

ТРУДЫ
СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
им. В. А. БУГАЕВА

Выпуск 138(219)

ИССЛЕДОВАНИЕ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНА.
МЕТОДЫ ПРОГНОЗА
И ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

ТРУДЫ
СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНАЛЬНОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
им. В. А. БУГАЕВА

Выпуск

138(219)

ИССЛЕДОВАНИЕ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНА.
МЕТОДЫ ПРОГНОЗА
И ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Под редакцией
канд. техн. наук В. Г. КОНЮХОВА
и канд. хим. наук Л. П. ЯНИЧКИНА



МОСКВА · МОСКОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОИЗДАТА — 1990

В сборнике рассматриваются вопросы методологии, организации исследований и результаты изучения и прогноза загрязнения атмосферного воздуха на территории Средней Азии. Систематизированы многолетние исследования по изучению загрязнения поверхностных вод по показателям перифитона и по содержанию хлорорганических соединений (ХОС). Представлены результаты исследования загрязненности почв ХОС и воднорастворимыми соединениями фтора, изучения вредного воздействия выбросов алюминиевого завода на здоровье населения.

Сборник предназначен для специалистов, работающих в области охраны окружающей природной среды.

И I502000000 - 278 61-90(П)
069(02) - 90

ISBN 5-286-00543-8

© Среднеазиатский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт, 1990 г.

В.П.ВЫСКРЕБЕНЦЕВ, Л.П.ЯНИЧКИН,
В.Г.КОНЮХОВ

О МЕТОДИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К РАЗРАБОТКЕ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА

Одним из важнейших ориентиров при определении направлений экономического и социального развития страны, разработке схем развития и размещения производительных сил в регионах является долгосрочный прогноз загрязнения окружающей природной среды и, в частности, атмосферного воздуха. Знание прогнозных концентраций загрязняющих веществ в воздухе позволяет сделать выводы об уровнях заболеваемости, об оптимальном направлении развития территориально-промышленных комплексов, о стратегии и тактике природоохранной деятельности.

В настоящей работе описаны примененные нами методические подходы к разработке прогноза загрязнения атмосферного воздуха в Среднеазиатском регионе на период до 2010 г.

Выбор зон прогнозирования осуществлялся на основании предварительной оценки современного состояния загрязнения воздуха и результатов анализа перспективных планов развития и размещения производительных сил республик Средней Азии. Прогноз разрабатывался только для зон, где экологическая ситуация считается неблагоприятной в настоящее время или может стать таковой в будущем.

Основой для оценки современного состояния загрязнения воздуха послужил индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) /1/:

$$I_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_{ср i}}{ПДК_{ср i}} \right)^{c_j}, \quad (1)$$

где $q_{ср i}$ – среднее за год значение концентрации i -й примеси в воздухе; $ПДК_{ср i}$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация i -й примеси в воздухе населенных мест; c_j – безразмерная константа, зависящая от токсичности вещества.

Оценку современного состояния загрязнения воздуха производили

по среднегодовым концентрациям основных примесей. Концентрации специфических примесей учитывали, если они превышали ПДК либо в перспективе могли обусловить формирование высокого уровня загрязнения.

Разработка долгосрочного прогноза осуществлялась для городов, в которых величина ИЗА превысила 3. Данный выбор обусловлен тем, что в этом случае содержание хотя бы одной из примесей обычно приближается или даже превышает ПДК. Перечень городов Среднеазиатского региона, для которых оценено ожидаемое состояние воздуха, представлен в таблице.

Значения ИЗА для городов Среднеазиатского региона по данным за 1985 г.

Город	ИЗА	Город	ИЗА
Узбекская ССР		Киргизская ССР	
Алмалык	39,2	Ош	12,0
Ангрен	11,6	Токмак*	4,6
Андижан	34,4	Фрунзе	38,4
Бекабад	6,7	Хайдаркан*	8,8
Бухара	7,1	Таджикская ССР	
Гулистан*	8,8	Душанбе	16,1
Карши	3,9	Калининабад*	4,8
Каттакурган*	5,3	Курган-Тюбе*	10,5
Коканд	10,5	Ленинабад	4,7
Мубарек*	6,0	Турсунзаде	6,8
Навои	6,3	Яван*	7,9
Наманган	7,0	Туркменская ССР	
Нукус	2,5	Ашхабад	6,8
Самарканд	11,1	Безмеин*	6,8
Сариасия*	12,6	Красноводск*	4,0
Ташкент	13,8	Мары*	5,4
Фергана	17,4	Небит-Даг*	3,3
Чирчик	13,9	Ташауз*	4,8
		Чарджоу	11,1
		Челекен*	19,0

* Из-за отсутствия данных величина ИЗА рассчитана по средним концентрациям для четырех ингредиентов.

Большое внимание нами уделено выбору метода прогнозирования. В ряду методов долгосрочного прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха наибольшее применение нашли методы математического моделирования, экстраполяции и статистических оценок /2, 4, 7/. Метод математического моделирования является самым точным /2/, однако его использование затруднено из-за требуемого колоссального объема исходной информации о размещении и параметрах источников загрязнения атмосферы на период прогноза. К тому же на отдаленную перспективу такие данные просто отсутствуют. Экстраполяционный метод прогнозирования предполагает использование достаточно продолжительных временных рядов наблюдений. Таковых для выбросов вредных веществ в атмосферу и для уровней загрязнения воздуха в городах СССР, к сожалению, не имеется. При разработке долгосрочного прогноза загрязнения воздуха на период до 2010 г. экстраполяционный метод применен нами лишь для оценки ожидаемых масс выбросов в городах Ферганской долины /8/, однако предсказанные на перспективу значения эмиссий, вычисленные с учетом наметившейся в 1981–1986 гг. тенденции, признаны ненадежными. Предсказанные значения $M_{уд}$ даже на 1990 г. заметно отличались от средних за базовый период.

Статистический метод долгосрочного прогнозирования загрязнения воздуха базируется на предварительном изучении связи между суммарными выбросами загрязняющей примеси и ее концентрацией в воздухе. Нами выбран вариант статистического метода, основывающийся на использовании параметра потребления воздуха (ПВ) и нашедший применение в отечественной практике прогнозирования /2, 3/. Параметр ПВ характеризует способность атмосферы к рассеиванию и трансформации вредных веществ, поступающих от источников выбросов /2, 3/, и вычисляется по формуле

$$ПВ_i = \frac{M_i}{q_{ср i}}, \quad (2)$$

где M_i – масса выбросов в воздух i -го вещества; $q_{ср i}$ – среднегодовая концентрация вредного вещества в воздухе.

Судя по размерности ($км^3/год$), параметр ПВ представляет собой величину, показывающую объемный расход воздуха, требуемого для разбавления выбросов M до уровня среднегодовой концентрации $q_{ср}$. На величину ПВ оказывают существенное влияние структура промышленного производства, тип, количество и дислокация крупных предприятий, высота труб, мощность выбросов и т.д. /2, 3/. Вместе с тем величина ПВ является своеобразной интегральной характеристикой влияния совокупности климатических и техногенных факторов для каждого города. Постулат об относительном постоянстве значений ПВ для каждого города позволяет для расчета прогнозируемой концентрации q_n вредной

примеси воспользоваться соотношением пропорциональности между массовой выбросов и концентрацией примеси как на современном этапе, так и в прогнозируемом периоде /6/:

$$q_n = q_c \frac{M_n}{M_c} \quad (3)$$

Статистический анализ рядов ПВ для городов Ферганской долины показал /8/, что, во-первых, тенденция изменения этой величины за базовый период незначима для всех ингредиентов и, во-вторых, размах колебаний параметра ПВ вокруг его среднего значения нередко превышает последнее. Причины высокой относительной погрешности определения среднего значения ПВ в настоящее время остаются невыясненными, и преодоление этого недостатка статистического метода прогнозирования является задачей дальнейших исследований. В связи с вышеизложенным осреднение параметра потребления воздуха за ряд лет не только правомерно, но и необходимо. При составлении долгосрочного прогноза для каждой примеси и для каждого города нами рассчитывалась величина параметра ПВ как среднее арифметическое значение по данным за 1981–1985 гг. (для городов Ферганской долины – за 1981–1986 гг.).

Точность оценок ожидаемых концентраций во многом определяется точностью прогнозирования массы выбросов загрязняющей примеси. Величины M_c и M_n в уравнении (3) являются суммарными для всех источников выбросов по городу. Анализ материалов инвентаризации источников выбросов и статотчетности по форме № 2-тп (воздух) показал, что, как правило, основной вклад в загрязнение воздуха в городе вносит небольшое количество промышленных и теплоэнергетических предприятий. Доля остальных предприятий часто не превышает 10–20% суммы выбросов из стационарных источников. В работах /2, 5/ отмечалось примерное постоянство соотношения выбросов вредных примесей от основных и прочих источников загрязнения, от стационарных и передвижных источников. Для каждого города нами изучена динамика изменения вклада отдельных источников и их групп в суммарный выброс вредных примесей в атмосферу. Распределение выбросов на уровне 1985 г. принято за базис. Дальнейший сбор материалов для оценки прогноза выбросов производился для основных источников загрязнения воздуха в городе, в то время как вклад остальных источников принимался пропорциональным его доле в 1985 г.

В необходимых случаях учитывалась динамика изменения выбросов от систем отопления частного сектора, поскольку намечаемый переход с твердого топлива на газ, например, в г. Фрунзе приведет к существенным изменениям доли выбросов от указанных источников.

Расчет прогнозируемых выбросов в 1990 г. осуществлялся с учетом заданий пятилетнего плана экономического и социального развития СССР

на 1986–1990 гг. Выбросы, ожидаемые в 1995 г., оценены по имеющимся на большинстве предприятий проектам планов производства продукции. По следующим двум пятилеткам (с 1996 по 2005 г.) использованы предплановые показатели по объему производства из утвержденных отраслевых и республиканских программ и схем развития. Для перехода от показателей объема валовой продукции в стоимостном или условно-натуральном выражении к объемам выбросов рассчитывались удельные показатели выбросов вредных веществ, приходящихся на единицу продукции.

Для учета прогнозируемых выбросов от вновь строящихся предприятий нами использован метод аналогов. Например, для планируемого к строительству в г. Фрунзе автосборочного завода по производству малолитражных автомобилей в качестве аналога был выбран Ташкентский агрегатный завод. При выборе аналогов основным критерием служило подобие применяемых технологий.

Наконец, выбросы вредных веществ в атмосферу в 2010 г. оценивались по результатам исследования мировых тенденций развития научно-технического прогресса в создании малоотходных технологий. Патентно-информационными исследованиями установлено, что в зависимости от вида промышленной деятельности в результате научно-технического прогресса за пятилетие выбросы уменьшаются в среднем на 5,0–11,5%. Эта тенденция использована для расчета выбросов в 2010 г.

Очень мощным источником загрязнения атмосферного воздуха является автотранспорт. Анализ данных показал, что за предыдущий 10-летний период выбросы окиси углерода от автотранспорта возрастали примерно на 4% в год. На период до 2005 г. ожидается сохранение темпов увеличения грузооборота и пассажироперевозок. Однако рост вредных выбросов от автотранспорта, вероятно, прекратится в 1990 г. и в дальнейшем сохранится на этом уровне по ряду причин. Так, планируется развитие сети магистральных автомобильных дорог, на которых скорость движения транспорта существенно возрастет. Повышается топливная экономичность двигателей внутреннего сгорания, расширяется дизелизация автотранспорта. Например, к 2005 г. доля дизельных автобусов должна достичь 0,838. Ранее отмечалось /2/, что рост количества автомобилей в перспективе не должен привести к изменению доли их выбросов по сравнению со сложившимся уровнем. В ходе анализа данных за базовый период нами выявлена относительная стабильность доли вклада в загрязнение воздуха передвижных источников. На основании этих данных прогноз выбросов от автотранспорта оценивался пропорционально доле, равной ее среднему значению за 1981–1985 гг.

В качестве возможного способа ориентировочной оценки массы вредных выбросов в атмосферу города известен подход, основанный на учете изменения численности населения /1, 2/. Однако он может быть применен только в качестве среднестатистической характеристики для больших групп городов и не пригоден для прогнозирования эмиссии в кон-

кретном городе. На наш взгляд, учет изменения численности населения может быть более информативным. Во-первых, рост численности населения должен сопровождаться увеличением вредных выбросов в атмосферу, поскольку в большинстве городов основная доля выбросов приходится на "сферу жизнеобеспечения" – ТЭЦ, ГРЭС, автотранспорт, предприятия строительной индустрии, легкой и пищевой промышленности. Во-вторых, численность населения относится к числу достаточно надежно прогнозируемых показателей. Отсюда заслуживал внимания более детальный анализ характера связи между численностью населения и массой вредных примесей в рассматриваемом городе. Простейшим параметром такой связи является удельный выброс $M_{уд}$, приходящийся на одну тысячу человек населения. В работе /8/ показано, что надежность определения среднего за 5–6 лет значения удельных выбросов значительно выше, чем определения среднего ПВ, и величина $M_{уд}$ может быть рекомендована для прогнозирования суммарной массы вредной примеси, выбрасываемой в атмосферу на территории рассматриваемого города.

Расчет прогнозируемых концентраций загрязняющих примесей в воздухе на период до 2010 г. производился нами по уравнению (3), при этом использовались величины ожидаемых масс выбросов в атмосферу и средние значения ПВ за базовый период.

В плане совершенствования изложенного подхода к разработке долгосрочного прогноза считаем актуальным поиск модернизированного показателя типа параметра ПВ, но определяемого с меньшей относительной погрешностью, а также надежное выявление тенденций изменения данного и других информативных показателей, позволяющих оценивать ожидаемые значения масс выбрасываемой примеси и ее концентрации в атмосферном воздухе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Б е з у г л а я Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха. – Л.: Гидрометеиздат. – 1980. – 184 с.
2. Б е з у г л а я Э. Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. – Л.: Гидрометеиздат. – 1986. – С. 169–173.
3. Б е з у г л а я Э. Ю. и др. К оценке метеорологических условий загрязнения атмосферы / Безуглая Э.Ю., Завадская Е.К., Зражевский И.М. и др. // Труды ГГО. – 1984. – Вып. 479. – С. 87–98.
4. Б у к с И. И. и др. Долгосрочное прогнозирование уровня и возможных отрицательных последствий загрязнения атмосферы / Букс И.И., Гармаш А.Н., Мельник Л.Г. и др. // Гидрометеорология. Сер. Контроль загрязнения природной среды. Обзорная информация. Вып. 2. Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД. – 1984. – 62 с.

5. К о н ю х о в В. Г., Ж и р н и к о в Г. А., В а с и л ь е в А. Н. Развитие метода долгосрочного прогноза загрязнения атмосферного воздуха // Труды САНИГМИ. - 1988. - Вып. 128(209). - С. 3-10.
6. Т а г а н о в Д. Н. Приближенный расчет изменений в уровне загрязнения городского воздуха с помощью комбинированного потенциала загрязнения атмосферы // Труды ИГГ. - 1986. - Вып. 66. - С. 52-61.
7. Р а б о ч а я книга по прогнозированию / Отв. ред. И.В.Бестужев-Лада. - М.: Мысль. - 1982. - С. 315-318.
8. Я н и ч к и н Л. П. Долгосрочный прогноз загрязнения атмосферного воздуха в городах Ферганской долины. - См. настоящий сборник.

Л.П.ЯНИЧКИН

ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДАХ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

Ферганская долина представляет собой обширную межгорную впадину площадью 22,2 тыс. км², окаймленную Кураминским, Чаткальским, Ферганским, Алайским и Туркестанским хребтами. Лишь на западе долина соединена узким проходом, образуемым поймой р. Сырдарьи с равнинной территорией Голодной степи. Географическое положение Ферганской долины обуславливает климатические особенности ее территории, в частности высокую повторяемость слабых ветров, приземных инверсий, особенно в ночные и утренние часы, туманов и, как следствие, повышенный и высокий потенциал загрязнения атмосферы от низких и холодных источников выбросов /5/. Вместе с тем Ферганская долина характеризуется очень высокой плотностью населения, развитым промышленным потенциалом, интенсивным земледелием. В силу перечисленных обстоятельств разработка долгосрочного прогноза загрязнения атмосферного воздуха рассматриваемого региона является актуальной задачей.

Нами разработан вариант долгосрочного прогноза загрязнения атмосферы в городах, где проводятся систематические наблюдения за уровнем загрязнения воздуха. Прогноз на период до 2010 г. разработан с применением статистического и экстраполяционного методов, выбор которых обоснован нами в сообщении /4/. Исходными данными для прогнозирования послужили ряды значений выбросов и средних концентраций вредных веществ за базовый (1981-1986 гг.) период. Сведения о численности населения в городах в базовом и прогнозируемом периодах использованы для расчета прогноза выбросов вредных веществ. При этом принима-

ласть гипотеза о наличии тесной связи между численностью населения и массой вредных выбросов в результате хозяйственной деятельности человека /4/.

Для численного выражения указанной связи нами использованы удельные выбросы вредных веществ от стационарных и передвижных источников загрязнения атмосферы $M_{уд}$, т.е. масса выбросов, приходящаяся на одну тысячу человек населения города. В табл. I представлены значения $M_{уд}$ для городов Ферганской долины по ряду примесей за 1981–1986 гг. и их средние значения за базовый период. В скобки заключены "грубые" значения, для которых расчетная величина ω -критерия /1/ оказалась больше табличной для 5%-ного уровня значимости. Средние значения удельных выбросов вычислены без учета "грубых" величин. В последних двух графах табл. I приведены значения доверительного интервала и относительной погрешности определения среднего $M_{уд}$.

Как видно из табл. I, относительная погрешность определения среднего за базовый период $M_{уд}$ в основном не превышает 30% (в 22 случаях из 35) и может быть признана удовлетворительной для задач долгосрочного прогнозирования. Резкие колебания $M_{уд}$ могут быть обусловлены прежде всего изменениями массы выброса в результате ввода в действие (или останова) производств, пылегазоочистных установок, реализации других воздухоохраных мероприятий. Из табл. I видно также, что порядок величины $M_{уд}$ и погрешность определения ее средней величины меняются в зависимости от вида примеси и от города. Наибольшие по величине и одновременно самые надежные оценки определения средних значений $M_{уд}$ получены для г. Ферганы (9,9–25,5% отн.), что, вероятно, является признаком сформировавшейся структуры промышленного производства.

С целью проверки значимости тенденции изменения удельных выбросов за 1981–1986 гг. ряды $M_{уд}$ (без учета грубых значений) аппроксимированы линейным уравнением

$$y = b_0 + b_1 x, \quad (1)$$

где y – зависимая переменная $M_{уд}$ как функция времени; x – кодированное значение независимой переменной (времени), равное разности между рассматриваемым годом $\tilde{x}$ и серединой временного интервала в базовом периоде. Так, для интервала 1981–1986 гг. $x = \tilde{x} - 1983,5$, для интервала 1982–1986 гг. $x = \tilde{x} - 1984$, для интервала 1981–1985 гг. $x = \tilde{x} - 1983$ и т.д.

Коэффициенты регрессии уравнения (1) вычислены по формулам

$$b_0 = \sum_{i=1}^N y_i / N, \quad (2)$$

Таблица I

Удельные выбросы (т/тыс.чел.) от промышленных и передвижных источников загрязнения атмосферы в городах Ферганской долины

Вредная примесь	Год						Среднее значение	Доверительный интервал	Относительная погрешность определения, %	
	1981	1982	1983	1984	1985	1986				
г. Анджман										
Твердые вещества	7,563	19,421	19,402	13,096	9,651	13,425	13,76	5,134	37,3	
Серы диоксид	1,681	1,653	3,638	3,638	3,712	5,443	3,294	1,508	45,8	
Азота диоксид	7,296	15,289	15,764	8,003	15,590	15,239	12,859	4,256	33,1	
Углерода оксид	127,31	167,77	168,15	104,77	176,69	166,55	151,87	30,303	20,0	
Углеродороды	22,269	31,818	31,124	18,552	30,067	29,753	27,264	5,757	21,1	
г. Коканд										
Твердые вещества	15,803	22,699	19,876	32,511	31,021	24,242	24,359	6,749	27,7	
Серы диоксид	27,813	25,851	22,981	21,674	32,713	18,182	24,869	5,343	21,5	
Азота диоксид	55,626	55,485	53,416	28,296	28,201	26,997	41,337	15,551	37,6	
Углерода оксид	256,637	260,403	258,385	259,482	256,063	249,036	258,194	2,284	0,9	
Углеродороды	56,258	54,855	54,658	52,378	52,453	40,220	54,120	2,081	3,8	

Вредная примесь	Год					Среднее значение	Доверительный интервал	Относительная погрешность определения, %
	1981	1982	1983	1984	1985	1986		
Аммиак	-	0,631	0,745	0,662	0,677	(3,124)	0,677	11,3
Водород фтористый	0,822	-	-	-	(1,715)	(0,887)	-	-
г. Ленинград								
Твердые вещества	8,658	9,123	11,572	9,327	7,823	6,993	8,916	18,4
Серы диоксид	2,164	3,509	6,127	1,999	1,304	4,450	3,259	58,2
Азота диоксид	44,733	48,421	40,163	40,640	37,810	35,601	41,228	11,9
Углерода оксид	414,141	428,772	364,874	360,426	351,369	339,479	376,51	10,1
Углеводороды	75,036	77,859	63,308	63,291	60,626	57,851	66,334	12,9
Аммиак	-	0,007	0,034	0,033	0,033	-	0,018	151,7
г. Наманган								
Твердые вещества	34,289	30,584	26,131	20,029	11,147	13,268	22,576	43,5
Серы диоксид	4,132	2,414	1,560	4,370	4,675	2,444	3,266	41,3
Азота диоксид	16,116	16,097	12,871	13,110	15,102	16,061	14,983	10,7
Углерода оксид	(185,537)	154,930	152,886	156,591	158,936	161,662	157,000	2,7
Углеводороды	35,950	30,986	29,251	28,041	32,362	28,282	30,812	10,3

г. Ом

Твердые вещества	3,367	16,362	10,248	4,998	9,510	5,581	8,344	4,985	59,7
Серы диоксид	20,763	18,857	18,878	22,988	27,580	22,326	21,899	3,425	15,6
Азота диоксид	6,734	4,992	5,394	6,996	13,314	14,419	8,642	4,337	50,2
Углерода оксид	70,146	63,228	56,634	57,471	218,735	219,070	114,21	85,232	74,6

г. Фергана

Твердые вещества	112,09	114,32	156,35	138,02	108,16	109,99	123,16	20,568	16,7
Серы диоксид	(131,42)	198,15	251,33	258,59	253,20	245,92	252,26	30,607	12,1
Азота диоксид	62,949	64,235	107,257	79,015	57,030	80,692	75,196	19,191	25,5
Углерода оксид	328,55	364,18	609,93	466,91	441,49	447,65	443,12	102,56	23,1
Углеродороды	363,89	341,32	390,07	350,44	316,13	300,19	343,67	34,04	9,9
Аммиак	-	2,177	1,868	1,642	3,687	(17,291)	2,344	1,466	62,5
Сероводород	-	1,198	1,227	2,309	2,212	2,354	1,55	1,152	74,3
Фенол	-	2,177	2,134	2,309	2,360	-	2,245	0,170	7,6

Таблица 2

Удельные выбросы на прогнозируемый период, вычисленные по уравнению (1)

Город	Вредная примесь	Коэффициент уравнений			Год				
		b_0 b_1 b_2			1990	1995	2000	2005	2010
Андижан Коканд	Серы диоксид	3,294	0,714		7,935	11,505	15,075	18,645	22,215
	Твердые вещества	24,359	2,280		39,179	50,579	61,979	73,379	84,779
	Азота диоксид	41,337	-7,146		(-5,112)				
	Углеродороды	54,120	-1,009		47,057	42,012	36,967	31,922	26,877
Ленинабад	Азота диоксид	41,228	-2,200		26,928	15,928	4,928	(-6,072)	
	Углерода оксид	376,51	-17,428		263,228	176,088	88,948	1,808	(-85,332)
	Углеродороды	66,334	-3,936		40,75	21,07	1,39	(-18,29)	
	Твердые вещества	22,576	-4,845		(-8,916)				
Наманган	Серы диоксид	3,266	0,033		3,480	3,646	3,810	3,976	4,140
	Углерода оксид	157,00	1,951		168,706	178,461	188,216	197,971	207,726
	Азота диоксид	8,462	1,857		20,712	29,998	39,282	48,568	57,852
Ош	Углерода оксид	114,21	34,628		336,952	508,292	679,632	850,972	1022,312

$$b_1 = \sum_{i=1}^N y_i x_i / \sum_{i=1}^N x_i^2 \quad (3)$$

Заметим, что уравнение (3) – общий вид уравнения для расчета тенденции изменения зависимой переменной.

