой связи Президент Республики Узбекистан И.А.Каримов отмечает, что «...угрозой экологической безопасности в республике является и загрязнение воздушного пространства»¹.

Задачи и конструктивные программные действия по охране и улучшению качества АВ становятся неотделимой составной частью различных видов проектных работ, начиная от строительства предприятий вблизи городов, оценки состояния качества АВ в крупных промышленных регионах и городах и кончая проектами детальной планировки отдельных элементов города и села. Исходя из этого Правительством Республики Узбекистан разработана Государственная программа по охране окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. В программе определены пути оздоровления экологической обстановки в республике, преодоления экологической напряженности в крупных городах и городских агломерациях и т.д.²

Таким образом, метеорологические аспекты загрязнения АВ приобретают особую актуальность и соответственно ставятся новые задачи как описания распространения загрязняющих веществ (ЗВ) с учетом особенностей местности в метеорологическом и морфометрическом плане, так и прогноза уровня загрязнения.

На первом этапе преобладали экспериментальные пути исследования. По мере накопления данных все больший вес приобретают модельные исследования загрязнения АВ как способ решения поставленной проблемы.

Степень изученности проблемы. Проблема модельных исследований загрязнения АВ антропогенными выбросами всегда была в центре внимания ученых всего мира. Необходимо отметить, что такие исследования начали

¹ Каримов И.А. Узбекистан на пороге XXI века: угрозы безопасности, условия и гарантии прогресса. – Т.: Узбекистан, 1997. – С. 123.

² Там же. – С. 125-126.

проводиться еще в конце 50-х годов прошлого столетия. В дальнейшем зарубежье этой проблемой занимались такие ученые, как Ф.А.Гиффорд, Х.Зидиск, К.А.Велдс, К.И.Наппо, Ж.Готаас, М.Мюллиоланд, С.Трап, М.Матисес, В.Эдельман и другие, а в странах СНГ П.И.Андреев, М.Е.Берлянд, Г.И.Марчук, А.С.Гаврилов, Е.Л.Генихович, Л.Р.Арраго, М.Е.Швец, Н.Л.Бызова, Е.К.Гаргер, Б.А.Семенченко, П.Н.Белов, О.Б.Бутусов, А.Ю.Щербаков, А.Е.Алоян, Л.Г.Хуршудян и многие другие. В Узбекистане данной проблеме были посвящены работы Ф.Б.Абуталиева, С.Каримбердиевой, Ю.М.Денисова, Б.Ф.Абдурахимова, А.М.Горячева, А.Д.Спектормана, В.П.Выскребенцева и др.

Существующие модельные разработки применялись при изучении процессов рассеяния различных примесей в ряде регионов Узбекистана. Например, модель, разработанная под руководством Ю.М.Денисова, реализовалась в целях определения массы твердых веществ в атмосфере и их осаждения в пределах г. Бухара. Модель С.Каримбердиевой применялась в исследованиях по распространению аэрозолей, соли-пылевых частиц и реагентов активного воздействия на облака. Разработанная А.Д.Спекторманом и В.П.Выскребенцевым модель использована для расчета полей рассеяния сернистого ангидрида в условиях горно-долинной циркуляции в Ахангаранской долине. Однако в этих исследованиях нет комплексного подхода в плане определения метеорологических и синоптических условий загрязнения воздушного бассейна, а также разработки рекомендаций по прогнозу этих условий. Данные обстоятельства определили актуальность выбранной темы диссертационного исследования.

Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР. Тема диссертационной работы является составной частью следующих научно-исследовательских тем: «15.3.1 – Разработка модели переноса загрязняющих веществ и методики оценки атмосферного воздуха как природного ресурса» (1994-1996 гг.), «8.2.1 – Разработка научных, методических и материально-технических основ комплексной оценки объектов мониторинга окружающей среды» (1997-1999 гг.) и «5.6.1.1.1 – Разработка научных и методических основ использования, восстановления, мониторинга и картографии природно-ресурсного потенциала атмосферы с учетом экологической безопасности» (2000-2002 гг.), разработанных в рамках Государственных научно-технических программ Республики Узбекистан в области охраны окружающей среды, природопользования и обеспечения экологической безопасности.

Цель исследования: изучение синоптических и метеорологических условий распространения ЗВ в Ахангаранской долине на основе гидродинамической модели их переноса с учетом мезоэффектов; разработка рекомендаций к мониторингу, диагнозу и краткосрочному прогнозу распространения ЗВ в долине.

Задачами исследования являются:

- реализация программы расчета распространения ЗВ на персональной

электронно-вычислительной машине на основе разработанной в институте Кибернетики АН РУз гидродинамической модели переноса и диффузии физической субстанции в Ахангаранской долине с учетом мезоэффектов;

- исследование закономерностей распространения ЗВ при различных синоптических процессах и метеорологических условиях, возникающих в долине;

- разработка рекомендаций по практическому использованию численной модели распространения ЗВ в целях мониторинга состояния атмосферы, включающего в себя прогноз уровня загрязнения в долине.

Объектом исследования выбран воздушный бассейн Ахангаранской долины по той причине, что в долине сформировалась типичная промышленная агломерация, представляющая собой крайне неблагоприятную экологическую зону ввиду большого количества выбросов антропогенного происхождения.

Предметом исследования являются поля рассеивания различных ЗВ в Ахангаранской долине.

Методы исследования. Научно-методической основой диссертационного исследования являются метод морфометрического анализа, методы климато-статистического, картографического и синоптического анализа, конечно-разностный метод решения гидродинамических задач.

В качестве **исходной информации** использованы морфометрические характеристики районов основных метеорологических станций Пскемской и Ахангаранской долин, входящих в состав горной системы Западного Тянь-Шаня: Ангрэн, Аблык, Турк, Пскем, Ойгаинг, - а также характеристики метеорологических величин, наблюдаемых на этих станциях. Данные о структуре воздушного потока являются результатами летних экспедиций кафедры физики атмосферы Национального университета Узбекистана в 1972-1980 годах в Пскемскую долину, а также аэрологической экспедиции в Турке и Аблыке в холодное полугодие 1960-1961 гг. Для изучения связи условий загрязнения с синоптическими положениями использовались календари типов синоптических процессов над Средней Азией. При проведении численных экспериментов использовались официальные данные Государственного Комитета по охране природы Ташкентского вилоята о выбросах ЗВ промышленными предприятиями Ахангаранской долины.

Достоверность исходных материалов. Оценка полей рассеивания ЗВ основана на материалах аэрологических измерений, проведенных по штатной методике такого рода измерений. Количественные показатели выбросов ЗВ задавались согласно данным государственных организаций. Использование апробированной гидродинамической модели позволило получить результаты по переносу ЗВ в долине, не противоречащие физическим представлениям об этом процессе.

Гипотеза исследования. Рабочая гипотеза предполагает, что применение гидродинамической модели для изучения процессов

распространения ЗВ должно позволить, во-первых, оценить их поля рассеяния в зависимости от морфометрических, метеорологических и синоптических условий, во-вторых, разработать рекомендации по минимизированию их негативных последствий посредством учета циркуляционных особенностей.

Основные положения, выносимые на защиту:

- обоснование возможности использования при модельных исследованиях рассеяния ЗВ аэрологических данных, полученных по наблюдениям в одной из долин в других долинах той же горной системы;
- обоснование использования выбранной гидродинамической модели для расчета полей распространения ЗВ в Ахангаранской долине с учетом локальных циркуляционных условий в ней (фёновый сток и горно-долинная циркуляция);
- обоснование критериальных значений скорости ветра, определяющих условия загрязнения воздушного бассейна;
- рекомендации по организации мониторинга, включающего в себя краткосрочный прогноз состояния воздушного бассейна на основе учета типа синоптической ситуации.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- разработан новый подход, позволяющий использовать экспериментальные данные о ветровом режиме в одной из долин Западного Тянь-Шаня для других долин со сходными морфометрическими характеристиками;
- выполнена оценка состояния воздушного бассейна Ахангаранской долины при различных типах циркуляции в теплое и холодное полугодия;
- установлены значения скорости ветра, обеспечивающие благоприятные и неблагоприятные условия очищения атмосферы от выбросов ЗВ в долине;
- выявлена связь благоприятных и неблагоприятных условий очищения воздуха с типами синоптических процессов Средней Азии;
- предложена схема мониторинга, включающая в себя краткосрочный прогноз состояния воздушного бассейна.