Значимость коэффициентов b_1 определялась по критерию Фишера /1/ путем проверки гипотезы об однородности дисперсий предсказанных значений зависимой переменной по уравнениям (1) и (4)

$$y = b_0 \quad (4)$$

Случаи, когда нулевая гипотеза отвергнута и коэффициент b_1 в уравнении (1) признан значимым, представлены в табл. 2; для них приведены значения b_0 , b_1 и вычисленные по уравнению (1) прогнозируемые величины $M_{уд}$. Отрицательные значения удельных выбросов в табл. 2 забракованы (заключены в скобки) как не имеющие физического смысла. Анализ данных табл. 2 показывает, что предсказываемые даже на 1990 г. значения удельных выбросов сильно отличаются от средних $M_{уд}$ за исключением случаев диоксида серы и оксида углерода по г. Намангану. От использования этих значений $M_{уд}$ для расчета прогнозируемых масс выбросов и концентраций примесей в воздухе целесообразно воздержаться, хотя при планировании воздухоохранной деятельности предприятий следует учесть наметившуюся тенденцию роста удельных выбросов диоксида серы в Андижане, пыли в Коканде, диоксида азота в Оше и Намангане. Кроме того, обращает на себя внимание факт, что для г. Ферганы, где погрешность определения среднего значения $M_{уд}$ наименьшая, тенденция изменения удельных выбросов по всем примесям за базовый период оказалась статистически незначимой.

На основании вышеизложенного можно рекомендовать использовать удельные выбросы в качестве обобщающей характеристики хозяйственной деятельности с точки зрения ее воздействия на атмосферный воздух города. Для долгосрочного прогнозирования эмиссии вредных примесей на основе базового периода в 5–6 лет целесообразно использовать средние значения удельных выбросов, что равносильно прямой пропорциональности между массой эмиссии и численностью населения в данном городе.

Другая характеристика, связывающая массу выброса (M т/год) со среднегодовой концентрацией примеси ($q_{ср}$ мг/м³) и используемая при разработке долгосрочного прогноза загрязнения атмосферы, – параметр потребления воздуха /2, 3/:

$$ПВ_i = \frac{M_i}{q_{срi}} \text{ км}^3/\text{год} \quad (5)$$

Параметр ПВ является обобщенным метеорологическим показателем того или иного города (или географического района), характеризующим

условия рассеивания и превращения вредной примеси. Предполагаемое постоянство этих условий для одного и того же города сулило весьма простой способ расчета прогнозируемых концентраций вредных примесей /2, 3/. Вместе с тем отмечалось, что на величину ПВ существенное влияние могут оказать тип, количество и дислокация крупных предприятий, высота труб, мощность выбросов, площадь города, расположение постов наблюдения за загрязнением воздуха и т.д. /2, 3/. О действительной информативности значений ПВ, вычисленных для городов Ферганской долины за базовый период, можно судить по данным табл. 3.

Прежде всего заметна большая погрешность определения среднего значения ПВ по сравнению с $M_{уд}$, — лишь в 8 из 28 случаев она менее 30%, в 16 случаях превышает 40%, в том числе в 5 случаях выше 100% отн. Если проранжировать города по убывающим среднему значению ПВ, доверительному интервалу и относительной погрешности определения ПВ для отдельных ингредиентов и затем подсчитать суммы мест, то окажется, что наибольшие средние значения ПВ характерны для г. Ферганы, самые большие по абсолютной величине доверительные интервалы ПВ — для городов Намангана и Ленинабада, а самые надежные оценки среднего значения ПВ — для городов Коканда и Ферганы. Достаточно отчетливо проявилось своеобразие размещения промышленных предприятий. В связи с концентрацией основных источников загрязнения атмосферного воздуха в северо-западной промзоне на удалении 5–8 км от города средние значения ПВ по пыли и диоксиду серы для г. Ферганы намного выше, чем в любом другом городе долины. Это обусловлено тем, что выбросы удаленных предприятий влияют на уровень загрязнения воздуха в городе лишь в случае "попутного" ветра /2/. Большую же часть времени их выбросы ветер уносит в сторону, и концентрации примесей в городском воздухе остаются на уровне, формируемом выбросами прочих городских источников. По аналогичной, вероятно, причине в г. Коканде резко выделяется среднее значение ПВ по диоксиду азота (Ново-Кокандский химический завод расположен в 10 км от г. Коканда).

Способом, описанным выше для рядов удельных выбросов, проверена однородность рядов и значимость тенденции изменения параметра потребления воздуха за базовый период. Для всех городов и ингредиентов коэффициент b_1 в уравнении (I) признан незначимым. Следовательно, подтверждено предполагавшееся постоянство параметра ПВ, равного среднему арифметическому значению для данного города за базовый период. Однако ошибка определения среднего значения ПВ представляется все-таки излишне высокой.

В табл. 4 представлены прогнозируемые на период до 2010 г. массы выбросов и среднегодовых концентраций вредных примесей, вычисленные с использованием средних значений $M_{уд}$ (табл. I) и ПВ (табл. 3) и ожидаемого изменения численности населения в городах. Рассматрива-

емый вариант прогноза основывается, как было отмечено, на предположении, что в период до 2010 г. сохранятся в среднем на уровне 1981-1986 гг. соотношения между объемами выбросов, численностью населения и среднегодовыми концентрациями вредных примесей. Согласно этому варианту ожидается монотонное увеличение концентраций всех вредных примесей, вследствие чего прогноз представляется несколько пессимистичным. При этом не учитываются факторы, которые могут изменить вышеуказанные соотношения: увеличение размера города, целенаправленное изменение характера застройки города и структуры промышленного производства, совершенствование технологических процессов, повышение эффективности пылегазоочистки, переход на использование новых видов сырья и топлива, изменение методов планирования и управления природоохранной деятельностью и др.

Из табл. 4 видно, что наиболее неблагоприятные перспективы загрязнения атмосферного воздуха ожидаются по твердым веществам и диоксиду серы. Так, среднегодовая концентрация пыли в воздухе в 2010 г. может превысить среднесуточную ПДК в Оше в девять раз, в Фергане и Андижане — в семь-восемь, в Намангане — в пять, в Коканде и Ленинабаде — в четыре раза. Средняя концентрация диоксида серы может оказаться выше санитарного норматива в Фергане в 13 раз, в Андижане — в 8, в Коканде — в 5,5, в Ленинабаде — в 3,5, в Намангане — в 3 и в Оше — в 2,5 раза. По содержанию диоксида азота в Фергане превышение санитарного норматива достигнет 4,5 раза, в Коканде — 2,5, в Андижане, Намангане и Оше — 1,5-2 раза; в Ленинабаде содержание диоксида азота в воздухе останется в пределах нормы. Превышение ПДК_{СС} по содержанию оксида углерода ожидается лишь в Коканде (в три раза) и Фергане (в два раза). В Фергане и Коканде концентрация аммиака может достичь 4-5 ПДК_{СС}. Кроме того, в Фергане к 2010 г. ожидается повышение уровня загрязнения воздуха фенолом до 3 и сероводородом до 1,5 ПДК_{СС}. На основании приведенного материала можно сделать вывод, что для улучшения экологической ситуации в Ферганской долине в XIII-XVI пятилетках основные усилия по охране атмосферного воздуха должны быть направлены на снижение теплоэнергетических и промышленных выбросов диоксида серы, пыли в городах Ош, Фергана, Андижан.

Результаты прогноза загрязнения атмосферного воздуха на 1990 г. выдаются проектным организациям для учета фонового загрязнения воздуха при разработке предложений по нормативам допустимых выбросов для вновь строящихся и расширяемых производств.

Таблица 3

Значения параметра потребления воздуха ($\text{л} \cdot 10^{-3} \text{ км}^3/\text{год}$) для городов Ферганской долины за 1981-1986 гг.

Вредная примесь	Год						Среднее значение	Доверительный интервал	Относительная погрешность, %	
	1981	1982	1983	1984	1985	1986				
г. Андижан										
Твердые вещества	3,0	7,8	8,0	7,2	4,3	7,4	6,28	2,20	35,0	
Серы диоксид	1,5	2,1	4,3	4,2	4,0	6,0	3,68	1,72	46,7	
Азота диоксид	28,8	92,5	97,5	44,0	60,0	70,0	65,47	28,20	43,1	
Углерода оксид	15,2	(40,6)	20,8	14,4	23,8	23,0	19,44	5,45	28,0	
г. Коканд										
Твердые вещества	6,2	12,0	10,7	18,0	18,3	11,0	12,70	4,90	38,6	
Серы диоксид	25,9	24,1	19,5	22,5	32,2	33,0	26,20	5,66	21,6	
Азота диоксид	146,7	146,7	143,3	94,0	83,3	81,7	115,95	34,35	29,6	
Углерода оксид	(20,3)	43,8	13,9	14,4	15,1	11,3	13,7	1,79	13,1	
Аммиак	-	-	1,09	1,22	1,50	(7,0)	1,27	0,52	40,9	
г. Ленинабад										
Твердые вещества	4,0	3,2	4,2	3,5	4,0	3,7	3,77	3,91	103,7	
Серы диоксид	1,4	7,1	7,5	2,7	3,3	(17,5)	4,40	21,27	483,4	

Азота диоксид	103,3	345,0	295,0	305,0	580,0	280,0	318,05	160,90	50,6
Углерода оксид	-	61,1	53,6	54,1	27,0	26,7	44,50	20,37	45,8
Аммиак	-	-	0,83	2,5	2,5	-	1,94	2,39	123,2

г. Наманган

Твердые вещества	-	-	7,4	18,3	15,5	12,7	13,48	7,40	54,9
Серы диоксид	-	-	2,2	9,2	21,7	8,8	10,48	12,95	123,6
Азота диоксид	-	-	110,0	120,0	60,0	92,0	95,50	41,90	43,9
Углерода оксид	-	-	13,1	21,5	44,2	46,3	31,28	26,27	84,0

г. Ом

Твердые вещества	0,7	2,9	-	1,4	2,2	1,3	1,70	1,07	62,9
Серы диоксид	52,9	42,5	38,9	65,7	64,4	(120,0)	52,88	15,23	28,8
Азота диоксид	40,0	22,5	25,0	35,0	70,0	77,5	45,00	24,44	54,3
Углерода оксид	4,2	3,8	-	-	-	(23,6)	-	-	-

г. Фергана

Твердые вещества	33,8	35,0	36,6	33,6	36,7	(45,8)	35,14	1,84	5,2
Серы диоксид	74,4	117,4	147,2	122,9	183,9	(393,8)	129,6	50,11	38,8
Азота диоксид	126,7	168,6	154,6	118,5	128,9	(280,0)	139,46	26,31	18,9
Углерода оксид	14,9	22,3	28,6	45,5	44,9	31,1	31,22	12,80	41,0
Аммиак	-	-	3,2	2,7	5,8	(27,7)	3,90	4,13	105,9
Сероводород	-	-	(38,3)	50,0	50,0	(122,5)	46,10	16,77	36,4
Фенол	-	-	80,0	64,3	68,6	-	70,97	20,14	28,4

Таблица 4

Прогноз выбросов вредных веществ в атмосферу
(М тыс.т/год) и среднегодовых концентраций
примесей (q_{cp} мг/м³) в городах Ферганской
долины до 2010 г.

Вредная примесь	Пока- затель	Год				
		1990	1995	2000	2005	2010

г. Андижан

Твердые вещества	М	4,2	4,7	5,2	5,7	6,2
	q_{cp}	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0
Серы диоксид	М	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5
	q_{cp}	0,27	0,30	0,34	0,37	0,40
Азота диоксид	М	3,9	4,4	4,8	5,3	5,8
	q_{cp}	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
Углерода оксид	М	46,0	51,5	57,1	62,7	68,3
	q_{cp}	2	3	3	3	4
Углеводороды	М	8,3	9,2	10,2	11,3	12,3
	q_{cp}	-	-	-	-	-

г. Коканд

Твердые вещества	М	4,8	5,3	5,9	6,4	7,0
	q_{cp}	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
Серы диоксид	М	4,9	5,5	6,0	6,6	7,2
	q_{cp}	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27
Азота диоксид	М	8,2	9,1	10,0	11,0	11,9
	q_{cp}	0,07	0,08	0,086	0,094	0,103
Углерода оксид	М	74,5	82,8	91,1	99,8	108,4
	q_{cp}	5	6	7	7	8
Углеводороды	М	10,7	11,9	13,1	14,3	15,6
	q_{cp}	-	-	-	-	-
Аммиак	М	0,13	0,15	0,16	0,18	0,20
	q_{cp}	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15

г. Ленинабад

Твердые вещества	М	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1
	q_{cp}	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
Серы диоксид	М	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8
	q_{cp}	0,13	0,14	0,16	0,16	0,17
Азота диоксид	М	7,1	7,8	8,4	9,1	9,7
	q_{cp}	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03

Вредная примесь	Показатель	Год				
		1990	1995	2000	2005	2010
Углерода оксид	М	65,1	71,1	76,8	82,8	88,8
	q_{cp}	1	2	2	2	2
Углеводороды	М	11,5	12,5	13,5	14,6	15,6
	q_{cp}	-	-	-	-	-
Аммиак	М	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004
	q_{cp}	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002

г. Наманган

Твердые вещества	М	7,2	8,1	9,0	10,0	10,9
	q_{cp}	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8
Серы диоксид	М	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6
	q_{cp}	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15
Азота диоксид	М	4,7	5,3	6,0	6,6	7,2
	q_{cp}	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07
Углерода оксид	М	49,7	56,0	62,6	69,2	75,7
	q_{cp}	2	2	2	2	2
Углеводороды	М	9,8	11,0	12,3	13,6	14,8
	q_{cp}	-	-	-	-	-

г. Ош

Твердые вещества	М	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
	q_{cp}	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4
Серы диоксид	М	5,1	5,5	5,7	6,0	6,4
	q_{cp}	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12
Азота диоксид	М	2,0	2,2	2,2	2,4	2,5
	q_{cp}	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06
Углерода оксид	М	26,8	28,6	29,7	31,4	33,1
	q_{cp}	-	-	-	-	-

г. Фергана

Твердые вещества	М	28,0	31,0	34,2	37,4	40,6
	q_{cp}	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
Серы диоксид	М	57,4	63,6	70,1	76,7	83,2
	q_{cp}	0,44	0,49	0,54	0,59	0,64
Азота диоксид	М	17,1	19,0	20,9	22,9	24,8
	q_{cp}	0,12	0,14	0,15	0,16	0,18
Углерода оксид	М	100,8	111,7	123,2	134,7	146,2
	q_{cp}	3	4	4	4	5

Вредная примесь	Показатель	Год				
		1990	1995	2000	2005	2010
Аммиак	М	0,53	0,59	0,65	0,71	0,77
	$q_{\text{ср}}$	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20
Сероводород	М	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51
	$q_{\text{ср}}$	0,008	0,008	0,009	0,010	0,011
Фенол	М	0,51	0,56	0,62	0,68	0,74
	$q_{\text{ср}}$	0,007	0,008	0,009	0,010	0,010

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А х н а з а р о в а С. Л., К а ф а р о в В. В., Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. – М.: Высшая школа. – 1978. – С. 46–48, 56–58.
2. Б е з у г л а я Э. Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. – Л.: Гидрометеиздат. – 1986. – С. 147–150, 169–173.
3. Б е з у г л а я Э. Ю. и др. К оценке метеорологических условий загрязнения атмосферы /Безуглая Э.Ю., Завадская Е.К., Зражевский И.М. и др. // Труды ГГО. – 1984. – Вып. 479. – С. 87–98.
4. В ы с к р е б е н ц е в В. П., Я н и ч к и н Л. П., К о н ю х о в В. Г. О методическом подходе к разработке долгосрочного прогноза загрязнения воздуха. – См. настоящий сборник.
5. И с а к о в А. И. Влияние метеорологических условий на загрязнение атмосферы Ферганской долины. – См. настоящий сборник.

Н.Е. ПАВЛОВА

ПРОГНОЗ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ПЫЛЬЮ В г. ЯВАНЕ
В СВЯЗИ СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ ЦЕМЕНТНОГО КОМБИНАТА

Город Яван является одним из промышленных центров Южно-Таджикского территориально-производственного комплекса (ТПК). Город расположен в зоне высокого потенциала загрязнения атмосферы*, характеризующейся плохими условиями рассеивания вредных примесей.

* Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. – Л.: Гидрометеиздат. – 1980. – 184 с.

В связи с интенсивным промышленным освоением юго-запада Таджикистана в Яване кроме предприятий стройиндустрии развиваются новые отрасли промышленности – химическая и теплоэнергетическая. В настоящее время загрязнение воздуха Явана определяется выбросами ТЭЦ и электрохимического завода, на долю которых в 1987 г. приходилось 35% объема промышленных выбросов Южно-Таджикского ТПК. Их выбросы кроме пыли, сернистого газа, окислов азота содержат специфические примеси – хлор, хлористый водород, фреоны, углеводороды, загрязнение воздуха которыми представляет серьезную экологическую опасность.

Данные наблюдений Таджикского УГМ за загрязнением воздушной среды города позволяют отметить за период 1981–1987 гг. тенденцию увеличения промышленных выбросов в городе. По сернистому газу, окислам азота, пыли уровень загрязнения Явана за период 1981–1987 гг. превышал предельно допустимые концентрации в два раза, т.е. на уровне среднего по стране. Содержание хлора было выше среднего и превышало допустимые значения в 2,3 раза. За последние семь лет уровень запыленности города несколько понизился, а по остальным ингредиентам наблюдается рост загрязнения.

Формирование экологической обстановки на территории Яванской долины непосредственно связано с ее социально-экономическим развитием, которое предполагает на период до 2005 г. дальнейшее наращивание мощностей существующих предприятий. Схемой развития и размещения производительных сил Таджикской ССР на 1991–2005 гг. предусмотрено увеличение мощности ТЭЦ, электрохимического завода, а также предусмотрено строительство цементного комбината с производством 2,3 млн. т цемента. Комбинат будет включать в себя производства цемента, шифера, труб. Ввод Яванского цементного комбината предусматривается осуществить в два этапа – в 1995 г. производство цемента достигнет 1,15 млн. т, в 2000 г. – 2,3 млн. т, т.е. каждый этап по объему производства цемента будет превышать мощность Бекабадского цементного комбината более чем в три раза, Ахангаранского, Душанбинского цементных комбинатов – в два раза. Исходя из анализа существующих цементных производств с точки зрения влияния их на загрязнение атмосферы Яванский цементный комбинат будет значительным источником пыли не только г. Явана, но и всей Яванской долины, так как горно-долинная циркуляция воздушных потоков, характерная для долины, будет способствовать переносу и распределению пыли. При сохранении современного уровня внедрения достижений научно-технического прогресса, особенно в использовании безотходных технологий и по очистке выбросов от цементных производств, ввод цементного комбината в Яване может привести к значительному ухудшению экологической обстановки в этом районе Таджикской ССР.

Для определения ожидаемого уровня загрязнения воздушной среды

Явана пылью на период 1991-2010 гг. нами использован метод статистических оценок, основанный на связи между выбросами загрязняющих примесей и создаваемыми ими концентрациями (см. сноску). Использован параметр ПВ, который рассчитывался как отношение объема выбросов пыли к ее средней концентрации в приземном слое

$$ПВ = \frac{M}{q_{ср}}.$$

Разработка прогноза выбросов пыли в воздушный бассейн Явана на период 1990-1995 гг. проводилась на основе планов развития предприятий города. Для последующих пятилеток прогноз выбросов пыли рассчитывался с учетом предплановых решений по развитию и размещению производительных сил Таджикской ССР. Для перехода от валовой продукции к величине выбросов определялись удельные показатели выбросов пыли на единицу продукции. При расчете ожидаемых выбросов в воздушную среду города от планируемого к вводу Яванского цементного комбината был использован метод аналогов. Из числа действующих предприятий по производству цемента для проектируемого предприятия было выбрано в качестве аналога ПО "Ахангаранцемент", сходное по профилю.

Прогноз загрязнения воздуха пылью в г. Яване на период 1991-2010 гг. был составлен в двух вариантах: наращивание мощности действующих предприятий; с учетом ввода в строй цементного комбината.

Несмотря на то что за период 1981-1985 гг. уровень запыленности воздушной среды города несколько понизился, в 1987 г. отмечалось повышенное содержание пыли в воздухе (2 ПДК), что связано с естественной запыленностью и с выбросами пыли комбината панельного домостроения, завода железобетонных изделий и электрохимического завода. Расчетные данные прогноза загрязнения пылью с учетом наращивания мощности существующих производств Явана позволяют отметить к 2010 г. увеличение выбросов пыли в воздушную среду города в 2,5 раза, а среднее содержание пыли в воздухе к концу прогнозируемого периода достигнет 8 ПДК, т.е. содержание пыли в воздухе города увеличится в четыре раза.

Для прогноза среднего уровня запыленности воздуха Явана с учетом ввода в строй цементного комбината в 1995 г. (II вариант) был принят г. Ахангаран (город-аналог), в котором расположен цементный комбинат (предприятие-аналог), определяющий уровень запыленности воздушной среды г. Ахангарана, но являющийся меньшим по мощности в два раза.

Средняя концентрация пыли в Яване с вводом нового цементного комбината будет складываться из средней концентрации пыли без учета цементного комбината и средней концентрации, создаваемой новым предприятием.

К моменту ввода в строй I очереди Яванского цементного комбината (половина проектной мощности, равная мощности Ахангаранского цементного комбината) содержание пыли в воздухе города будет превышать ПДК в 2,7 раза, но по расчетным данным выбросами действующих предприятий в Яване сформируется к этому времени значительный уровень запыленности воздуха – 4 ПДК.

После 1995 г. запыленность воздушной среды Явана составит около 7 ПДК (таблица). Пуск цементного комбината на полную мощность в 2000 г. приведет к еще большему увеличению запыленности воздуха (10,7 ПДК).

Следовательно, с вводом в строй Яванского цементного комбината (II вариант) запыленность воздуха города по сравнению с 1985 г. к 2010 году увеличится в шесть раз, что приведет к значительному обострению экологической обстановки в г. Яване и в Яванской долине в целом.

Таким образом, данные долгосрочного прогноза позволяют предположить, что с введением в строй обеих очередней Яванского цементного комбината к 2010 г. уровень загрязнения воздуха пылью Явана может достигнуть критических значений. С целью недопущения обострения экологической обстановки в этом районе Таджикской ССР органам госконтроля следует повысить требования к качеству разделов по охране атмосферного воздуха в проектах на строительство и реконструкцию промышленных объектов.

Изменение выбросов пыли (М тыс. т/год) и среднегодовых концентраций пыли (q , мг/м³) в Яване на период до 2010 г.

Вариант прогноза	Показатель	1985	1990	1995	2000	2005	2010
I	M	0,4	0,4	0,5	0,9	0,9	1,0
	q	0,3	0,49	0,62	1,1	1,1	1,2
II	M	0,4	0,4	29,6	49,1	53,3	53,4
	q	0,3	0,49	0,97	1,6	1,7	1,7

Примечание. I – наращивание мощности действующих предприятий, II – с учетом ввода в строй цементного комбината.

ТЕСТЫ ДЛЯ ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ОБ ИСТОЧНИКАХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Теория и практика охраны атмосферного воздуха базируются прежде всего на сведениях об источниках загрязнения и об уровне загрязненности приземного слоя атмосферы. От достоверности указанных сведений во многом зависит степень обоснованности и технико-экономической эффективности управляющих решений.

Приемы и способы осуществления контроля достоверности данных об источниках загрязнения атмосферного воздуха (ИЗАВ) нам не встретились ни в нормативных документах, ни в научной или научно-методической литературе. До настоящего времени такая проверка осуществлялась органами государственного контроля относительно поверхностно и не обеспечивала надежного качества исходных данных об ИЗАВ.

В настоящей работе предложены тесты для логического контроля данных, наиболее широко используемых на практике и содержащихся в статистической отчетности по формам №1-воздух и №2-тп (воздух) или форматах, предусмотренных, например, в /1-3/. Предложенные тесты могут быть применены как в "ручном" режиме, так и в автоматизированном с использованием ЭВМ. Тестирование данных осуществляется в последовательности, изображенной на схеме. Ниже описано содержание проверки по каждому из тестов.

1. Отсутствие одинаковых (повторяющихся) номеров источников выброса.

2. Отсутствие источников с одинаковыми координатами X_i , Y_i .

3. Наличие признаков, позволяющих идентифицировать тип (вид) источника выброса (точечный, линейный, плоскостной).

4. Попадание значения высоты источника H в заданный интервал, зависящий от типа источника выброса. Для точечных источников с круглым сечением устья можно задать интервал от 2 до 120 м, для точечных с прямоугольным сечением и для линейных источников верхний предел высоты можно снизить до 30 м и, наконец, для плоскостных источников их высота постоянно равна 2 м.

5. Попадание значения диаметра устья точечного источника в заданный интервал 0,1-1,0 м. В случае источника с прямоугольным сечением устья вычисляется его эффективный диаметр.

6. Попадание значения температуры газовой смеси T_r в заданный интервал: для точечных источников 15-150°C, для линейных и плоскостных 15-60°C.

7. Наличие записанных значений линейной скорости ω_0 и расхода V_0 газовой смеси. Отсутствующие значения ω_0 (или V_0) вычисляются по известным D и V_0 (или ω_0).

8. При наличии записанных значений ω_0 и V_1 проверяется их соответствие между собой путем сравнения значения V_1 с V_1^* , вычисленным по формуле

$$V_1^* = 0,7854 D^2 \omega_0.$$

9. Попадание значения линейной скорости газа ω_0 (или вычисленного значения $\omega_0^* = \frac{V_1}{0,7854 D^2}$) в заданный интервал 1–25 м/с.

10. Соответствие количества примесей, записанных в графе I3 (здесь и далее номера граф указаны по формату исходных данных из /3/), с количеством заполненных строк в графах I5–I7.

11. Соответствие кодов примесей их наименованиям.

12. Наличие записанных значений мощности выброса вредной примеси в атмосферу – максимальной M_1 и суммарной M_2 .

13. При наличии записанных значений M_1 и M_2 проверяется выполнение соотношения

$$M_1 > M_1^* = V_1 c_1 \cdot 10^{-3},$$

где M_1^* – предельное значение условно максимальной мощности выброса, вычисленное по средним V_1 и c_2 (см. графу 20).

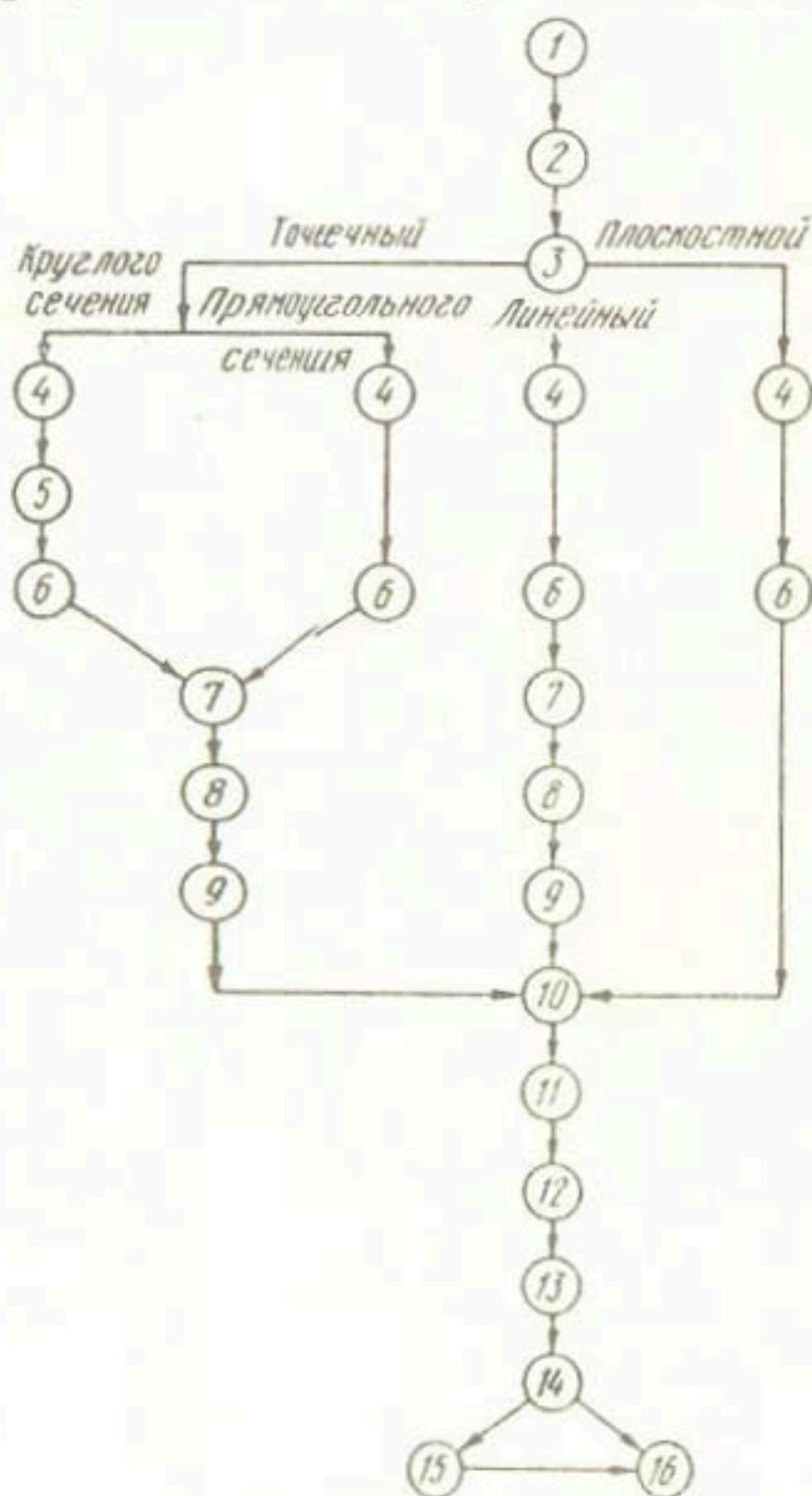
14. Соответствие значений M_1 и M_2 между собой через выполнение соотношения $M_2^* > M_2$, где M_2^* – предельно возможное значение суммарного выброса вредной примеси при условии, что в течение года величина M_1 будет оставаться постоянной:

$$M_2^* = 31,536 M_1.$$

При наличии перерывов в работе технологической установки значение M_2^* вычисляют по формуле

$$M_2^* = 0,0036 t M_1,$$

где t – среднегодовая продолжительность работы установки, ч/год.



Последовательность проверки тестов для логического контроля исходных данных об ИЗАВ

I5. Попадание значения отношения M_1/M_2 в заданный интервал, характерный для конкретного типа производства и применяемой технологии. Как правило, данный тест удобнее применять для газоздушных смесей, выбрасываемых без очистки.

I6. Попадание значения удельных выбросов вредных примесей в атмосферу $M_{уд} i$ в заданные интервалы.

Перспективными представляются также отношения типа M_i/M_j (i и j - индексы различных вредных примесей), H/D , ω_0/T_r , соотношения между V_1 , ω_0 и T_r , величины удельных выбросов и т.п.

Как видно из приведенного перечня, тесты 4-6, 9, I5 и I6 предполагают сравнение проверяемых величин с значениями, помещенными в каталоге условно-постоянных характеристик. Вероятно, в дальнейшем будут выявлены как интервалы значений упомянутых отношений, характерные для многих видов производств, так и специфические для отдельных видов производств наборы условно-постоянных характеристик.

Несколько замечаний, адресуемых разработчикам программы логического контроля исходных данных об ИЗАВ. При отсутствии каталогов условно-постоянных характеристик можно рекомендовать априорное задание пороговых значений проверяемых величин. В случае выполнения проверяемого условия для всех ИЗАВ переходят к следующему тесту, а при невыполнении условия - выводятся на печать номер теста, номер ИЗАВ, "сомнительное" значение проверяемой величины и соответствующий комментарий.

Для реализации машинного контроля достоверности исходных данных по возможности большему числу тестов можно было бы, конечно, разработать новый, более полный формат представления исходных данных об ИЗАВ. Однако предпочтительнее, на наш взгляд, создать гибкое математическое обеспечение, позволяющее наряду с использованием известных обращаться к дополнительным форматам. Кроме того, рекомендуется предусмотреть возможность после завершения логического контроля, проверки сомнительных значений и внесения необходимых корректив выдачи справки с распечаткой обобщающих сведений по каждому ингредиенту: о количестве ИЗАВ, их номерах, сумме значений M_1 и сумме значений M_2 .

Описанные выше тесты использованы при проверке достоверности исходных данных об ИЗАВ на предприятиях г. Бекабада.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Б ы к о в А. П. и др. Рекомендации по оформлению и содержанию проекта нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ) для предприятия / Быков А.П., Буренин Н.С., Оникул Р.И. и др. - Новосибирск: ЗапСибРВЦ. - 1987. - С. 15-17.

2. Г О С Т 17.2.3.02 - 78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. - М.: Изд-во стандартов. - 1979. - 14 с.
3. О в ч и н н и к о в а Л. П. Комплекс программ нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу. - В кн.: Гидрометеорология. Аннотированный перечень новых поступлений в ОФАП Госкомгидромета. - Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД. - 1987. - Вып. I. - С. 7.

К.Э. ЦЕРФАС

К МЕТОДУ РАСЧЕТА ПОТЕНЦИАЛА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

При разработке и реализации мероприятий по охране атмосферного воздуха от загрязнения весьма важным является учет климатических особенностей местности, поскольку, как показали многочисленные исследования /1/, в районах с различными климатическими условиями при одинаковых выбросах в атмосферу уровни загрязнения воздуха в приземном слое могут значительно различаться. По этой причине в районах с менее благоприятными для рассеивания примесей условиями воздухоохраным мероприятиям должно быть уделено большее внимание. Для учета особенностей местности наиболее удобной является комплексная характеристика, показывающая степень предрасположенности атмосферного воздуха этой местности к загрязнению по климатическим условиям и названная потенциалом загрязнения атмосферы (ПЗА).

Существуют разные методы определения ПЗА. Из них в нашей стране наибольшее распространение получил метод, разработанный в Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова /1, 2/. По этому методу ПЗА может быть определен в виде численной величины как от низких, так и высоких источников выбросов по формулам, общий вид которых

$$\Pi = K \exp \left[\frac{a}{(z_2 - z_1)^2} - \frac{bz_1}{z_2 - z_1} \right] \quad (1)$$

Здесь a , b , K - постоянные величины, z_1 и z_2 - аргументы интеграла вероятности $\Phi(x)$, вычисляемые по формулам

$$\Phi(z_1) = 1 - 0,02 P_1 \quad (2)$$

$$\Phi(z_2) = 1 - 0,02 P_2 \quad (3)$$

При расчете ПЗА от низких источников выбросов (Π_n) P_1 и P_2 находятся по формулам

$$P_1 = P_u + P_c - P_s + P_r, \quad (4)$$

$$P_2 = P_s + P_r, \quad (5)$$

где P_u — повторяемость приземных инверсий, P_c — повторяемость скорости ветра 0–I м/с, P_s — повторяемость застоев воздуха, P_r — повторяемость туманов. Здесь и далее все повторяемости выражаются в процентах.

При расчете ПЗА от высоких источников выбросов (Π_6) значения P_1 и P_2 определяются по формулам

$$P_1 = P_{ин} + P_{сл} + \frac{P_m}{2}, \quad (6)$$

$$P_2 = P_{ин} + P_{сл}, \quad (7)$$

где $P_{ин}$ — повторяемость приподнятых инверсий с нижней границей инверсий в интервале 0,01–0,25 км; $P_{сл}$ — повторяемость скорости ветра 0–I м/с в слое от земли до высоты источника выбросов; P_m — повторяемость опасной скорости ветра. При этом опасными считаются ветры в интервалах скоростей 0–3 и 4–7 м/с /I, 3/.

При практическом применении метода выяснилось, что формулы вида (I) могут быть использованы не во всех случаях. Нередко, особенно при вычислении ПЗА от высоких источников, встречаются случаи, когда x_1 и x_2 оказываются близкими между собой и при этом величины Π становятся либо завышенными, либо аномально большими. Критерий для оценки достоверности вычисляемых по формулам вида (I) величин Π отсутствовал.

С целью нахождения пределов применимости формул вида (I) и обобщения метода и для случаев, не укладывающихся в эти пределы, нами исследовалась функция $\Pi = \Pi(x_2 - x_1)$ при принятии x_1 за параметр. Из семейства полученных кривых* на рисунке схематически представлены три вида кривых.

Из рисунка видно, что при $x_1 \leq 0$ функция $\Pi(x_2 - x_1)$ при уменьшении $\Delta x = x_2 - x_1$ монотонно возрастает. При $x_1 > 0$ функция $\Pi(\Delta x)$ при уменьшении Δx уменьшается, но монотонность ее нарушается в области малых значений Δx . Нетрудно заметить, что при $x_1 \leq 0$ формулы вида (I) пригодны для расчета Π практически при всех Δx . При $x_1 > 0$ применение формул вида (I) возможно только при $\Delta x \geq \Delta x_m$, где Δx_m — величина, при которой Π принимает минимальное значение.

* Вычисления проводились на микрокалькуляторе БЗ-2I по программе, составленной ст. научным сотр. САНИГМИ Л.П.Яничкиным.

Этот минимум наступает при

$$\Delta z_m = \frac{2a}{bz_1} \quad (8)$$

и равен

$$\Pi_m = K \exp\left(-\frac{b^2 z_1^2}{4a}\right) \quad (9)$$

Следовательно, если $z_1 > 0$, формула вида (I) может быть применена лишь при

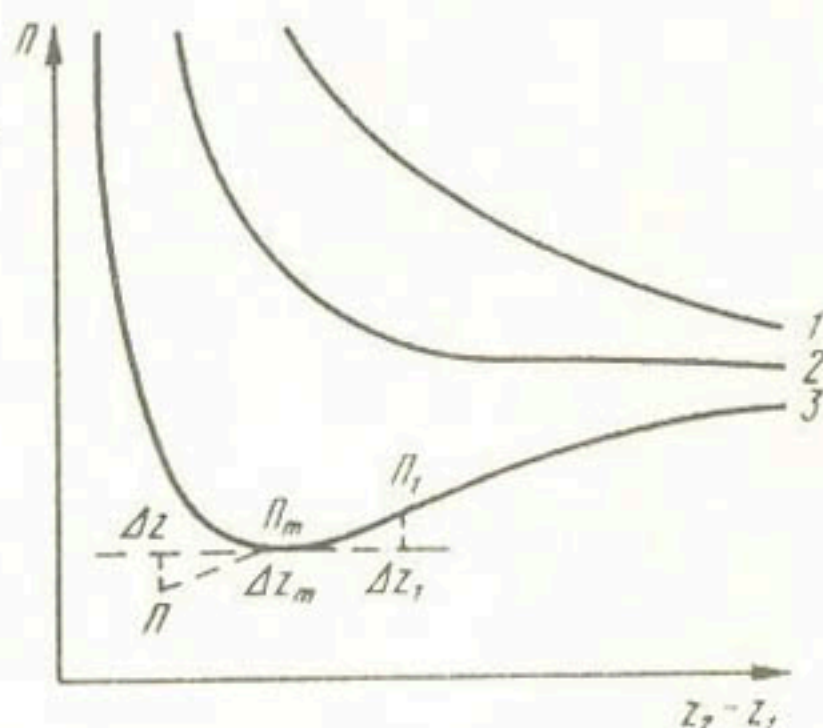
$$z_2 - z_1 \geq \frac{2a}{bz_1} \quad (10)$$

Вычисление Π при значениях $\Delta z < \Delta z_m$ рекомендуется производить следующим образом. Принимается, что при данном $z_1 > 0$ с умень-

Зависимость ПЗА от разности аргументов интеграла вероятности

$z_2 - z_1$ (схема):

1 - при $z_1 < 0$; 2 - $z_1 = 0$;
3 - $z_1 > 0$



шением Δz величина Π продолжает уменьшаться после Δz_m по такому же закону, по какому она уменьшалась до Δz_m (рисунок). Искомая величина Π при $\Delta z < \Delta z_m$ меньше минимума Π_m на столько, на сколько этот минимум превышает величиной Π_1 :

$$\Pi_m - \Pi = \Pi_1 - \Pi_m \quad (11)$$

Величине Π_1 соответствует $\Delta z_1 > \Delta z_m$ при выполнении равенства

$$\Delta z_1 - \Delta z_m = \Delta z_m - \Delta z \quad (12)$$

Поскольку z_1 для данной кривой не меняется, равенство (12) приобретает вид $z_{21} = 2z_{2m} - z_2$ или, с учетом (8),

$$z_{21} = 2\left(\frac{2a}{bz_1} + z_1\right) - z_2 \quad (13)$$

Представляя равенство (II) в виде

$$\Pi = 2 \Pi_m - \Pi, \quad (14)$$

и пользуясь (9) и формулой (I), при учете (13) получим

$$\Pi = 2K \exp\left(-\frac{b^2 z_1^2}{4a}\right) - K \exp\left\{\frac{a}{\left[\frac{4a}{bz_1} - (z_1 - z_1)\right]^2} - \frac{bz_1}{\frac{4a}{bz_1} - (z_1 - z_1)}\right\}. \quad (15)$$

Величины Π , вычисленные при $z_1 > 0$ по формулам (I) и (15), имеют для точки $(\Delta z_m, \Pi_m)$ равные значения. Следовательно, функция $\Pi(z_2 - z_1)$ по формуле (15) при $\Delta z < \Delta z_m$ является продолжением функции $\Pi(z_2 - z_1)$ по формуле (I) при $\Delta z \geq \Delta z_m$. Равенство (15) может быть принято как общий вид формулы для расчета Π при

$$z_1 - z_1 < \frac{2a}{bz_1}, \quad (16)$$

если $z_1 > 0$.

Таким образом, использование формул вида (I) и (15) позволяет рассчитывать значения потенциала загрязнения атмосферы для всех возможных сочетаний климатических условий.

При практическом использовании формул (I) и (15) значения параметров берутся следующие. Для низких источников выбросов: $a = 0,04$; $b = 0,4$; $K = 2,24$ (при принятых для условного района $P_1 = 10$ и $P_2 = 5$).

Для высоких источников выбросов: $a = 0,12$; $b = 0,69$; $K = 2,38$ (из этих же условий, но по (15)). Для вычисления Π_i , необходимого при расчетах полей средних концентраций /I, 3/, $K = 0,5$.

Аргументы интеграла вероятности z_1 и z_2 находятся по таблицам интеграла вида

$$\Phi(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-t^2} dt, \quad (17)$$

так как такого вида интеграл использован в теоретических выводах /2/.

Пользоваться формулой вида (I) можно во всех случаях, кроме случаев с $z_2 - z_1 < \frac{2a}{bz_1}$, когда следует пользоваться формулой вида (15).

При пользовании таблицами интеграла вероятности вида

$$\Phi(z) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^z e^{-t^2/2} dt \quad (18)$$

в формулах (I) и (15), а также в выражениях (10) и (16) вместо a следует взять $2a$.

Приведенные выводы показывают, что потенциал загрязнения атмосферы может быть вычислен при любых значениях аргументов интеграла вероятности, следовательно, для любых климатических условий местности. Следует лишь выяснить, какого вида формула ((I) или (I5)) должна быть в данном случае применена, и учесть, какого вида таблицей интеграла вероятности ((I7) или (I8)) имеется возможность пользоваться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Б е з у г л а я Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. - Л.: Гидрометеиздат. - 1980. - 184 с.
2. Б е з у г л а я Э. Ю., К л и н г о В. В. Статистический метод оценки влияния метеорологических условий на содержание примесей в атмосфере // Труды ГГО. - 1974. - Вып. 314. - С. 81-96.
3. К л и м а т и ч е с к и е характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие / Под ред. Э.Ю. Безуглой и М.Е. Берлянда. - Л.: Гидрометеиздат. - 1983. - 328 с.

А.И. ИСАКОВ

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ ФЕРГАНСКОЙ ДОЛИНЫ

Известно, что метеорологические условия оказывают существенное влияние на формирование уровня загрязнения атмосферного воздуха /I-4/. Отмечалось, в частности, влияние таких параметров, как температурная инверсия, опасные скорости ветра, туманы, и их сочетаний /I-3/.

Нами сделана попытка оценить повторяемость указанных параметров для территории Ферганской долины, где в настоящее время сформирован высокий промышленный потенциал, оказывающий значительное влияние на загрязнение атмосферного воздуха. Для этих целей использованы данные 32 метеорологических станций, расположенных на территории долины. Схема расположения станций приведена на рис. I, их названия - в табл. I.

Скорость ветра

Повторяемость слабых ветров (0-I м/с) определялась по метеорологическим таблицам ТМ-I в сроки 03, 09, 15, 21 ч московского времени и за сутки с 1975 по 1984 г., полученные значения представлены в табл. I. Анализ данных показал, что они изменяются в довольно широ-

ких пределах – от 11% на западе долины до 84–85% в северо-западной и северо-восточной части долины, а на отдельных станциях – до 89% (Сарыканда).

На территории Ферганской долины выделены четыре зоны с различной повторяемостью слабых ветров (рис. 2). Анализ суточного хода

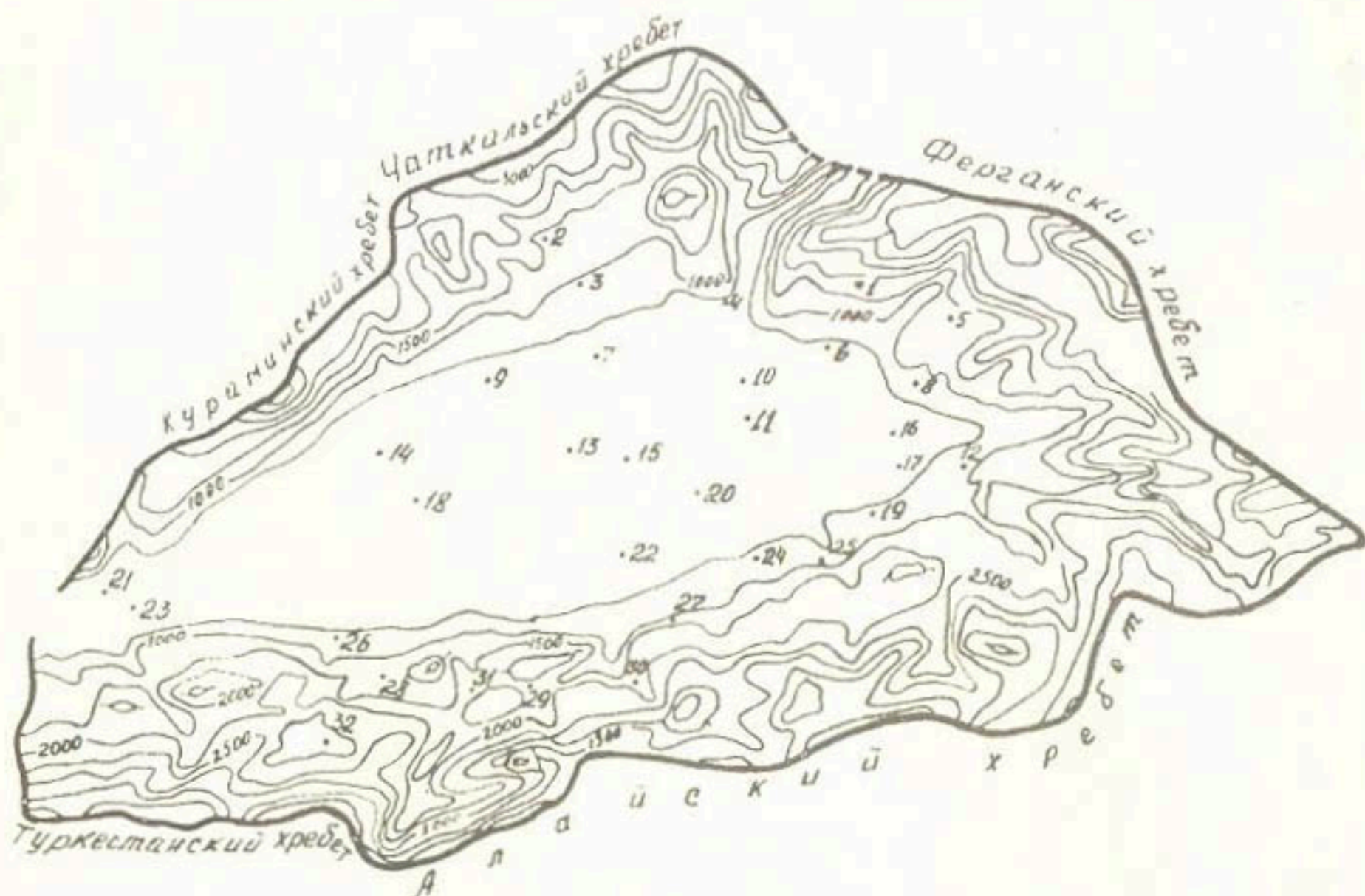


Рис. 1. Сеть метеорологических станций на территории Ферганской долины

слабого ветра показывает, что характер изменения его повторяемости по всей Ферганской долине существенно зависит от местоположения станции.

По характеру суточного изменения повторяемости слабых ветров станции Ферганской долины можно разделить на две группы. К первой группе относятся предгорные и горные станции (1, 11, 12, 14, 21, 22, 25, 26, 27, 29, 30–32 в табл. 1) и станции, расположенные в центре долины (13, 15, 20), для которых характерна большая повторяемость слабых ветров рано утром и ночью. Ко второй группе относятся станции, в которых наблюдаются горно-долинные ветры.