Личный вклад автора заключается в следующем: обоснован выбор объекта исследования; показано, что экспериментальные данные о ветровом режиме в одной долине можно применять для другой в пределах одной горной системы; установлено, что численные расчеты полей рассеивания ЗВ в Ахангаранской долине целесообразно производить для горно-долинной циркуляции и фёнового стока; обоснован выбор гидродинамической модели для решения поставленной задачи; выполнен расчет и анализ полей рассеивания и их структуры для различных видов ЗВ; выявлены критериальные значения скорости ветра, определяющие условия загрязнения воздушного бассейна; определены типы синоптических процессов, при которых в долине возникают условия благоприятные либо для очищения воздушного бассейна от ЗВ, либо для их накопления в ней для холодного и

теплого полугодий; разработаны рекомендации для диагноза и прогноза состояния воздушного бассейна в долине; предложена функциональная схема системы экологического мониторинга на локальном уровне.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Методические подходы, алгоритм, выводы и рекомендации диссертационного исследования могут быть использованы проектными и научно-исследовательскими институтами в исследованиях по переносу ЗВ в других регионах Узбекистана при решении следующих задач: при разработке проектов размещения предприятий, при мониторинге состояния атмосферы в экологически напряженных промышленных зонах; при картографировании состояния загрязнения промышленными выбросами. Практическая значимость работы заключается также в возможности использования материалов и результатов исследования в преподавании таких спецкурсов, как «Основы экологии», «Численные методы прогноза погоды», «Физика атмосферы», «Экологический мониторинг» и др.

Реализация результатов. Научно-теоретические выводы и практические рекомендации диссертационной работы приняты для применения хакимиятом Ахангаранского района Ташкентского вилоята и Научно-исследовательским гидрометеорологическим институтом Узгидромета (имеются акты внедрения).

Научные и практические результаты исследования используются в преподавании спецкурсов «Основы экологии», «Численные методы прогноза погоды», «Физика атмосферы» и «Экологический мониторинг» в Национальном университете Узбекистана.

Апробация работы. Основные положения, выводы и рекомендации диссертационного исследования были доложены на: II Республиканской научной конференции молодых ученых и студентов (Ташкент, 1996), Республиканской научной конференции «Проблемы географической экологии и природопользования» (Ташкент, 1999), Республиканской научно-теоретической конференции «Использование современных методов анализа для решения геофизических задач» (Ташкент, 2000), Международной конференции по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды «ENVIROMIS-2004» (Томск, 2004), Международной научной конференции «Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон» (Санкт-Петербург, 2005), специализированном метеорологическом семинаре НИГМИ и Узгидромета (Ташкент, 2010).

Опубликованность результатов. Основные положения диссертации изложены в 16 опубликованных научных работах общим объемом 5,05 п.л., в том числе в 5 зарубежных публикациях.

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Общий объем диссертации составляет 139 страниц, в диссертации приведены

10 таблиц, 34 рисунка и 5 приложений.

2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В первой главе изложены характеристики промышленных выбросов, формирующих загрязнение воздушного бассейна Ахангаранской долины, физико-географическая и морфометрическая характеристики объекта исследования, сравнение морфометрических и аэрометеорологических характеристик Ахангаранской и Пскемской долин, а также ветровой режим этих долин Западного Тянь-Шаня.

Ахангаранская долина, как объект исследования, выбрана не случайно. Во-первых, в ней сконцентрировано большое количество крупных предприятий цветной металлургии, химической, строительной и топливно-энергетической промышленности. По объему выбросов загрязняющих веществ долина занимает лидирующее положение среди регионов Узбекистана. Из этих веществ 83% относятся к так называемым приоритетным загрязняющим веществам. Во-вторых, долина по своим морфометрическим и метеорологическим параметрам является типичной не только для Западного Тянь-Шаня, но и для других горных систем мира. В-третьих, она достаточно изучена в циркуляционном отношении для всех сезонов года.

По целому ряду морфометрических характеристик Ахангаранская долина схожа с другой долиной Западного Тянь-Шаня – Пскемской. О несомненной связи между широким спектром морфометрических характеристик горного рельефа и аэрометеорологическим режимом неоднократно говорилось в работах М.А.Петросянца, С.Г.Чанышевой и др.

Исходя из общих предпосылок, приведенных в указанных исследованиях, на основе качественного и количественного сопоставления показана возможность взаимного использования аэрометеорологических данных на примере рассматриваемых долин. Для сравнения Пскемской и Ахангаранской долин в морфометрическом плане выбраны станции Пскем (Н=1256 м н.у.м., Пскемская долина), Аблык (Н=845 м н.у.м., Ахангаранская долина) и Турк (Н=1100 м н.у.м., Ахангаранская долина). Результаты этого сравнения, выполненные на основе методики, разработанной в НИГМИ, даны в таблице 1.

Судя по приведенным данным, можно прийти к выводу, что обе долины являются V-образными, симметричными, открытыми на равнину с юго-запада. Уклоны долин почти одинаковы ($\Delta\alpha=0,2^\circ$), а ширина в центральных частях на уровне гребней равны. При этом Пскемская долина несколько глубже и склоны ее имеют больший наклон, чем в Ахангаранской долине. Так как оси долин имеют одинаковые направления, то это является очень важным фактором при формировании структуры ветра в этих долинах.

Таблица 1

**Основные морфометрические характеристики
Пскемской и Ахангаранской долин**

Станция и ее код морфометрической характеристики	Ориентация долины в районе станции	l	S_{zd}	α_0	h_{cm}	S_{cmz}	S_{cmo}	l_{cm}	H_{cp}	$\alpha_{ск}$	$\alpha'_{ск}$
Пскем (3.5.9.13.18.19.24.25.28.32.34)	СВ-ЮЗ	160	20	1,5°	2,4	20	2,0	75	3,60	15°	12°
Аблык (2.10.14.18.19.23.27.28.31.33)	СВ-ЮЗ	105	20	1,7°	1,7	39	7,0	78	2,60	3°	5°
Турк (2.5.10.13.17.19.23.27.28.32.33)	СВ-ЮЗ	105	20	1,7°	1,3	29	0,6	60	2,45	8°	8°

Примечание: l – длина долины, км; S_{zd} – ширина долины в центральной части на высоте гребней, формирующих долину, км; α_0 – уклон дна долины; h_{cm} – глубина долины в центральной части на линии станции, км; S_{cmz} – ширина долины в районе станции на высоте гребней, км; S_{cmo} – ширина дна долины в районе станции, км; l_{cm} – расстояние от станции до замыкающего хребта, км; H_{cp} – средняя высота хребтов, затеняющих станцию, км; $\alpha_{ск}$ ($\alpha'_{ск}$) – уклон правого (левого) бокового склона в районе станции.

В соответствии с физико-географическим положением долин, в них в теплую часть года (апрель-октябрь) возникает хорошо выраженная горно-долинная циркуляция (ГДЦ). В холодное время года, наряду с горно-долинной циркуляцией, в долине в случае возникновения больших барических градиентов между горами и равниной (связанных с прохождением к западу от горной системы циклонов или активных холодных фронтов), в устьевых частях долин возникают локальные ветры, достигающие иногда больших скоростей. В Ахангаранской, Пскемской и других долинах Западного Тянь-Шаня этот ветер накладывается на горно-долинную циркуляцию. При этом воздушный поток в этих долинах приобретает свойства фёна, развивающегося по типу высасывания. Структура воздушного потока при ГДЦ хорошо изучена. Остановимся на основных ее особенностях (табл. 2).