Повторяемость (%) скоростей ветра (0-I, 0-3, 4-7 м/с) у земли

№ п/п (рис. I)	Метеостанция	Срок, ч												сутки		
		03			09			15			21					
		0-I	0-3	4-7	0-I	0-3	4-7	0-I	0-3	4-7	0-I	0-3	4-7	0-I	0-3	4-7
I	Актерек-Гава	69	100	0	62	99	I	68	98	2	75	99	I	70	99	I
2	Уртатокайское влхр	51	93	7	63	95	5	52	88	12	53	91	9	55	93	7
3	Касансай	38	91	9	72	98	2	74	98	2	48	96	4	58	96	4
4	Шамалдисай	30	59	39	37	77	22	44	84	15	43	75	24	39	71	25
5	Джержитал	39	83	17	42	86	14	37	77	21	36	80	19	41	83	17
6	Ленинцол	83	100	0	89	98	2	87	99	I	78	99	I	84	99	I
7	Наманган	40	79	21	45	87	12	43	83	17	35	75	23	41	81	17
8	Джалалабад	28	72	28	34	79	21	37	79	21	49	85	14	37	91	9
9	Пап	78	97	3	74	96	4	76	93	5	75	96	4	76	95	4
10	Байток	38	97	3	57	96	4	55	94	6	37	96	4	46	96	4
11	Андижан	79	98	2	63	95	5	55	93	6	72	95	4	67	95	3
12	Узген	83	100	0	69	98	2	73	98	2	85	99	I	76	98	I
13	Юбилейная	66	92	7	51	87	10	45	82	13	56	89	9	55	88	9
14	Джарбулак	92	96	3	83	95	4	76	88	9	86	95	4	85	94	5
15	Насреддинбек	79	98	2	59	93	7	60	91	8	72	95	5	67	94	5
16	Савай-Ильичевск	55	92	8	56	93	6	63	93	6	57	91	8	56	92	7
17	Кара-су	37	84	16	51	90	9	59	90	9	34	80	19	46	87	12

Продолжение табл. I

№ п/п (рис. I)	Метеостанция	Срок, ч														сутки			
		03			09			15			21			27			31		
		0-1	0-3	4-7	0-1	0-3	4-7	0-1	0-3	4-7	0-1	0-3	4-7	0-1	0-3	4-7	0-1	0-3	4-7
18	Коканд	67	89	9	44	81	15	47	77	16	53	79	17	57	85	10			
19	Ош	17	69	31	34	84	15	32	79	19	19	72	26	26	77	21			
20	Федченко	81	96	4	60	89	10	70	89	8	75	94	5	71	91	6			
21	Ленинабад	17	48	34	6	19	36	5	18	44	11	34	50	11	30	42			
22	Фергана	67	97	3	46	92	7	58	92	7	60	95	5	60	94	5			
23	Кайраккум	34	60	25	14	36	40	13	34	49	29	59	30	24	48	35			
24	Караван	19	66	34	35	76	23	39	79	19	18	67	32	28	72	26			
25	Наука	75	99	1	73	96	4	57	92	7	69	97	3	68	88	4			
26	Исфара	79	93	6	53	86	13	46	82	16	67	89	10	62	88	11			
27	Совхоз "50 лет Октября"	69	95	5	57	92	7	67	93	6	65	92	7	65	93	6			
28	Баткен	23	65	32	45	87	12	45	81	17	33	71	26	37	79	21			
29	Хайдаркан	35	89	11	19	64	35	18	55	42	33	86	14	28	68	24			
30	Шахмардан	71	99	1	63	97	3	57	95	5	70	98	2	60	92	6			
31	Сарыканда	96	99	1	89	99	1	86	96	4	93	99	1	89	97	2			
32	Ворух	92	99	1	70	97	3	46	86	13	84	98	2	73	93	7			

Инверсия температуры

Данные о повторяемости приземных и приподнятых инверсий на аэрологических станциях Ташкент, Тамды, Термез, Джалалабад взяты из /2/. Для ст. Коканд имелись данные за два срока – 03 и 15 ч за 1977–1984 гг.

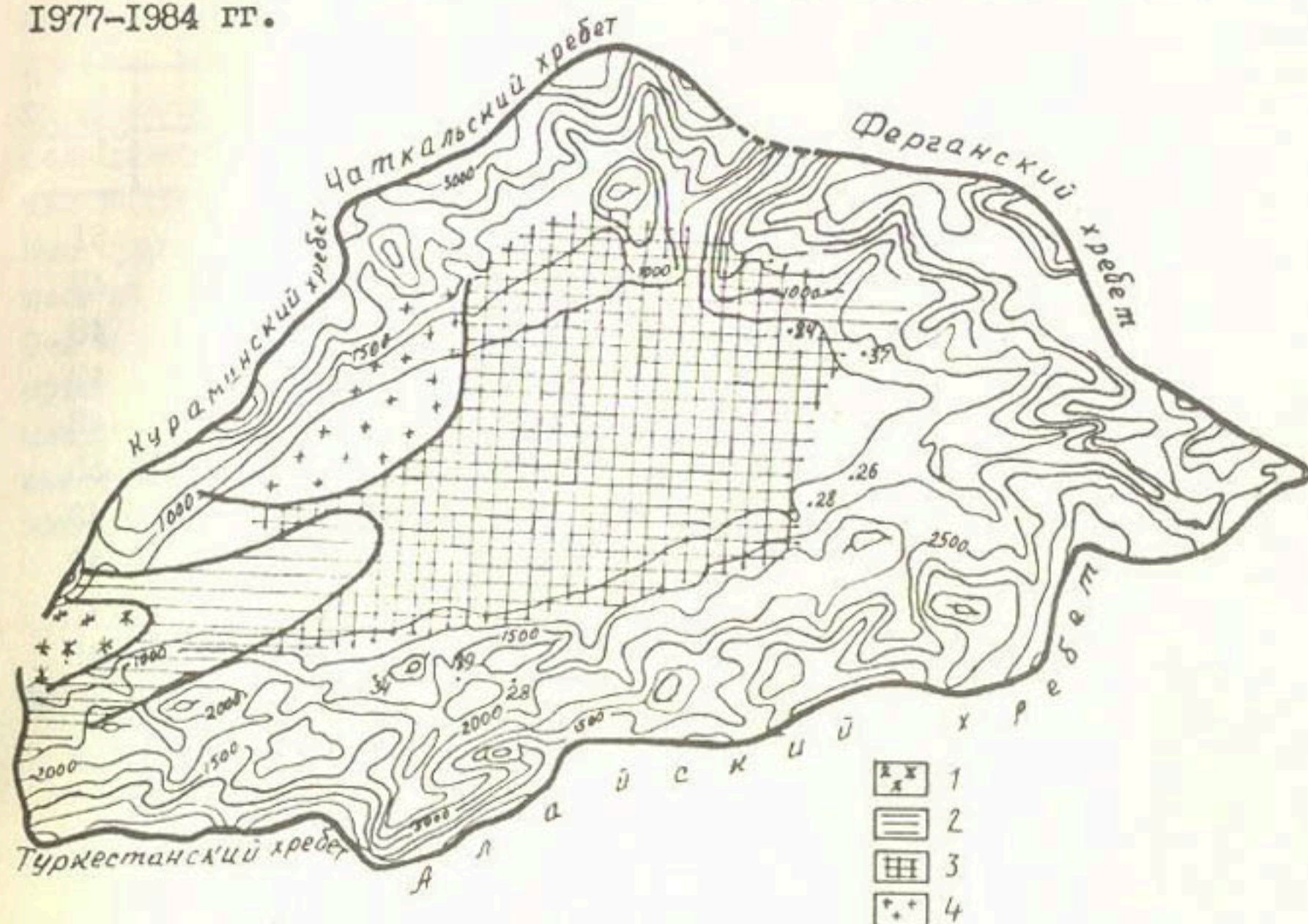


Рис. 2. Зоны различной повторяемости слабых ветров в течение суток:
1 – до 30%, 2 – 30–50%, 3 – 50–70%, 4 – > 70%

Способ определения повторяемости приземных инверсий на станциях, не производящих радиозондирования, основывался на изложенной в /1/ связи между среднегодовыми значениями повторяемости приземных инверсий и скоростью ветра 0–1 м/с. Найти подобную связь для условий Ферганской долины не представилось возможным из-за малого числа радиозондирующих станций. Поэтому для обнаружения связи между повторяемостью приземных инверсий $P_{ин}$ и скоростями ветра 0–1 м/с $P_{сл}$ использованы их среднемесячные значения. Коэффициент корреляции между ними равен

$$r = 0,59 \pm 0,05.$$

Уравнение регрессии для этого случая имеет вид

$$P_{ин} = 0,27 P_{сл} + 32,27. \quad (1)$$

Вычисленные по формуле (I) среднегодовые значения $P_{ин}$ для метеорологических станций приведены в табл. 2. Анализ показал, что наименьшими значениями $P_{ин}$ (35–40%) характеризуются районы, расположен-

Таблица 2

Повторяемость (%) приземных инверсий

№ п/п	Станция	Срок, ч			Сутки
		03	15	21	
1	Актерек-Гава	74	20	91	51
2	Уртатокайское вдхр	79	15	81	47
3	Касансай	82	22	79	48
4	Шамалдисай	85	12	76	43
5	Джергитал	82	10	73	43
6	Ленинцжол	70	26	93	55
7	Наманган	82	12	72	43
8	Джалалабад	84	10	81	42
9	Пап	71	22	91	42
10	Байток	82	16	73	45
11	Андижан	71	16	90	50
12	Узген	70	21	96	53
13	Юбилейная	75	13	82	47
14	Джарбулак	67	22	96	55
15	Насреддинбек	71	17	90	50
16	Савай-Ильичевск	78	18	83	48
17	Карасу	83	17	72	45
18	Коканд	75	13	81	47
19	Ош	88	9	65	39
20	Федченко	70	21	91	51
21	Ленинабад	88	0	61	35
22	Фергана	74	17	84	48
23	Кайраккум	84	3	70	38
24	Караван	88	11	64	40
25	Наукат	72	16	88	51
26	Исфара	71	13	87	49
27	Совхоз "50 лет Октября"	74	30	87	50
28	Баткен	87	13	72	42
29	Хайдаркан	83	4	72	39
30	Шахмардан	73	17	89	50
31	Сарыканда	66	26	99	57
32	Ворух	67	13	95	52

ные в западной части долины. Сравнительно небольшие повторяемости (42–48%) наблюдаются в районе станций 2, 5, 7–10, 13, 16, 18, 22, 26, 28. Большими значениями повторяемости приземных инверсий характеризуются станции 1, 6, 11, 12, 14, 15, 20, 25, 27, 30–32.

Для нахождения суточного изменения повторяемости приземных инверсий температуры на станциях, не ведущих радиозондирования, использовался тот же метод, по которому определялись средние значения повторяемости приземных инверсий. В данном случае рассматривались корреляционные связи между повторяемостью приземных инверсий и скоростью ветра 0–I м/с на аэрологических станциях Узбекистана в стандартные сроки наблюдений, причем учитывались не среднегодовые, а среднемесячные значения повторяемости приземных инверсий и скорости ветра 0–I м/с. Удовлетворительные корреляционные связи обнаруживаются в сроки 03, 15 и 21 ч. Выявлено также, что в утреннее время (03 ч) между повторяемостью приземных инверсий и скоростью ветра 0–I м/с имеет место обратная связь, т.е. приземная инверсия температуры усиливается с возрастанием скорости ветра у поверхности земли:

$$r = -0,59 \pm 0,04.$$

Повторяемость приземных инверсий для срока 03 ч вычислена по формуле

$$P_{\text{ин}} = 93,1 - 0,28 P_{\text{сл}}. \quad (2)$$

В вечернее время (15 ч) связь между повторяемостью $P_{\text{ин}}$ и $P_{\text{сл}}$ слабее:

$$r = 0,57 \pm 0,03.$$

Повторяемость приземных инверсий для этого срока вычислена по формуле

$$P_{\text{ин}} = 0,31 P_{\text{сл}} - 1,21. \quad (3)$$

В ночное время (21 ч) связь между повторяемостью приземных инверсий и скоростью ветра 0–I м/с аналогична:

$$r = 0,57 \pm 0,04.$$

Повторяемость приземных инверсий для срока 21 ч вычислена по формуле

$$P_{\text{ин}} = 0,47 P_{\text{сл}} + 56. \quad (4)$$

Вычисленная при помощи формул (1)–(4) повторяемость приземных инверсий для станций, не ведущих радиозондирования, представлена в табл. 2. Как показано в этой таблице, на территории Ферганской долины средняя за сутки повторяемость приземных инверсий изменяется от 35 до 57%, а в суточном ходе высокая и очень высокая повторяемость приземных инверсий на всей территории долины имеет место днем и вечером.

Повторяемость туманов

В данной работе повторяемость туманов определена в процентах от общей продолжительности туманов в часах за 1975–1984 гг.

Территория Ферганской долины характеризуется большой повторяемостью туманов в течение суток в весенний и осенне-зимний периоды года. Максимальное значение повторяемости туманов в течение года приходится на ноябрь и декабрь. По повторяемости туманов в течение суток все станции можно разделить на три группы (табл. 3).

К первой группе относятся предгорно-горные станции (1, 3, 8, 17, 24, 28), на которых повторяемость туманов увеличивается днем и вечером за счет адвекции тумана со стороны долины. Уменьшается повторяемость туманов утром и ночью под влиянием фенового ветра, когда преобладает горный ветер. На этих станциях в течение суток повторяемость туманов незначительная и составляет от 0,6 до 1,2%. Ко второй группе относятся горные станции (26, 30, 32), на которых повторяемость туманов увеличивается утром и ночью за счет радиационного охлаждения. В целом эти станции тоже характеризуются малыми значениями повторяемости туманов в течение суток (0,5–0,9%). К третьей группе относятся станции, расположенные в предгорной части долины. На этих станциях повторяемость туманов увеличивается утром и днем, к вечеру повторяемость уменьшается и к ночи опять растет.

В центральной части долины повторяемость туманов в течение суток характеризуется высокими значениями – от 3,3 до 7,0%. Очень высокая повторяемость туманов на территории долины наблюдается утром и днем в ее центральной части – от 3,8 до 11,7%. Причиной этого является сильное радиационное выхолаживание и влияние орошаемых земель на туманообразование.

Потенциал загрязнения атмосферы

Для учета климатических параметров, определяющих условия рассеивания и переноса примесей в атмосфере, целесообразно использовать потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) /1/. ПЗА характеризует предрасположенность данной местности к загрязнению атмосферы и включает различные сочетания метеорологических факторов, характеризующих условия вертикального и горизонтального потока примесей в атмосфере (например, инверсии, высота слоя перемешивания, коэффициент турбулентности, повторяемость различных градаций скоростей ветра и др.). Но эти факторы по-разному влияют на формирование концентраций примесей в приземном слое в зависимости от типа источников выбросов. Так, ПЗА для случая с низкими источниками холодных выбросов будет отличаться от ПЗА для случая с высокими источниками нагретых выбросов /1/.

Таблица 3

Повторяемость (%) туманов на территории Ферганской долины

№ п/п	Станция	Срок, ч				Сутки
		03	09	15	21	
1	Актерек-Гава	0,4	1,3	2,0	0,7	1,1
2	Уртатокайское вдхр	2,0	1,6	1,6	1,6	1,7
3	Касансай	0,5	0,8	0,6	0,5	0,6
4	Шамалдисай	1,6	1,7	1,0	1,2	1,4
5	Джержитал	1,5	1,6	1,5	1,0	1,4
6	Ленинджол	1,9	2,0	1,4	1,6	1,7
7	Наманган	4,2	2,3	1,3	1,6	2,3
8	Джалалабад	0,6	0,8	1,1	1,2	0,9
9	Пап	2,5	2,8	1,4	1,8	2,2
10	Байток	2,0	2,4	1,2	1,6	1,8
11	Андижан	3,8	4,7	2,0	2,6	3,3
12	Узген	4,4	4,8	3,9	4,1	4,3
13	Юбилейная	11,7	7,7	2,4	5,9	7,0
14	Джарбулак	4,5	1,6	0,8	1,3	2,1
15	Насреддинбек	7,0	3,8	1,7	3,8	4,1
16	Савай-Ильичевск	1,2	1,2	0,7	1,0	1,0
17	Кара-су	0,7	1,0	1,3	1,0	1,0
18	Коканд	3,9	5,0	1,3	2,5	3,2
19	Ош	2,7	2,6	2,0	2,4	2,4
20	Федченко	6,6	5,5	3,1	5,2	5,1
21	Ленинабад	2,4	1,7	0,3	1,2	1,4
22	Фергана	1,6	1,2	1,0	1,5	1,3
23	Кайраккум	1,1	1,2	0,3	0,5	0,8
24	Караван	1,2	1,4	0,9	1,2	1,2
25	Наукат	2,2	2,5	1,3	1,7	1,9
26	Исфара	1,2	0,8	0,4	0,9	0,9
27	Совхоз "50 лет Октября"	3,2	3,4	3,1	3,0	3,2
28	Баткен	0,9	1,3	0,9	1,7	1,2
29	Хайдаркан	2,8	2,5	3,1	3,1	2,8
30	Шахмардан	0,9	0,8	0,6	1,2	0,9
31	Сарыканда	1,0	0,9	0,6	1,0	0,9
32	Ворух	0,8	0,4	0,1	0,6	0,5

Для оценки климатических условий рассеивания примесей на территории Ферганской долины были вычислены ПЗА для низких источников выбросов (табл. 4) по данным 32 метеорологических станций по методике, описанной в /1/.

Значение потенциала загрязнения атмосферы
для низких источников выбросов

№ п/п	Станция	Срок, ч			Сутки
		03	15	21	
I	Актерек-Гава	4,6	2,7	3,3	3,1
2	Уртатокайское вдхр	3,4	2,5	3,4	2,9
3	Касансай	3,1	2,7	3,1	2,9
4	Шамалдисай	3,0	2,4	3,0	2,7
5	Джергитал	3,1	2,2	2,9	2,7
6	Ленинджол	5,9	3,1	3,4	3,3
7	Наманган	3,2	2,3	1,8	2,7
8	Джалалабад	3,0	2,2	3,2	2,7
9	Пап	5,5	2,4	3,3	3,0
10	Байток	4,5	2,5	2,9	2,8
11	Андижан	5,7	2,5	3,3	3,1
12	Узген	5,9	2,8	3,4	3,3
13	Юбилейная	4,3	2,4	3,3	3,0
14	Джарбулак	6,0	2,8	3,4	3,3
15	Насреддинбек	5,7	2,6	3,4	3,1
16	Савай-Ильичевск	3,3	2,6	3,3	2,9
17	Кара-су	2,3	2,6	2,9	2,8
18	Коканд	3,2	2,4	3,3	2,8
19	Ош	2,7	2,4	2,7	2,5
20	Федченко	5,8	2,8	3,4	3,3
21	Ленинабад	2,7	1,4	2,5	2,2
22	Фергана	4,6	2,5	3,3	2,9
23	Кайраккум	2,9	1,9	2,8	2,4
24	Караван	2,8	2,3	2,6	2,5
25	Наукат	5,3	2,5	3,3	3,1
26	Исфара	5,7	2,4	3,3	3,0
27	Совхоз "50 лет Октября"	4,6	2,7	3,3	3,0
28	Баткен	2,9	2,4	2,9	2,6
29	Хайдаркан	3,1	1,8	2,9	2,5
30	Шахимардан	5,1	2,5	3,3	3,0
31	Сарыканда	1,9	2,3	3,4	3,3
32	Ворух	6,0	2,4	3,4	3,1

При районировании территории Ферганской долины по средним значениям ПЗА для низких источников выбросов (рис. 3) выявлено, что вся территория долины, за исключением станций Ленинабад, Кайраккум, Ош, Караван, Баткен, Хайдаркан, имеет повышенный (2,7-3,0) и высокий (3-3,3) ПЗА. Следовательно, на территории долины климатические условия весьма неблагоприятны для рассеивания и переноса примесей, выбрасываемых в атмосферу от низких источников.

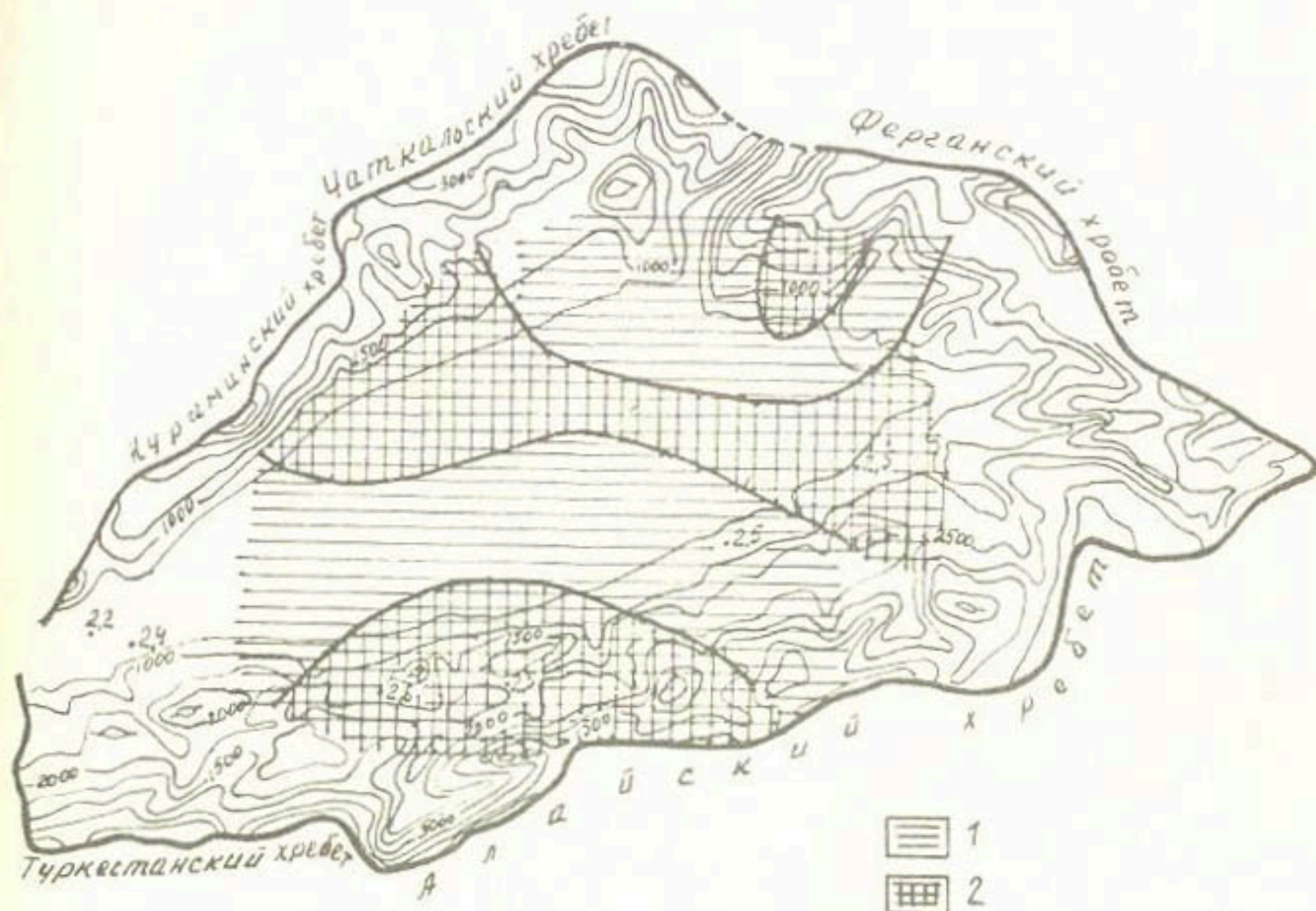


Рис. 3. Районирование территории Ферганской долины по ПЗА для низких источников выбросов в течение суток:

1, 2 - зона повышенного и высокого ПЗА соответственно

Как видно из табл. 4 и 5, предрасположенность Ферганской долины к загрязнению атмосферы возрастает рано утром и ночью, а днем ПЗА на всей территории долины уменьшается. В 06 ч умеренный потенциал имеют только станции Ленинабад, Кайраккум, Баткен, Карасу, Ош. На всей остальной территории в это время ПЗА имеет высокие значения.

Приведенные данные свидетельствуют о необходимости учета климатических условий при планировании развития и размещения промышленных предприятий, а также при разработке мероприятий по охране атмосферного воздуха от загрязнения выбросами как стационарных, так и передвижных источников загрязнения.

Средние значения климатических параметров,
определяющих ПЗА, по районам

ПЗА (его значение)	Повторяемость, %			
	скорости ветра 0-I м/с	приземных инверсий	застоев воздуха	туманов
Умеренный (2,2-2,7)	11-37	35-42	9-16	0,8-2,0
Повышенный (2,7-3,0)	37-60	42-48	17-23	0,6-1,8
Высокий (3,0-3,3)	55-89	42-57	24-32	0,9-7,0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Б е з у г л а я Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. - Л.: Гидрометеоздат. - 1980. - 184 с.
2. Б е р л я н д М. Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнение атмосферы. - Л.: Гидрометеоздат. - 1975. - 488 с.
3. К л и м а т и ч е с к и е характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие / Под ред. Э.Ю. Безуглой и М.Е. Берлянда. - Л.: Гидрометеоздат. - 1983. - 328 с.
4. Ц е р ф а с К. Э. Климатические условия распространения примесей в атмосфере на территории Узбекистана. - М.: Гидрометеоздат. - 1987. - 44 с.