Таблица 2

Основные характеристики долинного и горного ветра

№	Характеристики ГДЦ	Долинный ветер		Горный ветер	
		Ахангаран	Пскем	Ахангаран	Пскем
1	Направление (румб)	ЮЗ	ЮЗ	СВ	СВ
2	Скорость ветра у земли (м/с)	5,0	4,9-5,5	3,0	2,6
3	Высота макс. скорости (км)	0,3	0,2	0,2	0,4
4	Скорость ветра в потоке (м/с)	7,0	8,0-9,0	5,0	5,0
5	Мощность потока (км)	1,0	1,4	0,7	1,6
6	Высота мин. скорости (км)	1,3	1,65	1,1	2,1
7	Параметр стратификации	-	580	-	-50
8	Параметр устойчивости	-	0,95	-	0,95

Как видим, структура воздушного потока в долинах имеет много близких характеристик в нижнем 500-метровом слое. Так, высота

максимальной скорости долинного ветра составляет 0,2-0,3 км, горного – 0,2-0,4 км. Скорость ветра на этих высотах равна для долинного ветра 7,0 м/с для Ахангаранской долины и 8,0-9,0 м/с – для Пскемской. Для горного ветра для обеих долин скорость равна 5,0 м/с. В обеих долинах одинаковы направления как долинного ветра (ЮЗ), так и горного (СВ).

Параметр стратификации рассчитывался по формуле:

$$\mu_{z-H} = \frac{g}{T} \cdot \frac{T_2 - T_H}{v_g \cdot l}, \quad (1)$$

где g – ускорение свободного падения; \bar{T} – средняя температура слоя; T_2 – температура воздуха на уровне психрометрической будки; T_H – температура на высоте 1,25 км от поверхности земли; v_g – скорость геострофического ветра; l – параметр Кориолиса.

Параметр устойчивости направления воздушного потока определялся как отношение величины продольной составляющей к модулю скорости ветра. Оба параметра получены на основании достаточно обеспеченного аэрологического материала, полученного по экспедиционным данным в Пскемской долине. Для долинного ветра характерна умеренная термическая неустойчивость, а воздушный поток обладает сильной устойчивостью по направлению (параметр устойчивости равен 0,95).

Таким образом, обе долины являются однотипными как по морфометрическим показателям, так и по основным метеорологическим параметрам (температура, ветер). Это обстоятельство позволяет заключить, что вполне возможно использование аэрометеорологических данных, полученных в одной из них, применительно к другой и наоборот. Это, в первую очередь, касается структуры воздушных потоков, экспериментальное исследование которой в отдельных долинах, как правило, трудно осуществимо.

Во второй главе подробно рассмотрены основные направления модельных исследований загрязнения атмосферного воздуха, а также приводится математическая модель расчета переноса загрязняющих веществ в атмосфере Ахангаранской долины, разработанная С.Каримбердиевой.

Задача расчета осредненного поля распространения ЗВ по некоторой территории в общем виде сводится к решению уравнения переноса и диффузии:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + u \frac{\partial \varphi}{\partial x} + v \frac{\partial \varphi}{\partial y} + (w - w_g) \frac{\partial \varphi}{\partial z} + \sigma \varphi = \frac{\partial}{\partial z} k_z \frac{\partial \varphi}{\partial z} + \mu \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} \right) + f. \quad (2)$$

Уравнение (2) рассматривается в области $D = (0 < x < a, 0 < y < b, 0 < z < H, t > 0)$. Краевые условия при этом следующие:

$$\begin{aligned}
\varphi(x, y, z, t) &= \varphi^0(x, y, z), & t = 0, \\
\varphi(x, y, z, t) &= 0 & \text{на } \Sigma, \\
k_z \frac{\partial \varphi}{\partial z} - \beta \varphi &= 0, & z = 0, \\
k_z \frac{\partial \varphi}{\partial z} &= 0, & z = H,
\end{aligned} \tag{3}$$

где φ – количество распространяющейся субстанции; t – время; x, y, z – прямоугольные координаты; u, v, w – составляющие скорости ветра по направлениям x, y, z , соответственно; w_g – скорость осаждения частицы; k_z – коэффициент турбулентного перемешивания; μ – коэффициент диффузии; σ – коэффициент поглощения; β – коэффициент взаимодействия с подстилающей поверхностью; $f = \sum_{i=1}^n Q_i \delta(r - r_i)$ – функция, описывающая параметры источников (Q_i – мощность i -го источника загрязнения); Σ – боковая граница.

Задача (2)-(3) решается конечно-разностным методом.

Решая основную задачу (2)-(3) выбранным методом, получим функцию распределения $\varphi(x, y, z, t)$. На основе полученного решения $\varphi(x, y, z, t)$ численная схема позволяет вычислить полное и среднее количество субстанции, находящейся в воздухе в области D за период времени $\{0, T\}$:

$$J_D = \int_0^T dt \iiint_D \varphi(x, y, z, t) dx dy dz, \tag{4}$$

$$J_{D_{\text{ср}}} = \frac{1}{T} \int_0^T dt \iiint_D \varphi(x, y, z, t) dx dy dz, \tag{5}$$

а также полное и среднее количество субстанции, выпавшей на подстилающую поверхность

$$J_{D_0} = (w_g + \beta) \int_0^T dt \iint_{D_0} \varphi(x, y, z_0, t) dx dy. \tag{6}$$

$$J_{D_{0\text{ср}}} = \frac{1}{T} (w_g + \beta) \int_0^T dt \iint_{D_0} \varphi(x, y, z_0, t) dx dy. \tag{7}$$

С помощью численной схемы также можно решить задачу оптимального размещения новых промышленных предприятий. Для этого необходимо реализовать эту модель, применяя сопряженную задачу

задачи (2)-(3).

Для расчетов распространения ЗВ при различных режимах ветра были использованы реальные профили горизонтальной и вертикальной составляющих скорости ветра, полученные в Пскемской и Ахангаранской долинах.

Компоненты скорости ветра для случаев смены горного ветра долинным и наоборот задавались степенным соотношением изменения скорости ветра с высотой:

$$V = V_1 \cdot z^n, \quad (8)$$

где $V_1 = 0,5$ м/с – характерная скорость приземного ветра; $n = 0,15$.

В численных экспериментах применены расчетные профили коэффициента турбулентности для различных типов стратификации атмосферы, предложенные А.М.Поповым. Для всех случаев термической стратификации k_z растет до уровня 100-200 м и в верхней части пограничного слоя стремится к нулю. При этом значение k_z увеличивается при усилении неустойчивости стратификации.

Коэффициент диффузии задавался согласно определению Г.И.Марчука

$$\mu = |u|(k_0 + r\sigma_0^2), \quad (9)$$

где $|u|$ – модуль скорости ветра; k_0 – параметр, определяемый характеристиками приземного слоя, равный 100; r – расстояние от источника; σ_0^2 – дисперсия возмущений направления ветра, осредненная за достаточно большой промежуток времени.

Так как воздушный поток обладает сильной устойчивостью, то $\sigma_0^2 = 0$, а коэффициент диффузии задавался как постоянная величина.

Коэффициент поглощения зависит от влажности воздуха и изменяется в пределах $0 < \sigma < 1$. Мы рассматривали сухой воздух и приняли $\sigma = 0$.

Коэффициент взаимодействия с подстилающей поверхностью β также изменяется в пределах $0 < \beta < 1$. Обычно для водной поверхности считают $\beta = 1$. Изменение β в пределах $0 < \beta < 1$ означает, что часть веществ выпадает на подстилающую поверхность и поглощается, часть опять попадает в свободную атмосферу. Коэффициент β зависит от метеорологических условий и характеристики подстилающей поверхности. Обычно считается, что β является постоянной величиной в рассматриваемой области. При проведении расчетов принято значение $\beta = 0,02$.