О.А. СМОЛЬКОВА

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА
ДЛЯ ЗОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ г. ТАШКЕНТА

Существенное различие концентраций загрязняющих примесей в объектах окружающей среды в различных функциональных зонах города (промышленные, жилые, магистральные, зеленые) не вызывает сомнений. На этой основе предложен зонально-функциональный принцип оценки состояния загрязнения атмосферы города /1, 7/. Однако определение границ этих функциональных зон вызывает определенные трудности.

Широкие возможности для оценки состояния атмосферы имеет изучение загрязнения снежного покрова /3, 5, 6, 8, 9/. На основе такого изучения прослеживалась связь между параметрами источников выброса, площадью распространения загрязняющих примесей и метеорологической ситуацией, проведена оценка перехода химических элементов из атмосферы в снежный покров. Однако проблема картирования загрязнения химическими элементами воздушного бассейна крупных промышленных городов и возможность использования снежного покрова для оценки уровня загрязнения атмосферы городов остаются до сих пор малоизученными. В 1986 г. по инициативе Института прикладной геофизики анализ состояния снежного покрова /2/ в крупных городах начали проводить подразделения сети Госкомгидромета СССР. С 1987 г. такая работа проводится и в Узбекском УГМ. Обычно в городах Средней Азии устойчивый снежный покров не наблюдается, поэтому по методике /4/ нами проведено исследование состава кратковременного (разового) снежного покрова в г. Ташкенте.

В задачу данной работы входили картирование территории города в зависимости от содержания в снежном покрове загрязняющих примесей атмосферы (пыли, окислов азота, серы) и выявление возможной связи между содержанием вредных примесей в атмосферном воздухе и снежном покрове.

Для решения поставленной задачи проведено сравнительное изучение рядов наблюдений за загрязнением снежного покрова и атмосферного воздуха. Вся экспериментальная работа по сбору материалов выполнена в недельный срок в феврале 1987 г., поэтому полученные результаты носят предварительный (рекогносцировочный) характер. Отбор проб атмосферного воздуха и снега проводился в различных функциональных зонах города — промышленных, жилых, транспортных и зеленых. При этом данные по атмосферному воздуху составили наблюдения на стационарных постах Узбекского УГМ за период, когда изучался и снежный покров. Отбор и анализ проб снега выполнен по методике /4/, одна проба снега характеризует участок площадью 5 км².

Кроме того, на расстоянии 60 км от Ташкента в противоположном от господствующих ветров направлении выбран контрольный участок (Чаткальский биосферный заповедник), испытывающий минимальное воздействие антропогенных источников загрязнения атмосферы. Наблюдавшиеся на этом участке концентрации вредных примесей в воздухе и снежном покрове рассматривались как фоновые, и с ними сравнивались соответствующие результаты наблюдений в Ташкенте.

В табл. I представлены данные о содержании пыли, окислов азота и серы в воздухе различных функциональных зон Ташкента, выраженные в единицах кратности превышения соответствующих значений в Чаткальском биосферном заповеднике. Анализ табл. I показывает, что на рас-

Таблица I

Уровень загрязнения атмосферного воздуха (отн. ед.)
в функциональных зонах Ташкента по сравнению с фоном

Зона	Пыль	Диоксид серы	Диоксид азота
Промышленная	3,3	3,5	3,5
Транспортная	3,3	3,0	3,0
Жилая	1,1	2,0	2,0
Зеленая	1,0	2,0	2,0
Заповедная	1,0	1,0	1,0

сматриваемой урбанизированной территории наблюдается довольно интенсивное загрязнение воздуха по сравнению с фоновым участком, различное в функциональных зонах. Так, содержание диоксида серы в зеленой и жилой зонах в два раза выше фона, в промышленной и транспортной зонах – в 3–3,5 раза. Такая же картина наблюдается и для диоксида азота. Относительное содержание пыли по сравнению с фоном в жилой зоне выше в 1,1 раза, а в транспортной и промышленной – в 3,3 раза. Следовательно, по уровню загрязнения воздуха промышленные и транспортные зоны отличаются от всех остальных значительно большими концентрациями всех ингредиентов, в то время как жилая и зеленая зоны между собой практически не различаются. В жилых районах, прилегающих к промышленным зонам или транспортным магистралям, вероятно, должны наблюдаться промежуточные значения концентраций вредных ингредиентов.

Результаты анализа проб снежного покрова, отобранных в разных функциональных зонах Ташкента (табл. 2), показывают более контрастную картину. Для всех рассматриваемых загрязняющих примесей характерно гораздо более высокое их содержание в снежном покрове в городе, чем на участке, не испытывающем антропогенного воздействия. Наиболее значительное превышение загрязнения наблюдается по пыли. Ее накопление в жилой и зеленой зонах почти одинаковое – в 13,6–16,9 раза выше фонового, в транспортной и промышленной зонах – в 65,5 и 28,2 раза выше фонового. Концентрации сульфатов в снежном покрове жилой и зеленой зоны, так же как и по пыли, превышают фон в 14–18 раз. Примерно такое же содержание сульфатов наблюдалось в снеге промышленных зон. Наиболее высокое накопление сульфатов отмечено в транспортной зоне города – 27,3 раза выше фонового значения. По содержанию в снеге нитратов выделяются транспортная и промышлен-

Таблица 2

Уровень загрязнения снежного покрова (отн. ед.)
в функциональных зонах Ташкента по сравнению с фоном

Зона	Пыль	Сульфаты	Нитраты
Промышленная	28,2	16,6	4,6
Транспортная	65,5	27,3	5,2
Жилая	13,6	18,0	3,3
Зеленая	16,9	13,6	2,6
Заповедная	1,0	1,0	1,0

ная зоны. В меньшей степени загрязнен нитратами снежный покров в жилой и зеленой зонах города, где содержание нитратов всего в 2,6–3,3 раза выше фонового значения.

Сопоставление данных табл. 1 и 2 показывает, что результаты исследования состояния загрязнения снежного покрова контрастнее отражают пространственную структуру загрязнения воздуха по сравнению с прямым изучением уровня загрязнения атмосферы на немногих стационарных пунктах. Так, среднее по городу содержание пыли в снеге в 29 раз превышает фоновое значение, в то время как средняя концентрация пыли в воздухе превышает фоновую лишь в два раза.

По данным Института прикладной геофизики, на основании наблюдений за уровнем загрязнения снежного покрова в городах европейской территории страны отмечается тесная корреляция между расчетными по формуле /4/ концентрациями окислов серы и азота в атмосфере и фактически измеренными, осредненными за период залегания снежного покрова. Наши расчеты дали следующие результаты:

Номер пункта наблюдения за загрязнением воздуха ...	I	18	4	12
Концентрация сульфатов в снеге, мг/л	3,0	9,0	10,0	34,0
Расчетная концентрация сер- нистого газа в воздухе, мкг/м ³	10,5	31,5	35	149
Фактическая концентрация сернистого газа в воздухе, мкг/м ³	15	30	40	110

Таким образом, результаты нашего исследования свидетельствуют о том, что и для неустойчивого снежного покрова существует корреляция между расчетными и фактически измеренными концентрациями загрязнителей атмосферного воздуха. Это дает основание надеяться на возможность использования неустойчивого снежного покрова для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах, где слабо развита сеть стационарных пунктов наблюдений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А р т е м о в В. М., П а р ц е ф Д. П. Подходы к оценке состояния загрязнения атмосферного воздуха городов // Труды ЦВГМО. - 1979. - Вып. 13. - С. 82-86.
2. А р т е м о в В. М., П а р ц е ф Д. П. Анализ состояния загрязнения снегового покрова для проектирования сети станций АНКОС-А. - Труды ИШГ, 1982, вып. 48, с. 144-149.
3. В а с и л е н к о В. Н., П р о к а ч е в а В. Г., Ф р и д м а н Ш. Д. Оценка загрязнения снежного покрова промышленных районов по спутниковым изображениям // Труды ГТИ. - 1981. - Вып. 285. - С. 56-63.
4. В р е м е н н ы е методические указания для производства отбора и обработки проб снежного покрова в городах и их окрестностях на комплекс загрязняющих веществ. - М.: Изд. ИШГ, 1985. - 12 с.
5. Д о н ч е в а А. В. Ландшафт в зоне воздействия промышленности. - М.: Лесная промышленность. - 1978. - С. 93.
6. Ж и г а л о в с к а я Т. И. Исследования выпадений при дальнем переносе загрязняющих веществ // Метеорология и гидрология. - 1980. - № 4. С. 47-54.
7. Н а з а р о в И. М., Ф р и д м а н Ш. Д. Снежный покров как индикатор загрязнения атмосферы. - В кн.: Физические аспекты загрязнения атмосферы. М., Гидрометеиздат. - 1974. - С. 15-18.
8. Н а з а р о в И. М., Ф р и д м а н Ш. Д., Р е н н е О. С. Исследование сетевых снегосъемок для изучения загрязнения снежного покрова // Метеорология и гидрология. - 1978. - № 7. - С. 74-78.
9. П а р ц е ф Д. П., И к с а н о в Р. Г. Применение дисперсионного анализа для изучения пространственного распределения концентраций сернистого газа в условиях города // Труды ЦВГМО. - 1977. - Вып. 9. - С. 70-83.

К ВОПРОСУ ОБ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ЗОНИРОВАНИИ
ТЕРРИТОРИИ ТУРКМЕНСКОЙ ССР

Инженерно-экологическое зонирование территории предполагает комплексную оценку устойчивости компонентов природной среды (воздушного и водного бассейнов, почвенно-растительного мира) и степени антропогенных нагрузок на них с учетом санитарно-эпидемиологической ситуации на данной территории. Подобное зонирование территории Туркменской ССР представляется весьма необходимым для разработки схем размещения и развития производительных сил республики.

В схеме районирования территории СССР по комплексному климатическому показателю условий рассеивания вредных выбросов от низких источников территория Туркменской ССР относится к зоне III – зоне повышенного потенциала загрязнения воздуха /I/. Она характеризуется повторяемостью слабых ветров до 10–15% зимой и до 25–30% летом. Повторяемость приземных инверсий – 40–60% при мощности 0,6–0,8 км зимой и не более 0,4 км летом. Накоплению примесей в атмосфере способствуют также очень небольшие количества осадков (менее 200 мм/год) и почти полное отсутствие естественной растительности.

Улучшению обстановки должно было бы содействовать большое количество ультрафиолетовой радиации (140 ккал/см^2), способствующей разложению химических соединений в атмосфере. Однако этот фактор нейтрализуется низким энергопотенциалом из-за малого количества гроз (менее 10 в год) /4, 5/.

Интенсивность превращения органических и минеральных веществ в почвах и на их поверхности определяется отношением запаса подстилки к наземному опаду с учетом поступающего количества энергии.

В условиях Туркменистана, где преобладают в основном пустынные ландшафты, в которых растительность практически отсутствует, эти процессы очищения фактически не протекают. Горные же ландшафты, где имеется растительность, характеризуются интенсивными процессами разложения органических и минеральных веществ в почве.

Самоочищающая способность почвы может быть определена лишь косвенно, по кислотно-щелочной и окислительно-восстановительной реакции в почвах. В резко восстановительной среде, так же как и в щелочной, миграционная способность химических элементов уменьшается, и таким образом создается пересыщение локальных участков продуктами техногенеза. В кислых средах миграционная способность, а следовательно, и рассеивание техногенных элементов увеличивается, что способствует очищению окружающей среды от вредных примесей /2/.

Все почвы Туркменистана характеризуются резко щелочной реак-

цией, т.е. миграционная способность химических элементов невелика, и создаются предпосылки для перенасыщения отдельных участков продуктами техногенеза.

Поскольку в настоящее время еще не выявлены до конца количественные параметры геохимической активности территории, для выделения благоприятных и неблагоприятных участков ландшафтов региона применена методика профессора М.А. Глазовской – зонирование по устойчивости природных комплексов, с использованием районов-аналогов /3/. Сведения об устойчивости природных комплексов Туркменистана представлены в табл. I.

Таблица I

Устойчивость природных комплексов

Степень благоприятности	Преобладающие типы почв	Растительность	Продуктивность пастбищ	Примечание
Относительно благоприятные	Предгорные: светлые, типичные и темные сероземы; луговые почвы речных долин	Эфемеры, злаковые, полынь	Средние и бедные пастбища	Уклон до 30°
Условно неблагоприятные	Равнинные: пески закрепленные. Горные: темные сероземы и коричневые	Белый саксаул, полынь, песчаная акация и др.	25–30 ц/га 10 ц/га	30°
Неблагоприятные	Незакрепленные пески, серо-бурые почвы, гипсоносные солончаки		Очень бедные пастбища	

Пофакторные критерии оценок по современному состоянию воздушно-го, водного бассейнов и почвенного покрова приводятся в табл. 2–4, где знак "+" поставлен в той графе, которая соответствует численному значению данного фактора. В результате проведенного анализа пофакторных оценок по условному подразделению их на неблагоприятные,

Оценка территории по состоянию воздушного бассейна

Фактор	Показатель оценки	Единица измерения	Экологическая ситуация		
			неблаго- приятная	условно благоприят- ная	благоприят- ная
I. Климат	Способность	Повторяе-			
а) метеопотенциал	самоочищения атмосферы	мость приземных инверсий, %	80-90	40-70	40-60
		скорость ветра, м/с	0-I	0-4	> 4
	Способность атмосферы рассеивать выбросы		+		
б) количество ультрафиолетовой радиации	Способность разложения в атмосфере вредных веществ	Число часов солнечного сияния	< 1200	1200-1800	> 1800 +
в) грозы	То же	Число дней с грозами	< 10 +	10-40	> 40
г) осадки	Способность вымывания из атмосферы примесей и продуктов их разложения	Годовая сумма осадков, мм	< 300 +	300-500	> 500
		Число дней с осадками интенсивностью ≥ 5 мм	< 30 +	30-60	> 60
II. Растительный покров	Биологическая продуктивность, адсорбирующая и фитонцидная способность леса	Лесистость, %	< 20 +	20-50	> 50

Фактор	Показатель оценки	Единица измерения	Экологическая ситуация		
			неблагоприятная	условно благоприятная	благоприятная
III. Плотность населения	Степень загрязнения атмосферы	чел/км ²	> 200	50-200	< 50 +
IV. Фоновое загрязнение	Степень загрязнения пылью, SO ₂ , CO, NO ₂ и др. ингредиентами	Предельно допустимые концентрации (ПДК среднегодовые)	> I +	0,5-I	< 0,5
V. Промышленный потенциал	Наличие предприятий высоких классов вредности		I-II +	III	IV-V
	Общая степень загрязнения		+		

Таблица 3

Оценка территории по состоянию поверхностных
и подземных вод

Фактор	Показатель оценки	Единица измерения	Экологическая ситуация		
			неблагоприятная	условно благоприятная	благоприятная

Поверхностные воды

I. Водность	Расход 95%-ной обеспеченности	м ³ /с	< 10	10-50	> 50
2. Скорость течения	-	м/с	< 0,2	0,2-0,8	> 0,8
3. Температура воды (летняя)	-	°C	< 12	12-18	> 18
			> 25	22-25	< 22
				+	

Фактор	Показатель оценки	Единица измерения	Экологическая ситуация		
			неблаго- приятная	условно благопри- ятная	благоприят- ная
4.Засолен- ность бе- регов	Лесистость водоохран- ных зон	%	< 10	10-30 +	> 30
5.Плотность населения	-	чел/км ²	> 200	50-200	< 50 +
6.Промыш- ленный по- тенциал	Наличие пред- приятий высо- ких классов вредности Общая степень загрязнения воды		I-II +	III	IV-V
7.Наличие транспор- тировки леса	-	-	Молевой сплав ле- са	Сплав ле- са в пло- тах	Перевоз леса в су- дах +
8.Фоновое загрязнение	Суммарное загрязнение	ПДК	> I +	0,5-I	< 0,5
9.Биохими- ческая пот- ребность в кислороде	БПК _{полн.}	мг/л	> 6	3-6	< 3 +
10.Концент- рация водород- ных ионов	pH	-	< 4 > 10	4,0-6,5 8,0-10,0	6,5-7,9

Подземные воды

1.Наличие защитного слоя (глины и тяж. суглинки)	Толщина	м	Отсутству- ет	≤ I +	> I
2.Наличие раститель- ности	Лесистость	%	< 5 +	5-20	> 20
3.Плотность населения	-	чел/км ²	> 200	50-200	< 50 +

Фактор	Показатель оценки	Единица измерения	Экологическая ситуация		
			неблагопри- ятная	условно благоприят- ная	благоприят- ная
4.Промышлен- ный потен- циал	Наличие предприятий высоких клас- сов вреднос- ти Общая степень загрязнения		I-II +	III	IV-V

Таблица 4

Оценка территории по устойчивости почв
к водной и ветровой эрозии

Фактор	Показатель оценки	Единица измерения	Экологическая ситуация		
			неблагопри- ятная	условно благопри- ятная	благоприят- ная
I.Нарушен- ность сред- не- и силь- носмытых почв:	Количество % по всей нарушенных территории и почв		Предгорные и горные территории		
фактичес- кая			> 50 +	20-50	< 20
потенци- альная			> 60 +	30-60	< 30
2.Эрозионная активность территории	Наличие % от всей эрозионно-территории активных участков		60-90	30-60 +	< 30
Сравнитель- ная устойчи- вость	-	-	Пустынная +		
3.Степень на- рушенности за счет ветровой эрозии	Число дней с пыльными бурами	Дни	> 20 +	10-20	< 10

Фактор	Показатель оценки	Единица измерения	Экологическая ситуация		
			неблагоприятная	условно благоприятная	благоприятная
4.Потенциально-дефляционная опасность	Показатель дефляционной опасности	Произведение дней с пыльными бурями на повторяемость	> 200 +	100-200	< 100
5.Распаханность	Наличие распаханных земель	% по всей территории	60-80	25-60	< 25 +
6.Плотность населения	-	чел/км ²	> 200	50-200	< 50 +

условно-благоприятные и благоприятные нами проведено инженерно-экологическое зонирование территории республики. Установлено, что большая часть территории Туркменистана относится к крайне неблагоприятным или "проблемным" зонам – территории с наивысшими антропогенными нагрузками и слабой природной устойчивостью (территории крупных городов и зоны их влияния, зоны влияния добычи и переработки полезных ископаемых, пустынные ландшафты незакрепленных песков, такыровидные и засоленные почвы).

К относительно неблагоприятным относятся территории с большей природной устойчивостью и меньшими антропогенными нагрузками (территории неорошаемого земледелия).

Относительно благоприятными являются территории с различной степенью природной устойчивости и очень слабыми антропогенными нагрузками (горные и равнинные пастбища, горные ландшафты).

Как видно из представленных данных, благоприятных территорий в Туркменистане нет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Б е з у г л а я Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. – Л.: Гидрометеиздат. – 1980. – 184 с.
2. Б о р з и л о в В. А., М а л а х о в С. Г. Изучение процессов миграции загрязняющих веществ в системе почва–растение, почва–вода. – В кн.: Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей природной среды. Рига: Зинатне. – 1978. – С. 294–297.
3. Г л а з о в с к а я М. А. Технобиогеома – исходные физико–географические объекты ландшафтно–геохимического прогноза. – Вестн. Моск. ун-та, Сер. У. География. – 1972. – № 6. – С. 11–17.
4. О р л о в с к и й Н. С., Ш л и х т е р Л. П. О радиационном режиме равнинной территории Туркменской ССР. – В кн.: Гидрометеорологический режим Туркмении. Ашхабад: Ылым. – 1975. – С. 90–103.
5. Х а й д и Г. М. Процессы удаления газообразных и взвешенных загрязнений из атмосферы. – В кн.: Химия нижней атмосферы. М., Мир. – 1976. – С. 55–222.

В.Н. ТАЛЬСКИХ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОЦЕНОЗОВ ПЕРИФИТОНА В ВОДОТОКАХ СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНА

Возрастающая антропогенная нагрузка на речные экосистемы ведет к глубоким изменениям в составе и структуре их водных сообществ. Информация об этих изменениях чрезвычайно важна для оценки экологических последствий хозяйственной деятельности и экологического прогнозирования.

Очень перспективным показателем состояния речных экосистем являются характеристики сообщества перифитона. Перифитон, благодаря приуроченности к субстрату играет первостепенную роль при оценке качества воды /2/ и относится к числу основных индикаторных биоценозов в гидробиологическом мониторинге водотоков суши в системе Общегосударственной службы наблюдений и контроля за уровнем загрязнения природной среды (ОГСНК). Однако из-за сложного таксономического состава перифитон в настоящее время является наименее изученным звеном пресноводных экосистем, и комплексные исследования сообществ перифитона (одновременно животных, растений, бактерий), по выражению А.А.Протасова /3/, все еще остаются редкостью. В Средней Азии такие исследования ранее не проводились и для большинства рек Среднеазиат-

ского региона, особенно для их средних и устьевых участков, испытывающих повышенную антропогенную нагрузку, перифитон является практически белым пятном. Выполненное нами многолетнее исследование перифитонных сообществ водотоков Узбекистана и сопредельных территорий в известной мере восполняет пробел в этой области и позволяет сделать некоторые обобщения относительно основных направлений изменения речного перифитона под влиянием природных и антропогенных факторов.

Материалы и методы

Сбор материала проводили с 1977 по 1985 г. в водотоках Узбекистана и сопредельных территорий в основном в пунктах ОГСНК. Для получения дополнительных данных из различных по уровню загрязнения водотоков и специфических зон загрязнения помимо пунктов ОГСНК исследовали также перифитонные сообщества в водотоках, приуроченных к заповедным территориям, и ниже сбросов сточных вод различных производств. Всего обследовано 35 водотоков в 93 пунктах, в них отобрано и проанализировано 1129 проб перифитона.

Для получения сравнимых данных пробы обрастаний отбирали только с нейтральных субстратов — на каменистых перекатах и с бетонных сооружений в проточных участках. Отбор и анализ проб проводили по общепринятым методикам [4, 6], в которых для оценки обилия организмов перифитона на естественных субстратах предусмотрен полуколичественный метод оценки обилия с помощью частоты встречаемости h по 9-балльной шестиступенчатой шкале. Массовыми видами, образующими руководящий комплекс, считали такие, обилие которых составляло 5–9 баллов; субдоминантами — те, обилие которых равнялось 3 баллам; единичными — с обилием 1–2 балла. Суммируя показатель обилия по отдельным таксонам или функциональным группам, получали численные значения $\sum h$, по которым судили об относительной роли различных групп организмов в биоценозе перифитона. Для оценки функциональной структуры биоценозов по показателям обилия рассчитывали индекс Хорасавы [7], а также два разработанных нами применительно к перифитону показателя [5] — индексы относительного обилия продуцентов (ООБ) и относительного разнообразия продуцентов (ОР).

Индекс ООБ вычисляется как отношение общего обилия продуцентов к сумме показателей обилия консументов и редуцентов. Индекс ОР учитывает аналогичное соотношение числа видов.

Регулярными наблюдениями были охвачены основные водотоки Ташкентского оазиса (бассейны рек Чирчик, Ахангаран) и Ферганской долины (реки Карадарья, Нарын, Сырдарья и их притоки), а также реки и ручьи Чаткальского и Сарычелекского заповедников, расположенные

на склонах Чаткальского хребта и приняты нами в качестве регионального фона. Большинство обследованных рек формируют свой сток в пределах системы Западного Тянь-Шаня. Все они имеют горный тип питания и от истоков к устью проходят различные высотные зоны или пояса — альпийский, субальпийский, горный лесной, предгорный и равнинный пояса, что накладывает соответствующий отпечаток на их гидробиологический режим. Кроме того, в предгорном и равнинном поясах реки подвержены интенсивному антропогенному загрязнению.

В нашем распоряжении оказались, таким образом, многочисленные данные из участков водотоков, не только приуроченных к различным высотным поясам, но и в различной степени загрязненных в результате их хозяйственной эксплуатации, что потребовало проведения экологической классификации всех обследованных водотоков. Последние по чистоте воды были ранжированы в эколого-санитарный ряд с возрастающим уровнем загрязнения. Каждой ступени этого ряда свойствен перифитон с определенными структурно-функциональными характеристиками. На этой основе становится возможным не только проследить основные направления в изменении перифитонных сообществ под влиянием комплекса различных факторов, но и организовать контроль над экологическим состоянием водотоков по структурно-функциональным показателям перифитона. При проведении классификации учитывали комплекс сведений о водотоках: их ландшафтное положение, степень урбанизации территории, данные визуального осмотра, физико-химические и гидробиологические характеристики. В результате все водотоки или отдельные их участки в зависимости от нагрузки загрязнением были разбиты на шесть основных групп (табл. I).

Таблица I

Санитарно-экологические группы водотоков

Группа, подгруппа	Характеристика водотоков
I	ЧИСТЫЕ ВОДОТОКИ
	ПРИУРОЧЕНЫ К ГОРНОЙ ЗОНЕ. РАСПОЛОЖЕНЫ ВНЕ ЗОНЫ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ИСТОЧНИКИ ОТСУТСТВУЮТ
I.1	Истоки рек и реки заповедных территорий в альпийском и субальпийском поясах
I.2	Ручьи (саи) и реки заповедных территорий в горном лесном поясе, а также вытоки из горных озер лесного пояса заповедников
2	СЛАБО ЗАГРЯЗНЕННЫЕ (СОМНИТЕЛЬНО ЧИСТЫЕ) ВОДОТОКИ

Группа, подгруппа	Характеристика водотоков
	УЧАСТКИ ВОДОТОКОВ, ПРИУРОЧЕННЫЕ В ОСНОВНОМ К ПРЕДГОРНОМУ ПОЯСУ. КРУПНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТСУТСТВУЮТ, НО СУЩЕСТВУЕТ НЕЗНАЧИТЕЛЬНОЕ ЛОКАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ, НАПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭТИХ ВОДОТОКОВ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЦЕЛЯХ
2.1	Участки рек в буферных зонах заповедников
2.2	Верхние участки рек антропогенной зоны или участки рек, вытекающих с заповедных территорий в непосредственной близости от заповедников
3	УМЕРЕННО ЗАГРЯЗНЕННЫЕ ВОДОТОКИ ВОДОТОКИ ПРИУРОЧЕНЫ В ОСНОВНОМ К РАВНИННОМУ (СТЕПНОМУ) ПОЯСУ
3.1	Водотоки густо населенной антропогенной зоны, которые активно используются в рекреационных целях или принимают загрязнения от небольших, но постоянных локальных загрязняющих источников, без существенного ухудшения качества воды в водотоке
3.2	Участки рек ниже сравнительно крупных источников загрязнения, где в результате процессов самоочищения качество воды по отдельным визуальным и гидробиологическим показателям приближается к водотокам предыдущей (3.1) подгруппы — так называемые зоны частичного самоочищения
4	ЗАГРЯЗНЕННЫЕ ВОДОТОКИ ВОДОТОКИ ПРИУРОЧЕНЫ К РАВНИННОМУ (СТЕПНОМУ) ПОЯСУ
4.1	Водотоки густо населенной промышленной зоны ниже крупных источников хозяйственного загрязнения или промышленных сбросов сточных вод, насыщенных биогенными соединениями, где интенсивно протекают процессы самоочищения, но по визуальным признакам и гидробиологическим показателям уровень их загрязнения выше водотоков 3-й группы
4.2	Устьевые участки рек
4.3	Коллекторы и участки рек, принимающие в большом количестве высокоминерализованные коллекторно-дренажные сбросные воды с сельхозугодий
5	ГРЯЗНЫЕ ВОДОТОКИ ВОДОТОКИ ПРИУРОЧЕНЫ К РАВНИННОМУ (СТЕПНОМУ) ПОЯСУ
5.1	Участки водотоков в густонаселенной промышленной зоне, интенсивно загрязненные коммунальными, хозяйственными и смешанными сточными водами

Группа, подгруппа	Характеристика водотоков
5.2	Участки водотоков ниже промышленных сбросов лубзаводов, перерабатывающих кенаф
5.3	Участки водотоков ниже промышленных сбросов бумажного производства
5.4	Участки водотоков со смешанным и одновременно ярко выраженным нефтяным загрязнением
5.5	Участки водотоков ниже промышленных сбросов биохимического производства
6	ОЧЕНЬ ГРЯЗНЫЕ ВОДОТОКИ
	ВОДОТОКИ ПРИУРОЧЕНЫ К РАВНИННОМУ (СТЕПНОМУ) ПОЯСУ
6.1	Русла промышленных сбросов сточных вод или участки водотоков непосредственно в местах спуска стоков биохимического и лубяного производств, станций биологической очистки
6.2	Участки водотоков ниже токсических промстоков с высоким содержанием тяжелых металлов

Внутри групп выделены подгруппы, указывающие в одних случаях на различия в уровне трофности экосистем водотоков в связи с особенностями их ландшафтного положения, а в других случаях — на характер и в известной мере на различия в уровне загрязнения. Предложенная классификация является удобной методологической основой, призванной выявить наиболее типичные ситуации, имеющие место в обследованных пресноводных экосистемах в связи с особенностями их ландшафтного положения и уровнем загрязнения, и отклик на них перифитона как биологического компонента экосистем. Каждой группе присвоены условные названия и номера. Первые номера групп соответствуют водотокам, исключенным из хозяйственного пользования или испытывающим очень слабую антропогенную нагрузку. С увеличением этой нагрузки водотокам последовательно присваиваются более высокие номера.

Санитарно-экологическая характеристика выделенных групп водотоков

Было установлено, что чистые, так называемые фоновые водотоки, в обследованном нами регионе приурочены исключительно к горной местности со сложной орографией. Значительное падение высоты в пределах этой зоны создает градиент экологических условий – постепенное увеличение летнего прогрева водной массы в реках (от 11–16⁰С в подгруппе I.1 до 20–24⁰С в подгруппе I.2) и амплитуды годовых и суточных колебаний ее температуры, некоторое увеличение минерализации воды и повышение средних концентраций биогенных элементов, увеличение поступления аллохтонного органического вещества с листовым опадом и продуктами почвенной эрозии с облесенных склонов. Это закономерно стимулирует более обильное развитие водной биоты в вегетационный период и повышение уровня трофности нижерасположенных участков горных рек. Последнее особенно ярко проявляется в небольших ручьях, чьи русла заросли смешанным лесом и кустарником. Повышенный уровень трофности характерен также и для рек, питающихся из поверхностного горизонта озер лесного пояса, которые помимо стабилизации гидрологического режима в вытекающих из них реках, поставляют в них дополнительное органическое вещество за счет планктонного комплекса. Несмотря на имеющиеся в фоновых водотоках различия, их основные типовые признаки в целом сохраняются. Водотоки имеют естественный вид, без визуальных признаков загрязнения воды и дна, а гидрохимические показатели характеризуют высокое качество воды: средние значения минерализации не превышают 150 мг/л; концентрации аммонийного, нитритного азота и минерального фосфора не превышают 0,001–0,006 мг/л; ХПК – 5,5 мг/л; содержание растворенного в воде кислорода высокое – до 16,8 мг/л.

Для фоновых водотоков характерно чрезвычайно высокое морфологическое разнообразие обрастаний, их гетерогенное и мозаичное распределение на каменистых субстратах, постоянное присутствие характерных слизистых и губкообразных колоний диатомовых водорослей, бурых прядей золотистой водоросли гидруруса (*Hydrurus foetidus*) и шаровидных колоний различных видов ностока (*Sphaerocnosta*). Из общего числа видов индикаторов сапробности в перифитоне фоновых водотоков 30–40% приходится на долю ксено-, ксено-олиго- и олигосапробных видов. Олиго-бета- и бетамезосапробные виды составляют около 50%.

Водотоки 2-й группы, являясь фактически продолжением фоновых водотоков горного лесного пояса, по характеру гидрологического и гидробиологического режимов, а также по гидрохимическим и визуаль-

ным показателям имеют много общих с ними черт. Для водотоков 2-й группы характерно некоторое повышение по сравнению с фоновыми водотоками средних значений минерализации и содержания аммонийного и нитратного азота, а в составе перифитона — увеличение доли альфа-бета- и альфамезосапробных видов до 20–25%.

Водотоки 3–6-й групп приурочены к территориям с повышенной степенью урбанизации, определяемой высокой плотностью населения и активной хозяйственной деятельностью. Их гидрологический и гидро-биологический режимы полностью зависят от антропогенных факторов. Последние постоянно меняются, определяя, с одной стороны, режим речного стока, а с другой — количество поступающих в водотоки сточных вод и других видов загрязнений. Это создает в них различные по уровню загрязнения участки с характерными абиотическими и биотическими показателями. Для всех водотоков равнинного пояса характерны большие амплитуды годовых и суточных колебаний температуры воды и ее высокая прогреваемость летом — до 21–27°C.

От 3-й к 6-й группе водотоков на фоне общего повышения мутности воды изменяется ее цвет (зеленый, серо-зеленый, темно-серый, бурый), усиливается загрязненность поверхности и толщи воды, а также донных отложений отходами различных производств, возрастает мощность иловых отложений. Изменяется химический состав воды, свидетельствующий о значительном ухудшении ее качества. Содержание растворенного в воде кислорода падает и может снижаться до нуля в водотоках 5-й и 6-й групп. Одновременно возрастает нагрузка биогенными и органическими соединениями. В водотоках подгруппы 4.2, и особенно 4.3, качество воды значительно ухудшается за счет повышения общей минерализации (в среднем до 1274 мг/л), а также высокого содержания хлоридов (до 126 мг/л) и сульфатов (до 654 мг/л).

Внешний вид обрастаний и характер их распределения на субстратах также изменяется. Если в водотоках 3-й группы они еще встречаются в виде ярко-бурых слизистых налетов диатомовых водорослей, а в холодное время года можно даже встретить отдельные пряди гидруруса (что особенно характерно для водотоков подгруппы 3.1), то, начиная с водотоков 4-й группы, обрастания представлены в основном пленками синезеленых водорослей и буро-серыми корками, равномерными покрывающими каменистые субстраты. В 5-й группе водотоков обросты, как правило, покрыты серой бактериальной слизью, из которой полностью состоят обрастания в водотоках подгруппы 6.1. Водотоки подгруппы 6.2 лишены каких-либо визуальных признаков жизни, и перифитонные сообщества в них не развиваются.

От 3-й к 6-й группе водотоков, по сравнению с 1-й и 2-й группами, существенно изменяется процентное соотношение в перифитоне видов-индикаторов сапробности. В 3-й группе доля ксено-олиго- и

олигосапробных видов по сравнению со 2-й группой снижается в два раза (до 15%), а альфамезо-полисапробные виды составляют 7,7%. В 4-й группе водотоков это соотношение еще больше сдвигается в сторону повышения процента альфамезо-поли- и полисапробных видов, что особенно характерно для подгруппы 4.I. В 5-й группе водотоков из состава перифитона полностью выпадают ксено- и ксено-олигосапробные виды, а содержание альфамезо-поли- и полисапробов возрастает до 40%. В подгруппе 6.I водотоков преобладают альфамезо-поли- и полисапробные виды организмов (более 70%). Организмы альфамезосапробной зоны составляют около 24%. Индикаторы умеренно загрязненных и тем более чистых вод практически не развиваются.

Таким образом, каждая из выделенных групп водотоков представляет собой своеобразную, характеризующуюся только ей присущим комплексом факторов, арену жизненных условий, на которой развивается своеобразный комплекс перифитонных организмов.

Видовой состав и таксономическая структура перифитона в выделенных группах водотоков

В перифитоне обследованных водотоков обнаружено 738 видов, разновидностей и форм организмов (табл. 2). Все организмы классифицированы не только по крупным систематическим таксонам, но и с учетом их принадлежности к различным функциональным группам. Водоросли входят в группу продуцентов, животные организмы — в группу консументов. К редуцентам отнесены различные формы бактерий, а также грибы. Сравнение общего таксономического разнообразия в выделенных группах водотоков показывает, что оно возрастает в начале экологического ряда от I-й к 3-й группе. Увеличивается также общее число видов внутри крупных систематических таксонов и различных функциональных групп организмов. Затем от 4-й к 6-й группе водотоков происходит снижение общего таксономического разнообразия, разнообразия продуцентов и особенно доминантных видов среди них. Одновременно общее таксономическое разнообразие и количество доминантов среди консументов и редуцентов продолжает возрастать и в грязных и очень грязных водотоках 5-й и особенно 6-й группы они целиком определяют таксономический состав перифитонных сообществ.

Для олиготрофных альпийских потоков подгруппы I.I характерны североальпийские, бореальные и криофильные виды водорослей — *Meridion circulare*, *Ceratoneis arcus*, *C. arcus* var. *ambioxys*, *Cymbella Stuxbergii*, *C. delicatula*, *Didymosphenia geminata*, *Diatoma hiemale*, *D. hiemale* var. *mesodon*, *Synedra Vaucheriae*, *S. Goulardii*, *Prasiola fluviatilis*, *Hydrurus foetidus*, *Ulothrix zonata*, которые доминируют в течение всего вегетационного периода.

Таблица 2

Таксономическое разнообразие перифитона обследованных водотоков
(в скобках разнообразие доминантов)

Водотоки				Продуценты										Консументы									
Группа	Подгруппа	Общее число ин-		Общее число ин-	Cyanophyta	Bacillariophyta	Euglenophyta	Chlorophyta	Rhodophyta	Chrysophyta	Pyrophyta	Общее число ин-	Простейшие										Количество видов других организмов
		3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
1	2																						
1	1.1	90 (30)	90 (30)	5	5	77 (23)		7 (2)		1													
	1.2	337 (103)	326 (102)	30	30	263 (75)		30 (9)	1	2 (1)		9 (1)	7	1						1 (1)	2		
2	2.1	116 (29)	108 (29)	11	11	87 (19)		9 (5)		1 (1)		6	1	1					1	3	2		
	2.2	293 (68)	254 (67)	24	24	201 (45)		23 (11)	3	1 (1)	2	36 (1)	6	10	4	1			10	5 (1)	3		
3	3.1	317 (71)	251 (66)	22	22	186 (44)	1	40 (12)	1	1 (1)		58 (4)	1	13 (2)	9 (1)	8	4		17	6 (1)	8 (1)		
	3.2	314 (53)	228 (49)	221	221	160 (33)	1	45 (11)		1		72 (3)	2	12 (1)	18 (1)	9	5		21	5 (1)	14 (1)		

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
4	4.1	304 (45)	187 (34)	16 (8)	136 (20)	5 (2)	28 (8)	2 (2)			99 (8)	3 (1)	23 (2)	25 (3)	17	6 (1)	18 (1)	6 (1)	18 (3)	
	4.2	252 (63)	175 (56)	13 (5)	133 (45)	2	25 (8)	2 (1)			68 (4)	2	16 (1)	16 (1)	9	3	17	5 (2)	9 (3)	
	4.3	230 (51)	195 (51)	14 (7)	161 (35)	1	16 (7)	2 (2)		1	32	12	7	3	1		3	6	3	
5	5.1	192 (64)	68 (17)	5 (3)	50 (10)	3	9 (4)	1			102 (33)	3 (2)	19 (3)	28 (8)	18 (4)	2	9 (3)	11 (8)	22 (14)	
	5.2	181 (51)	104 (19)	9 (3)	72 (12)	2 (1)	21 (3)				57 (20)	3 (2)	9 (1)	20 (10)	7 (2)	2 (2)	11	5 (3)	20 (12)	
	5.3	144 (41)	55 (18)	3 (2)	44 (12)	2 (1)	6 (3)				53 (17)	3 (2)	4 (2)	16 (2)	11 (3)	3 (2)	9	7 (6)	8 (6)	
	5.4	139 (45)	61 (15)	4 (2)	50 (11)	1	5 (2)	1			61 (17)	3 (2)	12 (3)	20 (6)	8 (1)	4 (1)	9 (2)	5 (2)	17 (13)	
	5.5	107 (49)	29 (5)	4	18 (3)	2 (1)	5 (1)				50 (22)	4 (2)	8 (2)	14 (7)	3 (1)	7 (6)	10	4 (3)	28 (22)	
6	6.1	36 (24)	3	2	2	1					19 (11)	2 (2)	7 (6)	4 (2)	3 (2)		1	2 (1)	14 (13)	
Итого в		738	521	52	386	7	67	5	2	2	177	4	39	51	27	14	3	27	12	40
обследо-		(280)	(198)	(27)	(140)	(2)	(25)	(3)	(1)		(52)	(3)	(9)	(15)	(6)	(7)	(3)	(9)	(30)	
данных во-																				
доходах																				

В субальпийском поясе, помимо указанного комплекса организмов, обильно развиваются также представители других родов — *Fragilaria leptostauron*, *Euscocconeis flexella*, *Achnanthes linearis*, *A. minutissima*, *Gomphonema intricatum*, *Sphaeronostoc coeruleum*, *S. pruniforme*, а также виды из уже указанного рода *Cymbella* — *C. affinis*, *C. cistula*, *C. helvetica*, *C. microcephala*. В перифитоне некоторых водотоков этого пояса в составе доминантов развиваются виды, широко распространенные в различного типа водотоках, рода *Phormidium* — *P. ambiguum*, *P. favosum*. Большинство из указанных видов также являются бореальными и горными формами.

В перифитоне водотоков подгруппы I.2 значительно возрастает как общее число родов, так и видовое разнообразие внутри каждого рода. Из состава доминантов перифитона этих водотоков выпадают многие североальпийские и криофильные виды, например *Diatoma hiemale*, *Ceratoneis arcus* var. *amphioxys*, *Meridion circulare*, *Cymbella Stuxbergii*, *Prasiola fluviatilis*. В более мощных и соответственно холодных реках, а также в расположенных у границы с субальпийским поясом ручьях в летний период еще сохраняются в составе доминантов *Synedra Vaucheriae*, а среди субдоминантов *Cymbella Stuxbergii* и *Prasiola fluviatilis*. В менее мощных водотоках этой подгруппы указанные виды в перифитоне практически не развиваются. Общими доминантами в перифитоне рек альпийского и субальпийского поясов и рек лесного пояса, не связанных с озерами, являются *Diatoma hiemale* var. *mesodon*, *Synedra Goulardii*, *Ceratoneis arcus*, *Didymosphenia geminata*, *Cymbella affinis*, *C. delicatula*, *C. helvetica*, *C.*

hebridica, *C. microcephala* и указанные выше виды родов *Ulothrix*, *Sphaeronostoc*, *Phormidium*, *Hydrurus*, которые в зависимости от высотного расположения водотоков имеют разную продолжительность активной вегетации в течение года. С падением абсолютной высоты период вегетации некоторых из указанных видов сокращается и уже в горном лесном поясе такие криофильные виды, как *Diatoma hiemale* var. *mesodon*, *Ceratoneis arcus*, *Hydrurus foetidus* развиваются в перифитоне только в зимне-весенний период.

В перифитоне рек, вытекающих из озер, из состава доминантов выпадают *Ceratoneis arcus*, *Diatoma hiemale* var. *mesodon*, *Synedra Goulardii*, *Hydrurus foetidus*, а в высокотрофных ручьях у нижней границы лесного пояса эти виды практически не развиваются. Здесь также не обнаруживается такой характерный для перифитона горных водотоков вид, как *Didymosphenia geminata*. Только в этих водотоках обильно развиваются в перифитоне представители диатомовых водорослей из родов *Amphipleura*, *Rhopalodia*, *Epithemia*, *Eunotia*, *Synedra*, *Melosira* *A. pelucida*, *Rh. gibba*, *Ep. zebra* var. *saxonica*, *Ep. sorax*, *E. arcus*, *M. arenaria*, *S. acus*, *S. capitata*, *S. ulna*, var. *biceps*

и другие, распространенные, как правило, в горных и северных водоемах, но тяготеющие к дистрофным условиям, к участкам со скоплением растительного детрита или являющихся планктонными формами. Для всех водотоков горного лесного пояса в целом характерно разнообразное и обильное развитие в перифитоне диатомовых водорослей из родов *Achnanthes*, *Cymbella*, *Fragilaria*, большинство из которых являются горными и бореальными формами, а также более высокое по сравнению с альпийскими потоками таксономическое разнообразие в родах *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia*. Однако лишь единичные представители этих трех родов (*G.intricatum*, *G.olivaceum*, *N.radiosa*, *N.gracilis*, *Nitz.denticula*), распространение которых ограничивается в основном чистыми и слабо загрязненными водотоками, входят в состав доминантов подгруппы I.2. Для перифитона водотоков лесного пояса также характерно развитие горных видов синезеленых водорослей из родов *Tolypothrix*, *Calothrix*, *Rivularia* и обильное развитие летом, особенно в хорошо прогреваемых водотоках, нитчатых зеленых водорослей из родов *Zygnema*, *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Draparnaldia*.

Видовой состав и таксономическая структура перифитона во 2-й группе водотоков в целом имеет много общего с водотоками подгруппы I.2, особенно с реками лесной зоны, не связанными питанием с озерами. Основные различия проявляются в составе доминантного комплекса, который пополняется за счет новых галофильных и широко распространенных видов водорослей — *Melosira varians*, *Diatoma vulgare* var. *productum*, *Synedra ulna*, *Cyclotella comta*, *C.Meneghiniana*, *Navicula cryptocephala* var. *veneta*, *Surirella ovata*, *Stigeoclonium* и другие.

В 3-й и 4-й группах водотоков из состава перифитона постепенно выпадают североальпийские и горные формы. Они замещаются обычными широко распространенными и солоноватоводными видами. От 3-й к 4-й группе водотоков снижается общее разнообразие и число доминантов в родах *Achnanthes*, *Cymbella*, но повышается разнообразие в родах *Navicula*, *Nitzschia*, в которых многие виды являются доминантами.

В 3-й группе водотоков наиболее характерными доминантами в перифитоне являются *Melosira varians*, *Cyclotella Meneghiniana*, *Diatoma elongatum* var. *tenuis*, *D.vulgare* var. *productum*, *Synedra ulna*, *S.ulna* var. *amphirhynchus*, *Cocconeis pediculus*, *C.placentula* var. *euglypta*, *Achnanthes minutissima*, *Navicula gracilis*, *N.cryptocephala* var. *veneta*, *N.cryptocephala* var. *intermedia*, *N.rhynchocephala* var. *omica*, *N.viridula*, *Cymbella affinis*, *Gomphonema olivaceum*, *G.parvulum*, *G.angustatum* var. *productum*, *Nitzschia dissipata*, *Surirella ovata*, *Phormidium ambiguum*, *Lyngbya* sp., *Chlamidomonas* sp., *Scenedesmus acuminatus*, *S.obliquus*, *Cladophora glomerata*, виды родов *Stigeoclonium*,

Spirogyra и другие. Консументы и редуценты в перифитоне водотоков 3-й группы обнаруживаются в основном с низкими оценками обилия. Однако отдельные виды животных организмов из хирономид, нематод, коловраток, амёб, инфузорий в некоторых летних пробах могут быть в числе доминантов, что особенно характерно для перифитона водотоков подгруппы 3.2.

В подгруппе 4.1 водотоков характерными доминантными видами перифитона являются водоросли *Diatoma vulgare* var. *productum*, *Synedra ulna*, *Cocconeis pediculus*, *Rhoicosphenia curvata*, *Navicula cryptocephala*, *N. mutica*, *N. viridula*, *Gomphonema parvulum*, *Nitzschia palea*, а также виды родов *Stigeoclonium*, *Cladophora*, *Oedogonium*, *Spirogyra*, *Chantrelia*, *Compsopogon*. Довольно постоянно среди доминантов встречаются животные организмы — из инфузорий *Chilodonella uncinata*, из амёб *Amoeba proteus*, из коловраток *Rotaria macroceros*, нематоды, а также кокковидные и зооглейные скопления бактерий и нитчатая бактерия *Sphaerotilus dichotomus*.

В перифитоне водотоков подгрупп 4.2 и 4.3 в основном сохраняется этот комплекс доминантов, но к нему добавляются различные солонатоводные и эврибионтные виды водорослей — *Stephanodiscus astraea*, *Coscinodiscus lacustris*, *Synedra tabulata* var. *fasciculata*, *Navicula apicula*, *Caloneis amphisbaena*, *Gyrosigma acuminatum*, *G. attenuatum*, *Nitzschia amphibia*, *N. filiformis*, *N. obtusa*, *N. obtusa* var. *scalpelliformis*, *N. apiculata*, *N. Clausii*, *Bacillaria paradoxa*, *Amphiproora paludosa*, *Enteromorpha intestinalis*, *Thorea ramosissima*.

В перифитоне водотоков 5-й группы таксономическая структура продуцентов упрощается, что особенно характерно для подгруппы 5.5. Из продуцентов периодически доминантами являются лишь отдельные устойчивые к загрязнению водоросли — *Navicula mutica*, *N. cryptocephala*, *N. atomus*, *Nitzschia palea*, *N. hungarica*, *Gomphonema parvulum*, *Stigeoclonium tenue*, виды рода *Oscillatoria*. Таксономический состав перифитона в этих водотоках определяют в основном гетеротрофные организмы: из группы консументов — бесцветные жгутиковые родов *Bodo*, *Peranema*, амёбы (*Pelomixa palustris*, *Amoeba limax*, *Arcella vulgaris*), инфузории (*Chilodonella uncinata*, *Ch. algivora*, *Ch. cucullulus*, *Colpidium colpoda*, *Glaucoma scintillans*, *Litonotus* sp., *Paramecium caudatum*, *P. putrinum*, *Tetrahinema pyriformis*, *Aspidisca costata*, *Oxytricha pellionella*, *Epistylis plicatilis*, *Vorticella* sp. и др.), коловратки (*Rotaria macroceros*, *R. neptunia*), нематоды; из редуцентов — зооглейные, нитчатые, кокковидные, палочковидные, спиралевидные и другие формы бактерий.

Основу перифитонных сообществ в подгруппе 6.1 водотоков составляют редуценты, в основном нитчатые и зооглейные бактерии — *Sphaerotilus natans*, *S. dichotomus*, *Beggiatoa alba*, *Zoogloea* sp., *Z. ra-*

nigera, Z. uva. В них в большом количестве развиваются палочковидные и извитые формы бактерий, бесцветные жгутиковые, прикрепленные и свободноплавающие инфузории, уже упомянутые для 5-й группы водотоков.