Скорость осаждения w_g вычисляется по формуле Стокса. Для тяжелых примесей $w_g = 10^{-3}$ м/с, для легких – $3 \cdot 10^{-5}$ м/с.

Длина области расчета по продольной оси x , соответствующий направлению юго-запад – северо-восток, составляет 60 км. Начальная и

конечная точки области расчета по этому направлению располагаются на расстоянии 4 км от АГМК и 6 км от Ангренской ГРЭС соответственно. В поперечном направлении (ось y) длина области расчета составляет 42 км. Ось y соответствует направлению северо-запад – юго-восток. Высота области расчета составляет 500 м. При этом, исходя от высоты расположения основных точечных источников выбросов того или иного ЗВ, шаг по вертикали распределяется неравномерно.

Основные источники выбросов окислов азота (NO_x) расположены на высотах 100 и 330 м, сернистого ангидрида (SO_2) – 100, 180 и 330 м, угарного газа (CO) – 14, 75, 100 и 150 м, золы – 100 и 120 м, пыли неорганической – 180 м, пыли цемента – 20 м, пыли Клинкера – 100 м, фтороводорода (FH) – 120 м, серной кислоты (H_2SO_4) – 100 и 180 м, соединений мышьяка (As) – 180 м, соединений свинца (Pb) – 100 м, соединений меди (Cu) – 180 м, соединений цинка (Zn) – 100 м.

В третьей главе приводится анализ состояния воздушного бассейна Ахангаранской долины при различных типах циркуляции. Численные эксперименты проводились для наиболее характерных этапов развития воздушной циркуляции рассматриваемого района с учетом синоптической ситуации. По данным расчета получены поля распределения концентраций в долях ПДК для 13 видов ЗВ, выбрасываемых в атмосферу долины.

Анализ геометрических особенностей полей рассеивания ЗВ в зависимости от скорости воздушного потока при фёновом стоке на уровне выброса показывает, что для газообразного вещества (NO_x) в случае слабых скоростей ветра (менее 2 м/с) непосредственно вблизи источников выбросов ПДК достигает 1,0 (рис. 1). Горизонтальные размеры поля выброса с $\text{ПДК} \geq 0,5$ составляют около 4 км при мощности выбросов 345-350 г/с (АГМК, Новоангренская ГРЭС). При уменьшении мощности выбросов до 300 г/с (Ангренская ГРЭС) вблизи источника концентрация не превышает 0,5 ПДК. Размеры зоны выбросов при $\text{ПДК} = 0,2$ составляют 6 и 4 км соответственно.

В случае, если скорость воздушного потока на уровне выброса более 3 м/с ПДК вблизи источника выброса резко уменьшается, не превышая 0,2. Рассеивание выбросов происходит в основном по горизонтали.

Для твердых частиц (соединения As и зола) картина распределения выбросов примерно одинакова. При скоростях менее 2 м/с вблизи источника выброса ПДК достигает 1,0. Горизонтальные размеры зоны, где $\text{ПДК} = 0,5$, составляют 4 км. При скорости ветра более 3 м/с ПДК не превышает 0,2.

Из выводов, полученных для холодного полугодия, следует ожидать, что при развитии горно-долинной циркуляции в теплое полугодие наибольшее загрязнение должно наблюдаться в периоды смены знака циркуляции, а наименьшие – при наличии горного или долинного ветра.

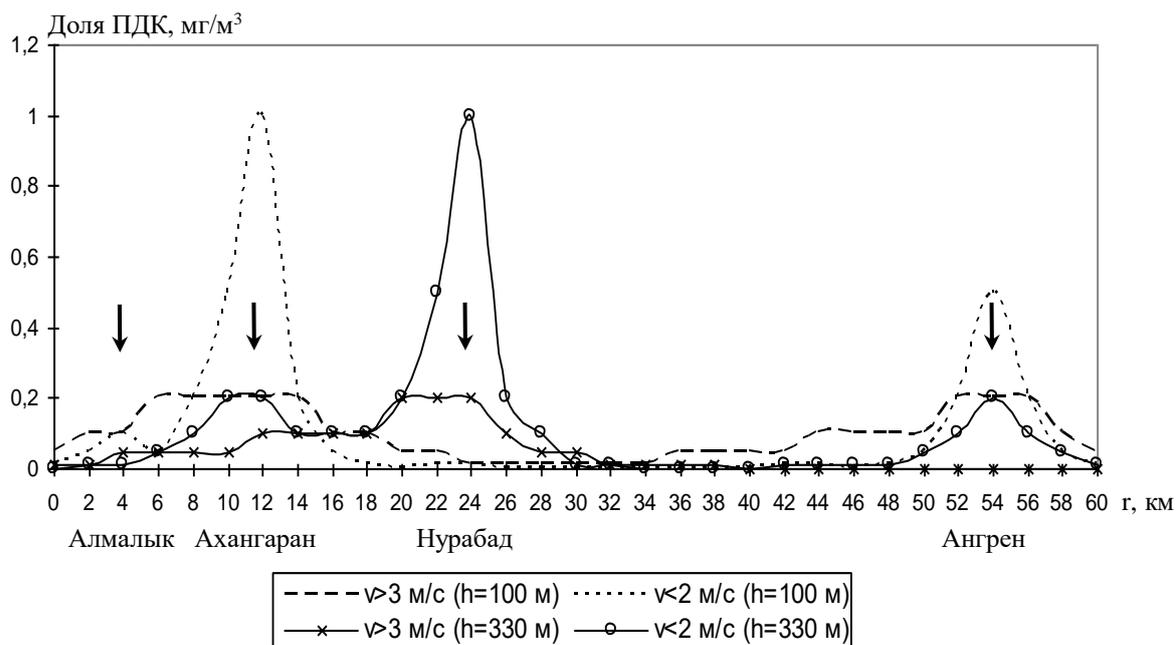


Рис. 1. Распределение выбросов NO_x в воздушном бассейне Ахангаранской долины при фёновом стоке (в долях ПДК)

Действительно, при смене знака циркуляции, когда наблюдаются практически штилевые условия, уровень загрязнения вблизи источников выбросов может превышать 1,0 ПДК. В условиях горного и долинного ветра, когда скорость ветра превышает 3 м/с, ПДК резко уменьшается и не превышает даже над источниками 0,2 ПДК (рис. 2). Рассмотренная картина характерна для всех видов рассматриваемых веществ.

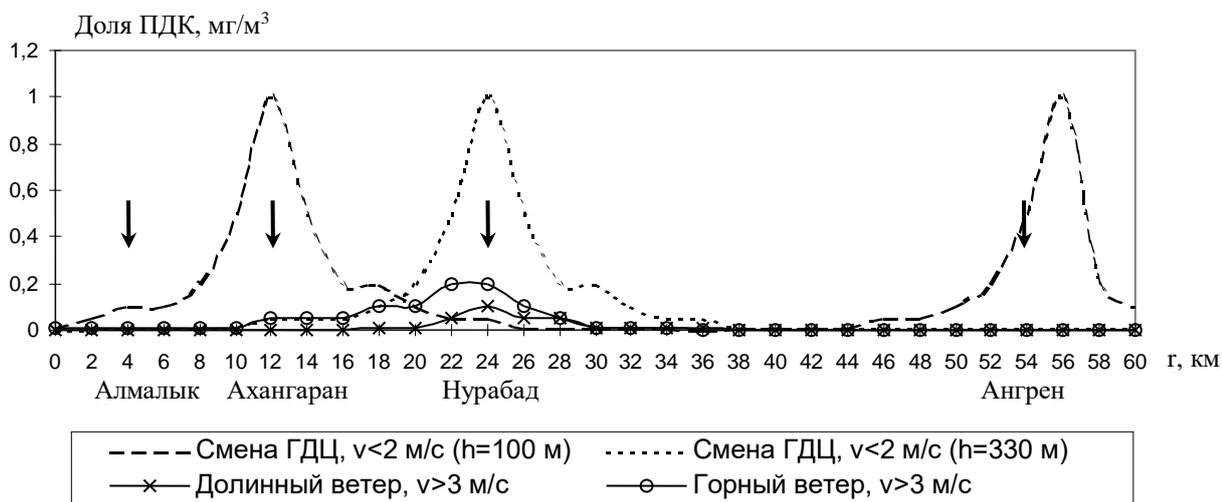


Рис. 2. Распределение выбросов NO_x в воздушном бассейне Ахангаранской долины при ГДЦ (в долях ПДК)

Оценка количества всех тринадцати ЗВ, которые содержатся в атмосфере в пределах расчетной области рассеивания, показывает, что в случае развития фёнового стока в среднем за сутки количество выбросов при

непрерывном технологическом процессе составляет около 1886 тонн. Из этого количества 0,9% (около 16,4 т) находится постоянно в атмосфере и только 0,4 т оседает на подстилающую поверхность. На долю газообразных веществ в атмосфере приходится 0,9-1,1% от мощности источников или около 12,2 т, пылевидных частиц – 0,7-1,1% или 4,1 т, металлов – 0,6-0,8% или только 15,3 кг (табл. 3).

Таблица 3

Среднее суточное содержание ЗВ (кг) в воздухе (Q₁) и на подстилающей поверхности (Q₂) при различных типах циркуляции

	Тип циркуляции	Загрязняющие вещества				Всего
		газы	H ₂ SO ₄	пылевидные	металлы	
Q ₁	Фёновый сток	12230,0	13,6	4143,0	15,3	16401,9
	ГДЦ	26751,0	30,4	6040,0	33,1	32854,1
Q ₂	Фёновый сток	151,10	0,44	260,60	0,58	412,70
	ГДЦ	0,92	0,01	0,01	0,01	2,95

В случае горно-долинной циркуляции примерно в 2 раза возрастает содержание всех загрязняющих веществ в атмосфере, но практически до нуля уменьшается их выпадение на подстилающую поверхность. Так, доля газообразных ЗВ в атмосфере увеличивается до 1,6-2,0%, пылевидных частиц – до 1,4-2,0%, металлов – до 1,6-1,7%. В целом, постоянно в атмосфере находится около 32,9 т ЗВ (1,74% от мощности источника). Увеличение количества ЗВ при ГДЦ по сравнению с фёновым стоком объясняется тем, что происходит их накопление в периоды смены знака ГДЦ утром и вечером.

Таким образом, при возникновении фёнового стока в холодное полугодие более 99% ЗВ выносятся из долины в западном и юго-западном направлениях в сторону Туя-бугузского водохранилища. При холодных вторжениях, когда воздушный поток направлен вверх по долине, примерно такое же количество ЗВ выносятся в верховья долины, оседая, в том числе, на снежниках и ледниках, питающих водостоки долины. В среднем за сутки количество ЗВ, которое выносятся из долины, составляет около 1869 т.

В теплое полугодие при наличии нормальной горно-долинной циркуляции за пределы долины выносятся около 1853 т ЗВ, которые равновероятно распределяются в юго-западном и северо-восточном направлениях.

В четвертой главе выявлена связь благоприятных и неблагоприятных условий очищения воздуха с типами синоптических процессов, даны рекомендации к прогнозу состояния воздушного бассейна, предложена схема организации системы мониторинга состояния воздушного бассейна.

При прогнозировании состояния воздушного бассейна в долине следует учитывать два основных метеорологических фактора: скорость ветра и осадки.

С первым фактором (при скорости ветра более 3 м/с) связано очищение

атмосферы долины за счет выноса ЗВ за её пределы. Выпадение осадков, с одной стороны, сопровождается вымыванием ЗВ из воздуха, а, с другой, увеличивает количество их выпадения на подстилающую поверхность.

Синоптическими ситуациями, благоприятными для очищения атмосферы долины воздушным потоком в холодное полугодие являются следующие: типы 1, 2, 4, 9 (в фазе разрушения), при которых возникают хорошо выраженные фёновые стоки северо-восточного направления (название типов дано в примечании к табл. 4); холодные вторжения (типы 5, 6, 10), при которых происходит проветривание долины как предфронтальными, так и зафронтальными воздушными течениями.

Кроме того, очищение воздушного бассейна долины может происходить в случае выпадения осадков при всех указанных типах, а также при типах 7 и 8.

Застойная обстановка возникает при слабых ветрах (менее 2 м/с). В этом случае с высокой вероятностью в долине, особенно вблизи источников выбросов, следует ожидать повышение уровня загрязнения (для отдельных выбросов до 1 ПДК и более).

К благоприятным синоптическим ситуациям для застойных явлений, в первую очередь, относятся: малоградиентные барические поля (типы 12, 13); типы 7, 8, если они не сопровождаются выпадением осадков; типы 9а и 9б.

Типы синоптических процессов 3, 14 и 15 являются редкими и какого-либо заметного влияния на режим ветра и осадков в долине не оказывают.

В теплое полугодие ветровой режим в долине определяется степенью развития горно-долинной циркуляции. В случае её нормального суточного хода долина хорошо очищается от выбросов ЗВ. Но при этом необходимо учитывать периоды смены знака циркуляции, когда кратковременно состояние воздушного бассейна существенно ухудшается. Синоптическими ситуациями, благоприятными для нормального развития ГДЦ, являются типы 9, 9а, 9б, 11, 12, 13.

Усиление долинной компоненты ГДЦ также является благоприятным фактором для очищения атмосферы в долине. Это происходит при синоптических процессах типа 5, 6, 10 (холодные вторжения) в стадии их завершения. Напротив, перед этими вторжениями долинная компонента, как правило, ослабевает, вследствие чего период застоя в долине может увеличиваться с соответствующим усилением уровня загрязнения.

Синоптические процессы, при которых возможно выпадение осадков (типы 5, 6, 10, 8), благоприятствуют очищению воздушного бассейна.

Оценка повторяемости указанных типов синоптических процессов для обоих полугодий приведена в таблице 4.

Повторяемость дней, наиболее благоприятных для очищения воздушного бассейна долины, составляет в холодное полугодие 52,4% (типы 1, 2, 4, 5, 6, 10, 7, 8). Наиболее благоприятные дни для застойных ситуаций составляют около 23,0% (типы 12, 13, 9а, 9б). В случае типа 9 (повторяемость 24,4%) очищение атмосферы в долине зависит от фазы развития этого

процесса. Скорости ветра, превышающие 3 м/с, возникают обычно в фазе разрушения периферии сибирского антициклона (тип 9).

В теплое полугодие повторяемость дней с наиболее благоприятными условиями для очищения воздуха в долине составляет 85,2% (типы 5, 6, 10, 9, 8, 11, 12, 13).

Таблица 4

**Средняя годовая повторяемость синоптических процессов (1961-1990 гг.)
(над чертой – количество дней, под чертой - %)**

Полугодие	Типы синоптических процессов					
	1, 2, 4	5, 6, 10	7, 8	9	11, 12, 13	3, 9а, 9б, 14, 15
Холодное	28,8	43,7	22,5	44,3	16,5	25,4
	15,9	24,1	12,4	24,4	9,1	14,0
Теплое	4,5	69,7	11,7	18,9	56,4	22,8
	2,4	37,9	6,4	10,3	30,7	12,4

Примечание: 1 – южнокаспийский циклон, 2 – мургабский циклон, 3 – верхнеамударьинский циклон, 4 – широкий вынос теплого воздуха, 5 – северо-западное холодное вторжение, 6 – северное холодное вторжение, 7 – волновая деятельность на холодном фронте, 8 – малоподвижный циклон над Средней Азией, 9 – юго-западная периферия антициклона, 9а – юго-восточная периферия антициклона, 9б – южная периферия антициклона, 10 - западное вторжение, 11 – летняя термическая депрессия, 12 – малоградиентное поле повышенного давления, 13 – малоградиентное поле пониженного давления, 14 – западный циклон, 15 – ныряющий циклон.