В подгруппе 6.2 водотоков перифитонные сообщества не развиваются. В налетах на подводных предметах обнаруживаются единичные бактериальные организмы и бесцветные жгутиковые, цисты простейших, пустые створки диатомовых водорослей.

Структурно-функциональная характеристика перифитона в выделенных группах водотоков

В экологическом ряду водотоков от I-й к 6-й группе происходит изменение в перифитонных сообществах абсолютного количества фотоавтотрофных и гетеротрофных организмов. Рассчитанные по летним данным значения индекса Хорасавы дали следующую картину: в перифитоне водотоков подгруппы I.1 гетеротрофные организмы составляют в процентах по разнообразию (число видов) 0-3 и по обилию (сумма баллов обилия - $\sum h$) 0-1,8; в подгруппе I.2 - соответственно 0-16 и 0-17; в подгруппе 2.1 - 0-16 и 0-7; в подгруппе 2.2 - 6-19 и 7-16; в подгруппе 3.1 - 18-20 и 10-17; в подгруппе 3.2 - 11-28 и 7-25; в подгруппе 4.1 - 25-35 и 23-29; в подгруппе 4.2 - 27-32 и 23-26; в подгруппе 4.3 - 18-20 и 8-16; в подгруппе 5.1 - 66-81 и 70-85; в подгруппе 5.2 - 34-46 и 47-60; в подгруппе 5.3 - 62-70 и 59-67; в подгруппе 5.4 - 70-88 и 71-81; в подгруппе 5.5 - 78-91 и 88-95; в подгруппе 6.1 - 100 и 100. Приведенные данные представляют собой закономерно возрастающий числовой ряд, в котором положение чистых и слабо загрязненных водотоков ограничивается верхним пределом в 19%, умеренно загрязненных - 28%, загрязненных (за исключением подгруппы 4.3) - 35%, грязных, в зависимости от подгруппы - 60-95%. Очень грязные водотоки замыкают числовой ряд с оценкой 100%.

Значения индексов ОР и ООБ от I-й к 6-й группе водотоков закономерно снижаются, принимая для очень грязных водотоков подгруппы 6.1 нулевые значения (табл. 3).

Таким образом, в экологическом ряду водотоков от I-й к 6-й группе с увеличением общего уровня загрязнения происходит не только катастрофическая смена видового состава, но также изменяется характер метаболизма биоценозов перифитона от фотоавтотрофного типа к гетеротрофному.

Средние значения индексов ОР (числитель)
и ООБ (знаменатель) для различных групп
водотоков в летний период (июнь-август)

Группа	Подгруппа	ОР/ООБ	Группа	Подгруппа	ОР/ООБ
I	<u>I.1</u>	18,0/58,0	5	<u>5.1</u>	0,34/0,27
	I.2	18,0/26,0		5.2	1,50/0,89
2	2.1-2.2	15,0/23,0		<u>5.3</u>	0,52/0,58
3	3.1-3.2	4,8/6,2		5,4	0,30/0,22
4	4.1-4.3	3,5/5,4		<u>5.5</u>	0,14/0,07
			6	6.1	0/0

Временная структура перифитона в выделенных группах водотоков

В зависимости от принадлежности пунктов и участков рек к той или иной группе или подгруппе водотоков временная структура перифитонных сообществ в них может быть более простой или более сложной и включать различное число биологических фаз, последовательно сменяющих друг друга в процессе сезонной сукцессии. Последнее зависит, с одной стороны, от высоты расположения водотоков, общей ландшафтной обстановки на водосборе, характера питания водотоков, а с другой — от антропогенных факторов, среди которых наиболее существенное влияние на ход сезонной сукцессии оказывают зарегулированность поверхностного стока и антропогенное загрязнение речных экосистем.

Среди фоновых водотоков наиболее простая временная структура характерна для перифитона олиготрофных холодных высокогорных потоков альпийской и субальпийской зон (подгруппа I.1) с низкой летней прогреваемостью и низкой амплитудой годовых и суточных колебаний температуры воды. В водотоках этого типа перифитонные сообщества развиты сравнительно слабо в течение всего года. Их таксономическая и функциональная структуры не претерпевают сколько-нибудь существенных изменений в течение вегетационного периода. В биоценозах перифитона в течение годового цикла практически постоянно сохраняется определенный доминантный комплекс из северо-альпийских, криофильных видов диатомовых водорослей родов *Diatoma*, *Cymbella*, *Ceratoneis*, *Synedra*, *Didymosphenia*, золотистой водоросли *Hydrurus foetidus*, зеленой водоросли *Prasiola fluviatilis*. Гете-

ротрофные организмы из групп консументов и редуцентов практически не развиваются и индекс Хорасавы имеет в основном нулевые значения.

В расположенных ниже участках горных водотоков лесной зоны (подгруппа I.2) увеличиваются летний прогрев водной массы и амплитуда годовых и суточных колебаний ее температуры. Значительное повышение температуры воды в течение вегетационного периода, наряду с увеличением поступления биогенных соединений и дополнительного количества аллохтонного органического материала с облесенных склонов, обуславливают в водотоках лесного пояса более высокий уровень трофности их экосистем и более обильное развитие сообществ перифитона в летне-осенний период по сравнению с альпийскими потоками. Причем в зависимости от гидрологического режима характер изменения уровня трофности и степени развития перифитона в течение годового цикла в разных водотоках подгруппы I.2 имеет свои особенности.

Водотоки с сравнительно стабильным гидрологическим режимом, питающиеся из поверхностного горизонта озер, характеризуются сравнительно высоким уровнем трофности, обильным развитием перифитона в течение всего вегетационного периода и его довольно постоянным видовым составом. Сезонная сукцессия перифитона проявляется в таких водотоках в несколько более обильном развитии в весенний период некоторых северо-альпийских видов (*Diatoma hiemale* var. *mesodon*, *Eucosconeis flexella*), зимне-весенних форм (*Cymbella cistula*, *Diatoma elongatum* var. *tenuis*) и в обильном летнем развитии зеленых нитчатых водорослей из родов *Zygnema*, *Spirogira*, *Oedogonium*, *Mougeotia* . В летне-осенний период также более обильно и разнообразно, по сравнению с весной, развиваются виды родов *Achnanthes* , *Cymbella*, *Diatoma*, *Eunotia*, *Fragilaria*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Synedra*.

В небольших высокогорных ручьях лесного пояса гидрологический и температурный режимы существенно изменяются в течение годового цикла, что определяет в них довольно сложную временную структуру перифитонных сообществ. Она включает в себя пять биологических фаз: первая фаза (декабрь, январь-март) характеризуется слабым развитием перифитона в промерзших ручьях; вторая фаза (апрель-май) — период весенней вспышки развития перифитона; третья фаза (июнь) — период повышенной мутности воды и частичного угнетения развития перифитона; четвертая фаза (июль-сентябрь) — разгар летней вегетации, характеризуемый повышенной температурой воды, выпадением из состава перифитона зимне-весенних форм водорослей (*Diatoma elongatum* var. *tenuis*, *Cymbella cistula* и др.), обильным развитием нитчатых зеленых водорослей (особенно рода *Spirogira*), появлением в перифитоне десмидиевых и протококковых водорослей из родов *Cosmarium*, *Scenedesmus*, активизацией гетеротрофных процессов; пятая фаза

(октябрь–ноябрь) – период затухания биологических процессов и отмирания зеленых нитчатых водорослей.

Среди фоновых водотоков наиболее сложная временная структура перифитонных сообществ характерна для рек лесного пояса (подгруппа I.2), а в антропогенной зоне для слабо загрязненных рек предгорного пояса (подгруппы 2.1 и 2.2), являющих собой пример очень динамичных систем, многочисленные гидрологические и физико–химические параметры которых существенно изменяются в течение годового цикла.

Для этого типа водотоков можно выделить шесть основных биологических фаз, составляющих годовой цикл развития перифитонных сообществ. В подгруппе I.2 водотоков первая фаза приходится на декабрь и январь–март. Этот холодный период характеризуется умеренным или слабым развитием перифитона. Доминируют северо–альпийские виды и зимние формы широко распространенных диатомовых водорослей из родов *Diatoma*, *Cymbella*, *Ceratoneis*, *Synedra*, *Achnanthes*, а также золотистая водоросль *Hydrurus foetidus*. Вторая фаза (апрель–май) – паводковый период, характеризуемый повышенной мутностью воды и угнетением развития перифитона. Третья фаза (июнь) – переходный период, когда наблюдается активизация развития перифитона после стресса, вызванного половодьем, и заметным повышением прогрева воды в реках. Из состава доминантов выпадают северо–альпийские виды – *Ceratoneis arcus*, *Diatoma hiemale* var. *mesodon*, более обильно и разнообразно развиваются диатомовые водоросли из родов *Cymbella*, *Gomphonema*, *Fragilaria*, из зеленых водорослей – род *Ulothrix*.

Четвертая фаза (июль) – период максимальных значений летней температуры воды и амплитуды ее суточных колебаний, снижения расхода воды в реках, выпадения из состава перифитона криофильных видов водорослей (*Hydrurus foetidus*, *Ulothrix zonata*, *Diatoma elongatum* var. *tenuis*), более обильного и разнообразного развития диатомовых водорослей из родов *Synedra*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Nauicula*, *Nitzschia*, *Amphipleura*, *Rhopalodia*, зеленых нитчатых водорослей из родов *Spirogyra*, *Stigeoclonium*, синезеленых водорослей из родов *Phormidium*, *Calothrix*.

Пятая фаза (август–сентябрь) – период максимально обильного развития биопленок обрастаний и нитчатых зеленых водорослей, активизации гетеротрофных процессов в перифитоне и ярко выраженного дрейфа перифитонных водорослей. Доминантный комплекс организмов существенно не изменяется, но в составе субдоминантов развиваются десмидиевые и протококковые водоросли из родов *Cosmarium*, *Scenedesmus*.

Шестая фаза (октябрь–ноябрь) – переходный период, при котором сохраняются многие черты предыдущей летней фазы, но появляются но-

вые доминанты и субдоминанты, характерные для холодного периода года. Происходит постепенное отмирание зеленых нитчатых водорослей. Более подробно временная структура перифитона для этого типа водотоков и методика выделения биологических фаз рассмотрена нами ранее в работе /1/.

Водотоки 2-й группы, являясь фактически продолжением водотоков горного лесного пояса, сохраняют их основные гидрологические черты и сходный характер сезонной сукцессии перифитонных сообществ. Так же, как и для водотоков горного лесного пояса, для перифитона 2-й группы водотоков характерно снижение обилия и разнообразия организмов в весенний паводковый период, вплоть до их полного отсутствия в отдельные годы. Затем происходит постепенное увеличение их обилия и разнообразия в течение лета с пиком развития в меженный летне-осенний период и с ярко выраженным явлением дрифта перифитонных водорослей. В этот период значение диатомовых водорослей в перифитоне несколько снижается, более обильно развиваются зеленые нитчатые водоросли, повышается обилие и разнообразие видов в родах *Cymbella*, *Gomphonema*, *Fragilaria*, *Cocconeis*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Cosmarium*, *Scenedesmus*, *Synedra*, активизируются гетеротрофные процессы в перифитоне, указывающие на повышение уровня трофности экосистем этих водотоков. Все это говорит о том, что временная структура перифитона водотоков 2-й группы в общей своей динамике идентична таковой для горных водотоков лесного пояса (подгруппа I.2). Она включает шесть различных по продолжительности, по составу и структуре организмов биологических фаз, закономерно сменяющих друг друга в течение годового цикла. Однако сами биологические характеристики каждой фазы, судя по набору доминантов, и их продолжительность для перифитона сравниваемых групп водотоков во многом индивидуальны.

В перифитоне водотоков 2-й группы в составе доминантов и субдоминантов каждой биологической фазы более обильно и разнообразно представлены (по сравнению с подгруппой I.2) широко распространенные виды водорослей и снижена роль северо-альпийских форм. Кроме того, для водотоков 2-й группы ввиду их более низкого расположения над уровнем моря и соответственно более длительного периода положительных температур воздуха фаза половодья чаще начинается в марте и паводок может захватывать март-май, а разгар вегетации — продолжаться вплоть до октября и захватывать август-октябрь.

Анализ сезонной сукцессии перифитона в горных водотоках лесного (подгруппа I.2) и предгорного (2-я группа) поясов позволяет выделить для них восемь наиболее общих и характерных элементов временной структуры перифитонных сообществ (табл. 4).

Эти элементы, отражающие основные ключевые моменты, или направления, в годовом цикле развития перифитонных сообществ, тесно

Реперные элементы временной структуры
перифитона водотоков подгрупп I.2 - 2.2

Номер ре- перного элемента	Характеристика
I	Отсутствие постоянных крупных комплексов доминантных и субдоминантных видов, развивающихся в перифитоне в течение всего годового цикла
2	Постоянное доминирование в перифитоне диатомовых водорослей, роль которых снижается в меженный летне-осенний период
3	Слабое развитие перифитона в зимне-весенний период, вплоть до полного его отсутствия во время весеннего паводка
4	Постепенное увеличение общих показателей обилия и разнообразия организмов перифитона в летний период с пиком развития в августе-октябре
5	Постепенное выпадение из состава перифитона от зимы к лету и осени северс-альпийских, криофильных и горных видов водорослей и замещение их широко распространенными видами
6	Более разнообразное и обильное развитие в перифитоне в летне-осенний период, по сравнению с другими сезонами, диатомовых водорослей из родов <i>Gomphonema</i> , <i>Fragilaria</i> , <i>Synedra</i> , <i>Cymbella</i> , <i>Cocconeis</i> , <i>Navicula</i> , <i>Nitzschia</i> , зеленых нитчатых, десмидиевых и протококковых водорослей
7	Слабое развитие в перифитоне (или отсутствие) в течение года гетеротрофных организмов и незначительное увеличение их обилия и разнообразия в меженный летне-осенний период
8	Сравнительно сложная временная структура сообществ перифитона, в годовом цикле развития которых выделяются 5-6 биологических фаз, закономерно сменяющих друг друга в процессе сезонной сукцессии

связаны с изменением климатических, гидрологических и физико-химических факторов и характеризуют природную динамику биологических процессов в биоценозах перифитона. Таким образом, из можно рассмат-

ривать в качестве наиболее интегральных и типовых характеристик или реперов естественного состояния речных экосистем обследованного региона.

Было установлено, что с увеличением антропогенной нагрузки на экосистемы водотоков от 3-й к 6-й группе число нарушенных реперов временной структуры также увеличивается, что свидетельствует о различных по глубине изменениях их экологических систем под влиянием антропогенных факторов.

Зарегулированность поверхностного стока водотоков антропогенной зоны сглаживает протекание в них весеннего половодья и поэтому в большинстве водотоков 3-6-й групп паводок не имеет столь катастрофических для перифитонных сообществ последствий, как это обычно характерно для водотоков в их естественном состоянии. Умеренное или обильное весеннее развитие перифитона имеет место и в некоторых фоновых водотоках. Однако это связано, как правило, с особенностями их ландшафтного положения и характера питания (мелководность, чередование перекатов и заводей, задерживаемость облесенных склонов в горных лесных ручьях, питание из озер, выполняющих роль своеобразных отстойников и стабилизаторов гидрологического режима). Искусственное зарегулирование поверхностного стока вызывает аналогичный эффект. Поэтому нарушение временной структуры перифитона по реперному элементу 3 свидетельствует в одном случае о естественной стабилизации гидрологического режима, а в другом — об искусственной зарегулированности стока.

Наиболее существенное влияние на временную структуру перифитонных сообществ оказывает антропогенное загрязнение речных экосистем.

Умеренное загрязнение водотоков 3-й группы поддерживает повышенный уровень трофности их экосистем в течение всего года. В сочетании с зарегулированностью стока этот фактор обуславливает более сглаженный ход сезонной сукцессии перифитонных сообществ. В течение годового цикла в перифитоне сохраняется довольно постоянный комплекс доминантных и субдоминантных видов (нарушение реперного элемента 1). Отсюда и более простая временная структура перифитона, в которой хорошо выделяются только два периода, соответствующие холодному и теплему сезонам года (нарушение реперного элемента 8). Из восьми реперных элементов временной структуры перифитона в 3-й группе водотоков она нарушается по 1, 3 и 8-му элементам.

Экосистемы водотоков 4-й и 5-й групп находятся под влиянием комплекса постоянно меняющихся антропогенных факторов, среди которых наиболее сильный биологический эффект оказывает загрязняющий фактор. В каждом конкретном случае влияние его на речные экосистемы в течение года проявляется по-разному и связано с режимом сброса

сточных вод. При стабильном уровне загрязнения в перифитонных сообществах сохраняется более или менее постоянный в течение годового цикла комплекс доминантных и субдоминантных видов, соответствующий определенному уровню загрязнения. Периодические сбросы сточных вод формируют в перифитонных сообществах в течение годового цикла различные комплексы организмов, состав и структура которых практически не зависят от сезона года.

В 4-й группе водотоков нарушение временной структуры перифитона обычно происходит по I, 3, 5, 7 и 8-му реперным элементам. В 5-й и 6-й группах водотоков нарушены все восемь реперных элементов временной структуры, что свидетельствует о полном нарушении природных биологических циклов в перифитонных сообществах под влиянием антропогенного загрязнения.

Заключение

Проведенная на ландшафтно-типологической основе и учитывающая антропогенную нагрузку предварительная классификация водных экосистем позволила выявить существенные различия в гидробиологическом режиме между выделенными группами водотоков и представить их в виде последовательного ряда экосистем, в котором хорошо прослеживаются основные направления изменения перифитонных сообществ под влиянием природных и антропогенных факторов.

Обследованные реки имеют горный тип питания и от истоков к устью проходят ряд высотных поясов — альпийский, субальпийский, горный лесной, предгорный и равнинный (степной) пояса. Значительное падение высоты в пределах горной зоны создает градиент экологических условий (постепенное увеличение амплитуды сезонных и суточных колебаний температуры воды в летнее время, увеличение среднесуточных летних значений температуры воды, некоторое увеличение ее минерализации и повышение средних концентраций биогенных элементов, увеличение поступления аллохтонного органического вещества с листовым опадом и продуктами почвенной эрозии), что закономерно стимулирует более обильное развитие водной биоты в вегетационный период и повышение уровня трофности нижерасположенных участков горных рек.

Соответственно изменяется состав доминантов и субдоминантов в перифитонных сообществах. Тем не менее в целом качество воды по химическому составу остается высоким и общие типовые признаки таксономической и функциональной структуры перифитонных сообществ в реках горной зоны сохраняются. Это прежде всего абсолютное доминирование в перифитоне продуцентов и особенно диатомовых водорослей, обильное и разнообразное развитие горных и североальпийских

форм водорослей из родов *Achnanthes*, *Cymbella*, *Diatoma*, *Ceratoneis*, *Didymosphenia* и др., слабое развитие родов *Navicula*, *Nitzschia*.

Явные источники загрязнения водотоков I-й группы в горной зоне отсутствуют, и все изменения физико-химических показателей воды, состава и структуры перифитона имеют естественную природу, обусловленную особенностями орографии и общей ландшафтной обстановкой на водосборе.

В предгорном и равнинном поясах высота расположения водотоков над уровнем моря меняется незначительно и в целом не оказывает существенного влияния на качество воды и протекание в них биологических процессов. Находясь в антропогенной зоне, разные участки водотоков предгорий и равнин в различной мере испытывают нагрузку загрязнением, как правило, адекватную степени урбанизации территории, по которой они протекают. От 3-й к 6-й группе водотоков с повышением общего уровня загрязнения изменяется весь комплекс визуальных, физико-химических и биологических параметров. На фоне повышения общего уровня загрязнения в указанном ряду экосистем увеличивается минерализация воды, концентрация биогенных элементов, значения ХПК, свидетельствующие о повышении обеспеченности водных биоценозов важнейшими жизненными ресурсами. В результате изменяется таксономическая и функциональная структура перифитонных сообществ: исчезают североальпийские и горные формы водорослей, которые замещаются широко распространенными и солоноватоводными видами; постепенно в доминантном комплексе все более заметно повышается роль организмов из групп консументов и редуцентов, что свидетельствует об активизации гетеротрофных процессов в общем метаболизме перифитонных сообществ и повышенной нагрузке речных экосистем органическим загрязнением.

В сильно загрязненных водотоках 5-6-й групп происходит полная деградация природных перифитонных сообществ, которые состоят практически из одних редуцентов и консументов, и общий метаболизм этих биоценозов направлен на утилизацию и минерализацию избыточного аллохтонного вещества.

В условиях сильного токсического стресса происходит угнетение всех функциональных групп организмов перифитона.

В водотоках 3-6-й групп происходит также изменение временной структуры перифитонных сообществ, свидетельствующее в зависимости от числа нарушенных реперных элементов временной структуры о различных по глубине перестройках природных биологических циклов в биоценозах перифитона под влиянием антропогенных факторов.

Таким образом, каждую группу или подгруппу можно рассматривать как определенный условный санитарно-экологический тип водотока, характеризуемый комплексом взаимосвязанных абиотических и био-

тических показателей, которые зависят от ландшафтного расположения водотоков и от комплекса воздействующих на них антропогенных факторов. Причем при изменении характера последних (зарегулированности стока или вида загрязнения), их стабильности (постоянные или периодические поступления сточных вод) и мощности, сезонных колебаний геофизической среды различные участки водотоков могут переходить в ту или иную группу (подгруппу), т.е. изменять свой санитарно-экологический тип. Следовательно, такие данные, полученные нами при комплексном анализе состава и структуры перифитонных сообществ для различных типов водотоков, можно рассматривать как основу для прогноза и управления вызванных антропогенными причинами изменений речных экосистем обследованного региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумов В. А., Тальских В. Н. Временная структура перифитонных сообществ фоновых экосистем. — В кн.: Проблемы фонового мониторинга состояния природной среды. Л., Гидрометеиздат. — 1987. — Вып. 5. — С. 97-101.
2. Долгов Г. И. Биологические исследования водоемов. — В кн.: Гидробиологические основы самоочищения вод. — Л.: Изд-во Зоологич. ин-та АН СССР. — 1976. — С. 112-123.
3. Протасов А. А. Исследование пресноводного перифитона в Советском Союзе // Гидробиологический журн., — 1984. — Т. 20. — № 4. — С. 3-16.
4. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений /Под ред. В. А. Абакумова. — Л.: Гидрометеиздат. — 1983. — 240 с.
5. Тальских В. Н., Нишанходжаева С. А. Использование индексов "относительного обилия" и "относительного разнообразия" при санитарно-гидробиологических исследованиях водотоков. — В кн.: Вопросы методологии гидрохимических исследований в условиях антропогенного влияния. Л., Гидрометеиздат. — 1978. — С. 183-184.
6. Унифицированные методы исследования качества вод. Методы биологического анализа вод. — М.: СЭВ. — 1976. — Ч. 4. — 186 с.
7. Ногасава J. Zool. mag. — Токио. — 54. — I (Цит. по А. В. Макрушину. Биологический анализ качества вод. — Л.: ЗИН АН СССР. — 1974. — 60 с.).

САНИТАРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОТОКОВ
БАССЕЙНА р. СЫРДАРЬИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ПЕРИФИТОНА

Создание оценок экологического состояния водных объектов является одной из главных методологических проблем гидробиологического мониторинга на современном этапе. Для решения долговременных задач, к которым относится и режимный мониторинг, предпочтительны оценки, основанные на анализе гидробиологических показателей в комплексе с гидрохимическими. Такой подход соответствует стратегии экологического мониторинга, так как позволяет учитывать как биотическую, так и абиотическую составляющие /3/.

Последние зависят от природных факторов (географического и ландшафтного расположения водных объектов) и антропогенных (регулируемости стока и загрязненности водной массы в результате хозяйственной эксплуатации как самих водоемов, так и территорий их водосборов).

Попытка комплексной экологической классификации водотоков Среднеазиатского региона была предпринята В.А.Абакумовым и В.Н.Тальских /1/, исследовавших явления экологического и метаболического прогресса и регресса перифитонных сообществ в 16 экспериментальных водотоках, различающихся по уровню и характеру загрязнения и разбитых авторами на шесть групп с соответствующими подгруппами. Авторы рассматривали загрязнение, которому подвергались экспериментальные водотоки, как фактор, одновременно обеспечивающий биоценоз перифитона важнейшими жизненными ресурсами в виде биогенных минеральных и органических веществ. С помощью среднемноголетних гидрохимических и гидробиологических характеристик показаны основные направления изменений некоторых статических показателей обилия и общего числа видов организмов перифитона для всего биоценоза и отдельных функциональных групп, индексов сапробности (ИС), индексов относительного обилия (ООБ) и относительного разнообразия (ОР) продуцентов. Анализ биологической информации и опытов по дыханию обрастаний показал, что на изменение антропогенной нагрузки загрязнением биоценозы перифитона реагируют изменением интенсивности и характера своего метаболизма. Умеренное обогащение водных экосистем минеральными биогенными и органическими соединениями активизирует метаболизм перифитонных сообществ, вызывая метаболический прогресс путем экологического прогресса. Экологический прогресс в данном случае обусловлен сначала за счет повышения общего числа видов автотрофного компонента, а затем, при возрастании нагрузки за-

грязнением, — за счет усложнения полифункциональной структуры перифитона. Последнее выражается в более обильном и разнообразном развитии не только автотрофных, но и гетеротрофных организмов. При переходе к грязным и очень грязным водотокам количество и многокомпонентность загрязняющих веществ в них многократно возрастают. В таких условиях выживают лишь немногие организмы с очень высоким уровнем метаболизма, которые дают при этом колоссальную вспышку биомассы. Обычно это бактерии и отдельные виды простейших. В данном случае метаболический прогресс связан с упрощением видовой структуры перифитона — экологическим регрессом.

При перенесении этой классификации на поверхностные природные водотоки чисто экспериментальный подход оказался уже недостаточным, так как он учитывал в основном сильные биологические эффекты, имеющие место в экосистемах антропогенной зоны. Кроме того, он не позволял систематизировать широкий спектр гидробиологических процессов в естественных "фоновых" водотоках, приуроченных в условиях региона в основном к горной местности со сложной орографией.

Первый опыт комплексной экологической классификации поверхностных водотоков Узбекистана и сопредельных территорий представлен в /4/. В основу классификации положена систематизация водотоков на ландшафтно-типологической основе с соотнесением каждого из них к определенным высотным зонам (поясам). По мере прохождения водотоками различных высотных поясов в них создается градиент экологических условий, взаимодействующий с градиентом ландшафта, что обуславливает, с одной стороны, большое биотопическое и биоценотическое разнообразие в экосистемах водотоков, а с другой стороны — строго определенное направление сукцессионных процессов.

Более детальная классификация фоновых и загрязненных водотоков региона с анализом естественных и антропогенных изменений перифитонных сообществ в них рассмотрена в материалах настоящего сборника в статье Тальских.

В практическом отношении особо ценным свойством предложенной классификации является ее динамичность, возможность использовать ее диалектически. В зависимости от сезона года или в случае резкой неожиданной смены условий абиотической среды водоток может переходить из одной группы (подгруппы) в другую, что сразу заметно по изменению состава организмов перифитона.

Таким образом, по состоянию перифитонных сообществ становится возможным охарактеризовать общую экологическую ситуацию на водотоке.

В данной работе сделана попытка с помощью показателей перифитона и концепции санитарно-экологических групп оценить современное экологическое состояние отдельных речных бассейнов Узбекистана и

$[x]$ - целая часть числа x . Повторив эту процедуру N_i раз ($N_{oi} > N_i$), получим набор э.е. для данного года. Разбиение этой совокупности э.е. на выборки засеянных и контрольных э.е. можно произвести вновь с помощью ррч z . Если $0 < [N_i z] < \rho$, где ρ - вероятность засева облака, принятая при проведении экспериментов, то облако относим к выборке засеянных, а если $1 - \rho < [N_i z] < 1$, то контрольных э.е.

Повторив эту процедуру для всех лет проведения эксперимента, получим выборки засеянных и контрольных э.е. для всего периода проведения эксперимента, которые случайным образом будут отличаться от соответствующих реальных выборок. Для этих случайных выборок обычным образом может быть найден случайный эффект воздействия. Реализуя этот процесс большое число раз ($2 \cdot 10^3$) на ЭВМ, получим распределение эффекта воздействия, обусловленного случайностью выборки, с помощью которого и может быть найден уровень значимости. В отличие от обычной процедуры рерандомизации полученное распределение эффекта воздействия будет основано на большей первоначальной выборке данных и поэтому в зависимости от свойств общей популяции облаков будет обладать большей или меньшей дисперсией по сравнению с дисперсией при обычной рерандомизации.

Изложенная выше схема позволяет оценить результаты выполненного эксперимента при фиксированном плане его проведения, т.е. фиксированных n_{si} и n_{ci} , соответствующих экспериментальным значениям. Если значения n_{si} и n_{ci} в процессе создания случайной выборки не будут равны экспериментальным значениям, то может быть определена статистическая значимость при других планах проведения эксперимента.

В табл. I приведено распределение количества засеянных и контрольных облаков по годам в течение проведения эксперимента по засеву кучево-дождевых облаков. Обращает на себя внимание неравномерность распределения: есть годы, когда отсутствуют засеянные и контрольные облака; число облаков в некоторые годы весьма мало. Это относится как к одноячейковым, так и к многоячейковым облакам. В табл. I приведены также средние количества осадков для засеянных и контрольных облаков. Следует отметить, что в отдельные годы $\bar{x}_{ci} > \bar{x}_{si}$, что приводит к отрицательному эффекту воздействия в данном году $\tilde{\delta}_i$:

$$\tilde{\delta}_i = \frac{1}{n_{si}} \sum_{l=1}^{n_{si}} x_{sl} - \frac{1}{n_{ci}} \sum_{l=1}^{n_{ci}} x_{cl} = \bar{x}_{si} - \bar{x}_{ci}. \quad (6)$$

Сумма $\tilde{\delta}_i$ за все годы не равна суммарному эффекту воздействия за весь период проведения эксперимента. Наряду с величинами $\tilde{\delta}_i$ в

табл. I приведены также величины δ_i , сумма которых равна δ_e :

$$\delta_e = \sum_{i=1}^k \delta_i. \quad (7)$$

$$\delta_i = \frac{n_{si} \bar{x}_{si}}{N_s} - \frac{n_{ci} \bar{x}_{ci}}{N_c}. \quad (8)$$

Таким образом, $\bar{\delta}_i$ характеризует эффект воздействия за данный год, а δ_i описывает вклад данного года в суммарный эффект воздействия.

Как видно из табл. I, для одноячейковых облаков вклад разных лет в суммарный эффект воздействия ($\delta_e = 0,185$ млн. т) сильно меняется от года к году. Около 50% суммарного эффекта дает только один 1977 г., а три (1977, 1979, 1985 гг.) обеспечивают 87% δ_e . Если бы в 1981 г. работы не проводились, то эффект воздействия бы возрос и составил 0,229 млн. т.

Для многоячейковых облаков $\delta_e = 0,85$ млн. т; вклады различных лет более равномерны. Максимальный вклад дает 1985 г. — 19%. Данные табл. I подтверждают необходимость применения к статистической оценке результатов вышеизложенного обобщенного подхода. Однако это встречает определенные трудности, связанные с тем, что в процессе проведения эксперимента исследовались только облака, относительно которых принимались решения о проведении воздействия, а сведения обо всех облаках, наблюдавшихся над ЭМП УкрНИГМИ и дававших осадки, отсутствуют, вследствие чего обобщенная оценка произведена быть не может.

Для того чтобы оценить, насколько сильно межгодовая изменчивость э.е. может повлиять на статистическую значимость результата эксперимента, был применен следующий искусственный прием. В течение 1961–1976 гг. на ЭМП УкрНИГМИ проводилось исследование кучево-дождевых облаков, которые впоследствии были использованы для построения уравнения регрессии, связывающего количество осадков с параметрами атмосферы. Были обработаны данные наблюдений за 84 одноячейковыми и 83 многоячейковыми облаками. Эти облака были произвольным образом распределены по 13 группам и присоединены к экспериментальным облакам, рассматривавшимся в качестве объектов воздействия, причем были произведены некоторые вариации данных наблюдений, в результате чего были получены три различных выборки, обозначенные соответственно I, 2, 3, параметры которых приведены в табл. 2, 3.

Среднее количество осадков в год в дополнительных выборках сравнимо с величинами для засеянных и контрольных облаков, иногда значительно от них отличаясь. Средние и среднеквадратические отклонения за все годы приведены в табл. 3 под соответствующими номерами.

Таблица 2

Данные о дополнительных экспериментальных единицах

Параметр	№ вари- анта	Год												
		1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Одноячейковые облака														
N		8	7	6	6	9	5	6	6	7	8	5	6	5
$\bar{Q}$	1	0,467	0,215	0,059	0,193	0,107	0,203	0,254	0,328	0,315	0,270	0,278	0,148	0,19
млн.	2	0,590	0,049	0,259	0,302	0,050	0,175	0,189	0,278	0,458	0,250	0,372	0,148	0,03
T.	3	0,590	0,185	0,286	0,360	0,254	0,202	0,254	0,322	0,458	0,270	0,463	0,148	0,22
Многоячейковые облака														
N		10	6	5	7	7	6	6	6	6	7	7	5	5
$\bar{Q}$	1	1,515	2,148	1,633	1,337	1,413	0,300	0,774	0,523	0,482	2,485	1,183	0,842	0,887
млн.	2	1,629	2,315	1,360	1,337	1,222	0,513	1,369	1,086	3,139	3,677	2,642	1,676	2,362
T	3	1,629	2,315	1,633	1,337	1,413	0,633	1,608	1,190	3,139	3,214	2,754	2,049	2,487

Параметры выборок и результаты расчетов

Вариант расчета	Одноячейковые			Многоячейковые		
	$\bar{Q}$ млн. т	σ млн. т	α	$\bar{Q}$ млн. т	σ млн. т	α
1	0,24	0,31	0,001	1,38	1,65	0,011
2	0,25	0,40	0,0015	1,88	2,00	0,015
3	0,31	0,40	0,0025	2,20	2,11	0,015
4	0,24	0,31	0,0023	1,28	1,65	0,031
5	0,35	0,39	0,013	2,22	2,08	0,023
6	0,16	0,18	0,013	1,39	1,40	0,023

ми. Пятая строка соответствует засеянным облакам; а шестая – контрольным. Первая дополнительная выборка занимает промежуточное положение между засеянными и контрольными облаками, третья близка к контрольным засеянным, а вторая близка к засеянным по величине среднеквадратического отклонения.

В табл. 3 приведены также и результаты расчетов статистической значимости с помощью обобщенного критерия. Прежде чем переходить к их обсуждению, сделаем следующие замечания. Если бы мы использовали предложенную процедуру оценки, не добавляя дополнительных облаков, то эта процедура по существу ничем бы не отличалась от процедуры обычной рерандомизации. Только теперь выборки засеянных и контрольных облаков выбираются не из объединенной выборки э.е. для всех лет, а множество э.е. для каждого года случайным образом делится на два – засеянных и контрольных в соответствии с реальным планом проведения эксперимента, а затем из этих частных подвыборок образуются общие выборки засеянных и контрольных э.е. Такое формирование случайных выборок засеянных и контрольных э.е. должно приводить к уменьшению их изменчивости (среднеквадратического отклонения). Поясним это на простом примере. Допустим, что для одного года величины э.е. значительно меньше, чем для другого. Тогда при обычном формировании случайных выборок может произойти так, что большинство э.е. окажется в выборке засеянных, а большинство малых э.е. – в выборке контрольных э.е. Это поведет к увеличению случайного эффекта воздействия. Если э.е. каждого года распределяются между наборами засеянных и контрольных э.е., такая ситуация реализоваться не может.

Если свойства облаков, наблюдавшихся над опытной площадкой и не вошедших в выборки контрольных и засеянных облаков для данного года не слишком сильно отличаются от свойств облаков, вошедших в число пригодных и рассмотренных в качестве объектов воздействия, то их

добавление не повлияет существенно на статистические свойства случайных выборок контрольных и засеянных облаков и не изменит статистическую значимость. Только если изменчивость добавленных э.е. будет сильно отличаться в сторону превышения от изменчивости э.е., рассматриваемых в качестве объектов воздействия, следует ожидать снижения статистической значимости.

Данные табл. 3 подтверждают вышесказанное: применение обобщенного критерия рерандомизации приводит к снижению уровня значимости α . Первые три строки табл. 3 соответствуют трем вариантам выборок добавляемых облаков из климатического ряда, отличающихся средними и среднеклиматическими отклонениями, приведенными в первых двух колонках. Четвертая строка соответствует расчетам, в которых число облаков, рассматриваемых в качестве объектов воздействия, отличалось от реального для каждого года и выбиралось случайным образом. Пятая и шестая строки содержат данные для реальных выборок засеянных и контрольных облаков. Данные четвертой строки показывают, что только для многоячейковых облаков варьирование плана эксперимента приводит к снижению статистической значимости.

В заключение отметим несколько выводов:

1. Анализ величины абсолютного эффекта воздействия для отдельных лет проведения эксперимента позволяет высказать предположение о том, что для достижения наиболее быстро статистически значимого результата следует проводить эксперимент так, чтобы в течение каждого года засеивалось максимально возможное число э.е. и их число равномерно распределялось по отдельным годам.

2. Применение обобщенного критерия рерандомизации, т.е. учет при статистической оценке реального плана проведения эксперимента и межгодовой изменчивости э.е., приводит к повышению статистической значимости оцениваемого результата.

3. Учет того обстоятельства, что э.е., рассматривавшиеся в качестве объектов воздействия, составляют только часть более общей выборки э.е., наблюдавшихся в течение периода проведения эксперимента, может повлиять на статистическую значимость результатов только в том случае, если свойства засеянных и контрольных облаков будут сильно отличаться от свойств всех э.е.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К о р н и е н к о Е. Е. Результаты эксперимента по воздействию на кучево-дождевые облака с целью искусственного регулирования осадков // Тр. УкрНИИ Госкомгидромета СССР. - 1982. - Вып. 187. - С. 3-29.
2. К о р н и е н к о Е. Е. и др. Оценка эффекта воздействия на кучево-дождевые облака с целью искусственного увеличения осадков /

И.Б.ВАЙСБЛАТ, С.А.ПЕТРОВА,
 А.Н.СУХИНСКИЙ

К ВОПРОСУ О ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА
 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОСАДКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ЗАСЕВЕ ОБЛАКОВ
 В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА

Количество дополнительных осадков за полусутки (ΔR_i) по [2]
 определяется по формуле

$$\Delta R_i = \bar{R} - \bar{R}_\phi. \quad (1)$$

где $\bar{R}$ - среднее количество осадков за полусутки в зоне усиления;
 $\bar{R}_\phi = \frac{\bar{R}_1 + \bar{R}_2}{2}$ - среднее количество естественных осадков за этот же
 период в этой зоне; $\bar{R}_1$ и $\bar{R}_2$ - среднее количество осадков на
 контрольных территориях слева и справа от зоны усиленных осадков
 соответственно.

Если среднеквадратическая погрешность определения $\bar{R}$ состав-
 ляет $\sigma(\bar{R})$, а $\bar{R}_\phi - \sigma(\bar{R}_\phi)$, то среднеквадратическая пог-
 решность определения количества дополнительных осадков может быть
 вычислена по формуле

$$\sigma(\Delta R_i) = \sqrt{\sigma^2(\bar{R}) + \sigma^2(\bar{R}_\phi)}. \quad (2)$$

При этом принимается, что $\sigma(\bar{R})$ и $\sigma(\bar{R}_\phi)$ между собой
 не связаны.

Преобразуя (2), найдем относительную среднеквадратическую слу-
 чайную ошибку определения количества дополнительных осадков, полу-
 ченных за полусутки ($\varepsilon_{\Delta R_i}$):

$$\varepsilon_{\Delta R_i} = \frac{1}{\theta - 1} \sqrt{(\theta \varepsilon)^2 + \varepsilon_\phi^2}. \quad (3)$$

где $\theta = \frac{\bar{R}}{\bar{R}_\phi}$, ε - относительная среднеквадратическая ошибка
 определения количества осадков в зоне усиления; ε_ϕ - относитель-
 ная среднеквадратическая ошибка определения фона естественных осад-
 ков в этой же зоне.

При отсутствии естественных осадков ($\sigma(\bar{R}_\phi) = 0$)

$$\sigma(\Delta R_i) = \sigma(R) \text{ и } \varepsilon_{\Delta R_i} = \varepsilon.$$

Из (3) видно, что для оценки $\varepsilon_{\Delta R}$ необходимо знать θ , ε и ε_{φ} . ε определяется по /I/. Для определения ε_{φ} выполнено специальное исследование. Для трех площадей (1200, 2400 и 5000 км²) и трех интервалов значений полусуточной суммы осадков (0,1-1,0; 1,1-4,0 и более 4,0 мм) по картам осадков за полусутки, в течение которых воздействия не производились, выделялась зона, на которой выпали бы дополнительные осадки при засеке облаков, и справа и слева от нее контрольные зоны. Так как для зоны 5000 км² расположить площадки с учетом схемы засеки не удавалось, то в зависимости от среднего переноса в слое земля - 3000 м площадки располагались с запада на восток или с юга на север. После получения данных о $\bar{R}$ и $\bar{R}_{\varphi}$ ошибка определения слоя естественных осадков в зоне "усиления" (ΔR) находилась по равенству

$$\Delta R = \bar{R} - \bar{R}_{\varphi}. \quad 4)$$

Вид осадков при этом не учитывался. Всего для определения ΔR использовано 47 полусуточных карт осадков. По этим данным составлена таблица значений ε_{φ} для различных площадей зоны усиленных осадков при различном их фоне.

Из таблицы видно, что величина ε_{φ} зависит от фона осадков и площади зоны. При малом фоне наибольшая погрешность определения наблюдается для больших площадей (47% для 5000 км²). С увеличением

Величина ε_{φ} (%) для различных площадей
и фона осадков

Фон осадков, мм	Площадь, км ²		
	1200	2400	5000
0,1 - 1,0	29	32	47
1,1 - 4,0	17	30	25
> 4,0	14	14	14

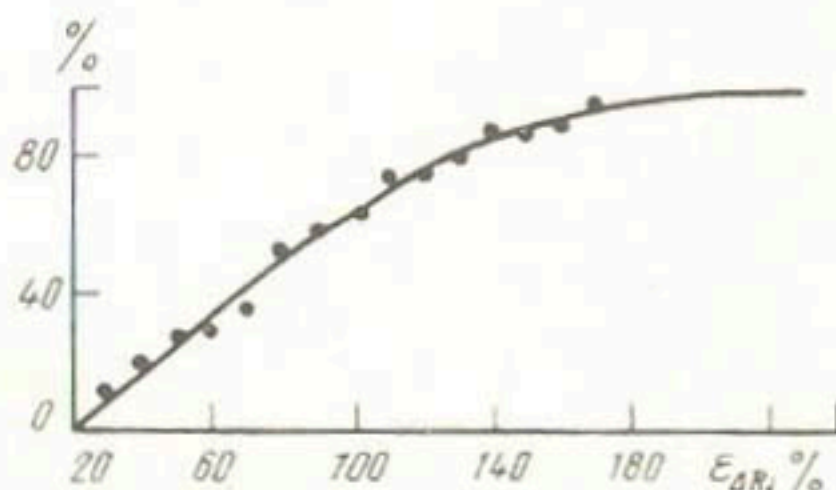
фона естественных осадков величина ε_{φ} уменьшается. Однако для малых площадей это уменьшение происходит менее быстро, чем для больших. При $\bar{R}_{\varphi}$, больших 4,0 мм, ε_{φ} одинаково для всех площадей.

Работы по увеличению количества зимних осадков на площади 5000 км² проводились в зимние сезоны 1980-1987 гг. Наиболее благоприятными для проведения работ были сезоны 1980/81 и 1986/87 гг.

По этим двум сезонам были рассчитаны $\varepsilon_{\Delta R_i}$ для всех полусуток с воздействиями (32 полусуток).

На рис. 1 представлена накопленная частота значений $\varepsilon_{\Delta R_i}$. Из рис. 1 видно, что $\varepsilon_{\Delta R_i}$ изменяется от 20 до 227%. Медиана накопленных частот значений $\varepsilon_{\Delta R_i}$ составляет 78%.

Рис. 1. Вероятность (%) значений $\varepsilon_{\Delta R_i}$, не превышающих определенную величину, по данным за зимние сезоны 1980/81 и 1986/87 гг.



Из упомянутых выше предикторов $\varepsilon_{\Delta R_i}$ наиболее значимым является θ . На рис. 2 показана связь $\varepsilon_{\Delta R_i}$ и θ для двух фонов естественных осадков. Из рисунка следует, что во многих случаях, а для $\bar{R}_\phi > 2$ мм практически для всех, ошибка определения ΔR_i настолько большая, что результаты расчетов количества допол-

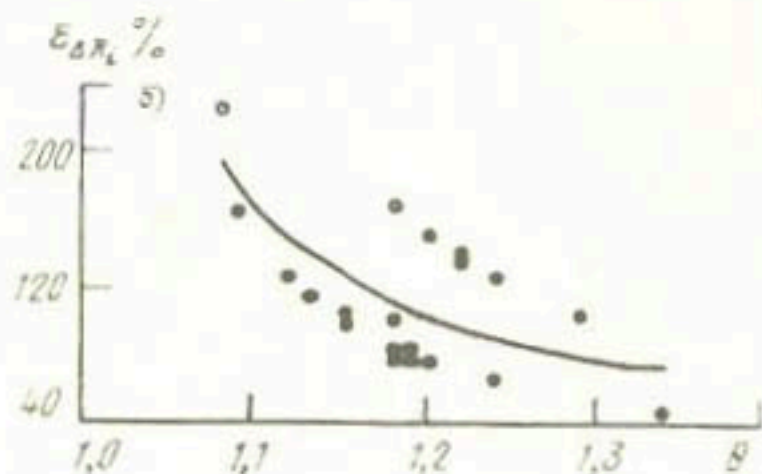
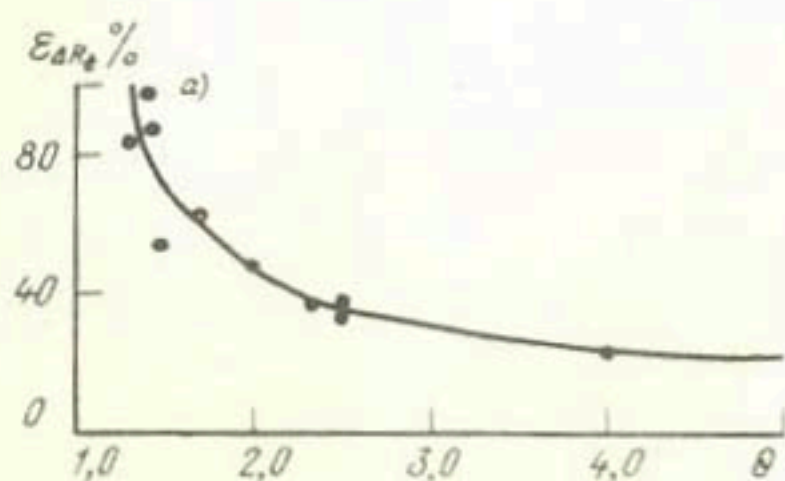


Рис. 2. Связь $\varepsilon_{\Delta R_i}$ и θ по данным за зимние сезоны 1980/81 и 1986/87 гг.:
а - $\bar{R}_\phi \leq 2$ мм, б - $\bar{R}_\phi > 2$ мм

нительных осадков, полученных за отдельные полусутки, не могут быть использованы как количественная оценка эффекта воздействий. Для увеличения надежности определения ΔR_i необходимо резко увеличить степень реализации пригодных условий за отдельные полусутки. При этом ΔR_i , $\bar{R}$ и θ возрастут, а $\varepsilon_{\Delta R_i}$ уменьшится.

Относительная среднеквадратическая ошибка определения количества дополнительных осадков за сезон ($\varepsilon_{\Delta R_{сез}}$) для площади мишени 5000 км^2 может быть оценена по формуле

$$\varepsilon_{\Delta R_{\text{ср}}} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\Delta R_i \varepsilon_{\Delta R_i} \frac{S_i}{5000} \right)^2}}{\sum_{i=1}^n \Delta R_i \frac{S_i}{5000}} \quad (5)$$

где S_i - площадь зоны усиленных осадков за отдельные полусутки, км²; n - количество полусуток, в течение которых получены дополнительные осадки.

Значения $\varepsilon_{\Delta R_i}$ для полусуток без естественных осадков находится по (1), а для полусуток с естественными осадками - по формуле (3).

С использованием (5) оценена погрешность определения количества дополнительных осадков, полученных за зимние сезоны 1980/81 и 1986/87 гг. Для обоих сезонов относительная среднеквадратическая ошибка определения количества дополнительных осадков была примерно одинакова и составила 28%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В и н о г р а д о в а А. А., П е т р о в а С. А., С у х и н - с к и й А. Н. Ошибки измерения слоя зимних осадков по данным осадкомерной сети // Тр. УкрНИИ Госкомгидромета СССР. - 1988. - Вып. 230. - С. 25-31.
2. М е т о д и ч е с к и е указания по организации и проведению работ по искусственному увеличению осадков на Украине. - М.: Гидрометеиздат. - 1986. - 32 с.

Т.Н.ЗАБОЛОЦКАЯ, В.С.КУШНИР,
Ю.С.РУДЬКО, Т.Н.ЛПИТАЛЬ,
В.И.ШЕРБА

ХАРАКТЕРИСТИКА СИНОПТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РАЙОНЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ РАБОТ ПО ИСКУССТВЕННОМУ УВЕЛИЧЕНИЮ ОСАДКОВ

При планировании и организации производственных работ по искусственному увеличению осадков одно из самых первостепенных мест занимает прогноз синоптических ситуаций, благоприятных к воздействиям. Несмотря на то что воздействия на экспериментальном метеорологическом полигоне ведутся уже более 20 лет