Для прогнозирования состояния воздушного бассейна в долине необходима разработка специализированного краткосрочного прогноза двух основных метеорологических величин: скорости ветра и осадков, что является самостоятельной и достаточно сложной задачей. Поэтому в рамках данного исследования обозначены только основные требования к прогнозу.

1. Прогноз синоптической ситуации, её интенсивности и продолжительности над восточными регионами Узбекистана. Для этих целей можно использовать повторяемости синоптических процессов в зависимости от их продолжительности.

2. Прогноз скорости ветра в отдельных фазах развития синоптического процесса для установления критериальных значений этой скорости (менее 2 м/с и более 3 м/с).

3. Прогноз длительности застойных ситуаций, когда наблюдаются очень слабые скорости ветра, вплоть до штиля.

4. Прогноз осадков и их интенсивности как важного фактора очищения воздушного бассейна.

5. На основе данных краткосрочного прогноза метеорологических условий в долине определяется уровень загрязнения в различных её частях: вблизи источников выбросов, на удалении от них (устье и выход).

Нами предлагается система мониторинга, включающая в себя три основных направления деятельности (наблюдения, оценка, прогноз) (рис. 3).

Блок наблюдений включает в себя инвентаризацию выбросов в атмосферу, определение характеристик местности и климата, а также изучение и систематизирование метеорологических условий.

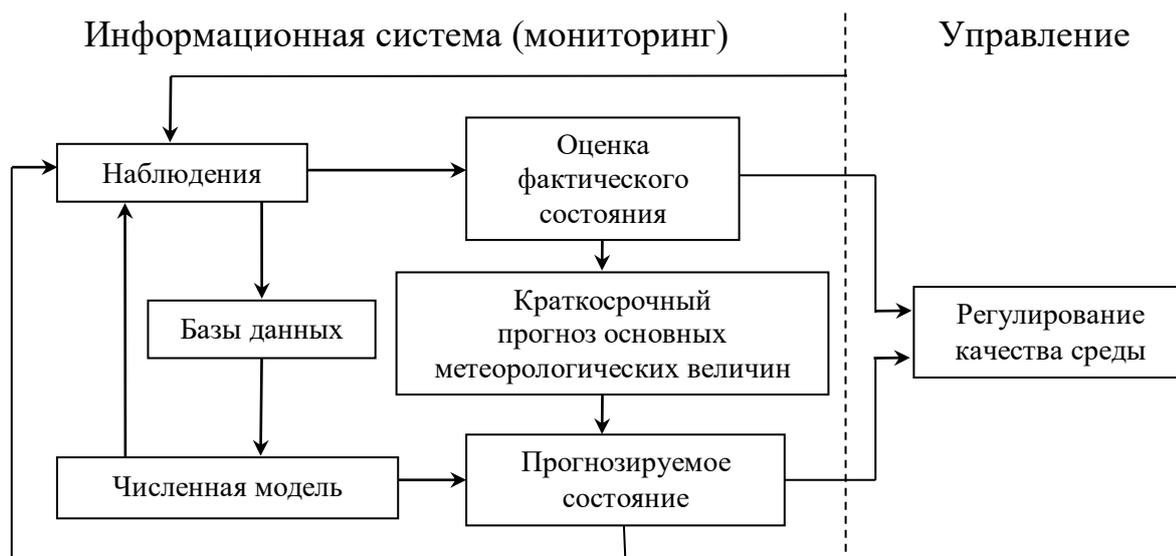


Рис. 3. Функциональная схема системы мониторинга

На основе наблюдений производится оценка текущего состояния качества (уровня загрязнения) атмосферного воздуха, а также пополняется банк данных. Накопленная и систематизированная информация в базах данных служит входными данными для проведения численных экспериментов. Полученные результаты расчетов сравниваются с результатами наблюдений и при наличии различий между ними численная модель должна быть скорректирована.

Численная модель на выходе дает прогноз состояния качества атмосферного воздуха, который включает в себя расчет поля концентрации, определение количества ЗВ в атмосфере и выпадающих на подстилающую поверхность, зоны с повышенными показателями загрязнения и т.п.

На основе фактического и прогнозируемого состояний атмосферного воздуха принимаются конкретные управленческие решения. Таким образом, система мониторинга является источником необходимой информации для принятия экологически значимых решений.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы и предложить ряд рекомендаций, направленных на оценку и краткосрочный прогноз состояния качества атмосферного воздуха в Ахангаранской долине:

1. Обоснован выбор Ахангаранской долины в качестве объекта исследования как одной из самых промышленно напряженных территорий Узбекистана. В долине промышленными предприятиями выбрасываются в атмосферу более 50% всех выбросов от стационарных источников в Узбекистане, из которых 83% относятся к наиболее опасным, так называемым приоритетным ЗВ.

2. На основе сравнения морфометрических и аэрометеорологических характеристик двух соседних долин: Пскемской и Ахангаранской – показано,

что экспериментальные данные о ветровом режиме в одной долине можно применять к другой. В данном случае закономерности структуры воздушного потока при горно-долинной циркуляции в Пскемской долине были использованы в численных расчетах полей рассеивания ЗВ в Ахангаранской долине.

3. На основе анализа ветрового режима в обеих долинах установлено, что численные расчеты полей рассеивания ЗВ в Ахангаранской долине целесообразно производить для двух основных типов циркуляции в ней: горно-долинная и фёновые стоки.

4. Для оценки полей рассеивания ЗВ от множественных точечных источников выбросов в пределах мезомасштабных форм рельефа была выбрана гидродинамическая модель, предложенная С. Каримбердиевой. Эта модель дает возможность использовать экспериментальные данные о ветровом режиме при различных типах циркуляции в долине в качестве входных данных.

5. Выполнен анализ структуры полей рассеивания ЗВ для двух характерных типов местной циркуляции в Ахангаранской долине с учетом вертикального строения воздушного потока. К этим типам относятся в холодное полугодие фёновый сток, в теплое полугодие – горно-долинная циркуляция.

6. Выявлена зависимость геометрических размеров (площадь, высота, объем) выбросов ЗВ, содержащихся в атмосфере долины в пределах более 0,1 ПДК, от скорости воздушного потока на уровне выброса. Оказалось, что скорость ветра в пределах 2-3 м/с как для уровня ПДК, так и для объемов ЗВ в расчетной области является для всех веществ критериальной. При скорости ветра менее 2 м/с уровень загрязнения вблизи источников выбросов достигает 1 и более ПДК, уменьшаясь до 0,5 ПДК на расстоянии 4-6 км от источника. При скорости ветра более 3 м/с уровень загрязнения вблизи источников выбросов снижается до 0,2 ПДК, а объем выбросов в воздухе значительно уменьшается.

Установленный критерий по скорости ветра может быть использован для диагноза и прогноза состояния воздушного бассейна в долине и для других типов воздушных режимов, в том числе наблюдающихся при холодных вторжениях в рамках использованной модели.

7. Установлено, что для всех типов воздушных течений со скоростями более 3 м/с характерно эффективное очищение воздушного бассейна долины. В холодное полугодие более 99% выбрасываемых ЗВ, что составляет в среднем за сутки около 1869 тонн, выносятся за пределы долины, загрязняя таким образом территорию, лежащую к западу, юго-западу от устья долины. На подстилающую поверхность в пределах долины выпадет около 0,4 тонн ЗВ. В теплое полугодие за пределы долины в среднем за сутки выносятся около 1853 тонн ЗВ, что составляет 98,7% от мощности источников. На подстилающую поверхность выпадения ЗВ практически нет.

8. Определены типы синоптических процессов, при которых в долине возникают условия благоприятные либо для очищения воздушного бассейна,

либо для накопления в ней ЗВ для холодного и теплого полугодий. В холодное полугодие повторяемость наиболее благоприятных дней для очищения воздушного бассейна долины составляет около 52,4%. Это наблюдается при синоптических процессах 1, 2, 4, 5, 6, 10, 7, 8. Застойные ситуации в долине возникают при синоптических процессах типа 12, 13, 9а, 9б, на долю которых приходится около 23,0%.

В теплое полугодие очищение долины от ЗВ наблюдается при развитии нормальной горно-долинной циркуляции или ее усилениях, что обусловлено синоптическими процессами типа 9, 11, 12, 13, 5, 6, 10 и 8.

9. Предложена функциональная схема системы экологического мониторинга на локальном уровне. Одним из важнейших звеньев этого мониторинга является численная модель, позволяющая рассчитывать как поле рассеивания ЗВ, так и количество ЗВ, находящихся в атмосфере, и количество веществ, выпадающих на подстилающую поверхность. В соответствии с прогнозируемым состоянием воздушного бассейна в долине система мониторинга позволит принимать экологически значимые решения.

10. Существует необходимость усовершенствования выбранной гидродинамической модели с учетом имеющихся недостатков, что определяет дальнейшее направление исследований.

4. СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Петров Ю.В., Фатхуллаева З.Н., Холматжонов Б.М. Об одном подходе к численному моделированию переноса примесей применительно к Ахангаранской долине // Экспериментальная и теоретическая физика. – Ташкент: ТашГУ, 1995. Вып. 3. – С. 47-50.

2. Каримбердиева С., Фатхуллаева З.Н., Холматжонов Б.М. Некоторые результаты численного расчета переноса вредных веществ в атмосфере Ахангаранской долины // Ёш олимлар ва талабалар II Республика илмий конференцияси: Тез. тўп. 25-27 апрель 1996. – Тошкент: ТошДУ, 1996. – Б. 9.

3. Петров Ю.В., Холматжонов Б.М. Особенности численного моделирования переноса загрязняющих веществ с учетом орографии // Ёш олимлар ва талабалар II Республика илмий конференцияси: Тез. тўпл. 25-27 апрель 1996. – Тошкент: ТошДУ, 1996. – Б. 39.

4. Петров Ю.В., Холматжанов Б.М. О возможности использования аэрометеорологических данных долин Западного Тянь-Шаня в численных моделях // Сбор. науч. тр. молодых ученых ТашГУ. – Ташкент: ТашГУ, 1997. – №1. – С. 35-37.

5. Каримбердиева С., Петров Ю.В., Холматжанов Б.М. Оҳангарон водийси атмосферасининг азот оксидлари (NO_x) ва кўрғошин (Pb) бирикмалари билан ифлосланишини баҳолаш // Илмий тўплам. – Тошкент: ЎОИТГМИ, 1998. – нашр 156(237). – Б. 139-147.

6. Петров Ю.В., Холматжонов Б.М. Моделирование процессов загрязнения воздушного бассейна Ахангаранской долины // Географик

экология ва табиатдан фойдаланиш муаммолари. Илм. тез. 28-29 май 1999. – Тошкент: ТошДУ, 1999. – Б. 45-46.

7. Холматжанов Б.М., Петров Ю.В., Фатхуллаева З.Н. Трехмерная численная модель для оценки загрязнения атмосферы Ахангаранской долины промышленными выбросами сернистого ангидрида (SO_2) и соединениями мышьяка (As) // Вестник ТашГУ. – Ташкент, 2000. – №3. – С. 19-25.

8. Петров Ю.В., Холматжанов Б.М., Фатхуллаева З.Н. Локальная гидродинамическая модель и расчетная схема переноса загрязняющих веществ в атмосфере // Использование современных методов анализа для решения геофизических задач: Тез. докл. Респ. конф. 18-20 октября 2000. – Ташкент: САНИГМИ, 2000. – С. 57-58.

9. Холматжанов Б.М. Об одном подходе к решению проблемы комплексного мониторинга состояния атмосферного воздуха // Ўзбекистон география жамияти ахбороти. 21-жилд. – Тошкент, 2000. – Б. 88-89.

10. Петров Ю.В., Холматжанов Б.М., Фатхуллаева З.Н. Применение локальной гидродинамической модели для расчета переноса некоторых загрязняющих веществ в атмосфере Ахангаранской долины // Использование современных методов анализа для решения геофизических задач: Докл. Респ. науч.-теор. конф. Ч. II. – Ташкент: САНИГМИ, 2001. – С. 89-94.

11. Kholmatjanov B.M. Application of Three-Dimensional Model for Estimation of Atmosphere Pollution on Condition Mountain-Valley Circulation // Bulliten of the Novosibirsk Computing Center. Series “Numerical modeling in Atmosphere, Ocean and Environment Studies”, ICM MG Publisher. Novosibirsk, 2002. Issue 8. – P. 19-29.

12. Холматжанов Б.М. Оценка загрязнения атмосферы Ахангаранской долины в период фёна с помощью гидродинамической модели // Сб. науч. трудов. – Ташкент: САНИГМИ, 2003. – С. 29-39.

13. Холматжанов Б.М. Расчет полей загрязнения атмосферы Ахангаранской долины в период фёна с помощью гидродинамической модели // ENVIROMIS-2004: Материалы международной конференции. Томск, 17-25 июля 2004. – С. 73-74.

14. Холматжанов Б.М., Фатхуллаева З.Н. Моделирование, расчет и прогноз переноса загрязняющих веществ в Ахангаранской промышленной зоне Узбекистана // Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: Материалы международной научной конференции. Санкт-Петербург, 25-27 мая 2005. – Санкт-Петербург: РГГМУ, 2005. – С. 38.

15. Холматжанов Б.М., Фатхуллаева З.Н., Петров Ю.В., Эгамбердиев Х.Т. Типы синоптических процессов Средней Азии, обуславливающие местные циркуляции в долинах Западного Тянь-Шаня // Тр. Института Гидрометеорологии Грузии. – Тбилиси, 2008. – Том №115. – С. 195-203.

16. Гуния Г.С., Цквитинидзе З.И., Холматжанов Б.М., Фатхуллаева З.Н. К метеорологическим аспектам крупномасштабных переносов загрязняющих веществ в условиях горных регионов // Тр. Института Гидрометеорологии Грузии. – Тбилиси, 2008. – Том №115. – С. 266-277.

РЕЗЮМЕ

диссертации Холматжанова Бахтияра Махаматжановича на тему: «Моделирование переноса загрязняющих веществ в пограничном слое атмосферы (на примере Ахангаранской долины с учетом мезоэффектов)» на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 11.00.09 – «Метеорология, климатология, агрометеорология»

Ключевые слова: атмосферный воздух, загрязняющие вещества, горно-долинная циркуляция, фёновый сток, математическая модель, предельно допустимая концентрация, поле рассеивания, синоптический процесс, мониторинг, прогноз.

Объект исследования: воздушный бассейн Ахангаранской долины, который представляет собой крайне неблагоприятную экологическую зону ввиду большого количества выбросов антропогенного происхождения.

Цель работы: изучение синоптических и метеорологических условий распространения загрязняющих веществ в Ахангаранской долине на основе гидродинамической модели их переноса с учетом орографии долины; разработка рекомендаций к мониторингу, диагнозу и краткосрочному прогнозу распространения загрязняющих веществ в долине.

Методы исследования: методы научного познания, в том числе метод морфометрического анализа, методы климато-статистического, картографического и синоптического анализа, конечно-разностный метод решения гидродинамических задач.

Полученные результаты и их новизна: разработан новый подход, позволяющий использовать экспериментальные данные о ветровом режиме в одной из долин Западного Тянь-Шаня для других долин со сходными морфометрическими характеристиками; выполнена оценка состояния воздушного бассейна Ахангаранской долины при различных типах циркуляции в теплое и холодное полугодия; установлены значения скорости ветра, обеспечивающие благоприятные и неблагоприятные условия очищения атмосферы от выбросов загрязняющих веществ в долине; выявлена связь благоприятных и неблагоприятных условий очищения воздуха с типами синоптических процессов Средней Азии; предложена схема мониторинга, включающая в себя краткосрочный прогноз состояния воздушного бассейна.

Практическая значимость: методические подходы, алгоритм, выводы и рекомендации диссертационного исследования могут быть использованы: при разработке проектов размещения предприятий, а также при мониторинге состояния атмосферы в экологически напряженных промышленных зонах долин Западного Тянь-Шаня; при картографировании состояния загрязнения промышленными выбросами. Практическая значимость работы заключается также в возможности использования материалов и результатов исследования в преподавании таких спецкурсов, как «Основы экологии», «Численные методы прогноза погоды», «Физика атмосферы», «Экологический мониторинг» и др.

Степень внедрения и экономическая эффективность: полученные результаты исследования используются при принятии управленческих решений по регулированию деятельности промышленных предприятий хокимиятом Ахангаранского района Ташкентского вилоята.

Область применения: разработка проектов размещения новых предприятий, мониторинг и прогноз состояния качества воздуха, учебные курсы «Основы экологии», «Численные методы прогноза погоды», «Физика атмосферы» и «Экологический мониторинг».

География фанлари номзоди илмий даражасига талабгор Холматжанов Бахтияр Махаматжановичнинг 11.00.09 – “Метеорология, иқлимшунослик, агрометеорология” ихтисослиги бўйича “Атмосфера чегаравий қатламида ифлослантирувчи моддаларнинг кўчишини моделлаштириш (мезоэффектларни ҳисобга олган ҳолда Оҳангарон водийси мисолида)” мавзусидаги диссертациясининг

РЕЗЮМЕ СИ

Таянч (энг муҳим) сўзлар: атмосфера ҳавоси, ифлослантирувчи моддалар, тоғ-водий циркуляцияси, фён оқими, математик модел, рухсат этилган меъёр, тарқалиш майдони, синоптик жараён, мониторинг, прогноз.

Тадқиқот объекти: кўп миқдордаги антропоген келиб чиқишга эга бўлган чиқиндилар чиқарилувчи хавфли экологик ҳудуд ҳисобланган Оҳангарон водийсининг ҳаво ҳавзаси.

Ишнинг мақсади: водий орографиясини ҳисобга олган ҳолда ифлослантирувчи моддалар кўчишининг гидродинамик модели асосида Оҳангарон водийсида ифлослантирувчи моддалар тарқалишининг синоптик ва метеорологик шароитларини ўрганиш; водийда ифлослантирувчи моддалар кўчишининг мониторинги, диагнози ва қисқа муддатли прогнози учун тавсияларни ишлаб чиқиш.

Тадқиқот методлари: илмий билим усуллари, жумладан, морфометрик таҳлил усули, иқлимий-статистик, картографик ва синоптик таҳлил усуллари, гидродинамик масалаларни ечишнинг чекли айирмалар усули.

Олинган натижалар ва уларнинг янгилги: Ғарбий Тянь-Шан водийларидан биридаги шамол режимининг экспериментал йўл билан олинган маълумотларини морфометрик характеристикалари ўхшаш бўлган бошқа водийларда қўллаш имконини берувчи янги ёндошув ишлаб чиқилган; йилнинг илиқ ва совуқ ярим йилликларига хос бўлган циркуляция турлари учун Оҳангарон водийси ҳаво ҳавзасининг ҳолати баҳоланган; водий атмосферасининг ифлослантирувчи моддалардан тозаланиши учун қулай ва ноқулай шароитларни таъминловчи шамол тезлиги қийматлари аниқланган; ҳавонинг ифлослантирувчи моддалардан тозаланиши учун қулай ва ноқулай шароитларининг Ўрта Осиё синоптик жараёнлари турлари билан боғлиқлиги аниқланган; ҳаво ҳавзаси ҳолатининг қисқа муддатли прогнозини ўз ичига олувчи мониторинг схемаси таклиф қилинган.

Амалий аҳамияти: диссертация тадқиқотида ишлаб чиқилган услубиятлар, алгоритм, хулоса ва тавсиялардан корхоналарни жойлаштириш лойиҳаларини ишлаб чиқиш; Ғарбий Тянь-Шан водийларидаги экологик кескин саноат ҳудудларида атмосфера ҳолатининг мониторинги; саноат чиқиндилари билан ифлосланиш ҳолатини баҳолаш карталарини тузиш; шунингдек “Экология асослари”, “Об-ҳаво прогнозининг сонли усуллари”, “Атмосфера физикаси”, “Экологик мониторинг” махсус фанларини ўқитишда фойдаланиш мумкин.

Татбиқ этиш даражаси ва иқтисодий самардорлиги: тадқиқот жараёнида олинган натижалардан Тошкент вилояти Оҳангарон тумани ҳокимияти томонидан саноат корхоналарининг фаолиятини тартибга солиш бўйича бошқарув қарорларини қабул қилишда фойдаланилмоқда.

Қўлланиш (фойдаланиш) соҳаси: янги корхоналарни жойлаштириш лойиҳаларини ишлаб чиқиш, ҳаво ҳолати сифатининг мониторинги ва прогнози, “Экология асослари”, “Об-ҳаво прогнозининг сонли усуллари”, “Атмосфера физикаси”, “Экологик мониторинг” ўқув курслари.

RESUME

Thesis of Kholmatjanov Bakhtiyar Makhamatjanovich on the scientific degree competition of the doctor of philosophy in geography on speciality 11.00.09 – “Meteorology, climatology, agrometeorology”, subject “Modelling of Contaminants Transport in the Boundary layer of Atmosphere (the case of Akhangaran valley based on mesoeffects)”.

Key words: atmospheric air, contaminants, mountain and valley circulation, foehn drainage, mathematical model, maximum permissible concentration, field of scattering, synoptic process, monitoring, prognosis.

Subject of research: air basin of Akhangaran valley affects adversely on the ecological zone due to a greater number of waste of the anthropogene origin.

Purpose of work: study of the synoptic and meteorological conditions of contaminants propagation in the Akhangaran valley on the basis of hydrodynamic model of the transport taking into account topography of the valley; elaboration of recommendations to monitoring, diagnosis and short-term prognosis of contaminants propagation in the valley.

Methods of research: methods of scientific cognition including the methods of morphometric analysis, methods of climatic and statistical, cartographic and synoptic analysis, method of finite differences of solving hydrodynamic tasks.

The results obtained and their novelty: the technique which allows to use experimental data on wind regime in one of the valleys of Western Tian-Shan for other valleys with similar morphometric characteristics was defined; assessment of the state of air basin of the Akhangaran valley with various types of circulation during the warm and cold periods of the year was performed; the values of wind velocity which provide favorable and unfavorable conditions for purifying atmosphere against contaminants waste in the valley was found; link of favorable and unfavorable conditions purifying air with types of synoptic processes in Central Asia was established; the chart for monitoring, which includes short-term prognosis of the state of air basin was developed.

Practical value: methodic approaches, algorithm and recommendations of the thesis research can be used during drawing up the projects for positioning enterprises; during monitoring for the state of atmosphere in the ecologically tensed industrial areas of the valleys of Western Tian-Shan; when drawing up maps for evaluation of the state of contamination by industrial waste as well as during the teaching of the special courses: “Fundamentals of Ecology”, “Numerical methods of weather forecast”, “Physics of Atmosphere”, “Ecological Monitoring” etc.

Degree of embed and economic effectivity: the results obtained can be used in making managerial decisions on regulation of industries activity by Khakimiati of Akhangaran district of Tashkent region.

Field of application: elaboration of projects for positioning new enterprises, monitoring and prognosis for the state of air quality, teaching courses: “Fundamentals of Ecology”, “Numerical methods of weather forecast”, “Physics of Atmosphere”, “Ecological Monitoring”.

Соискатель: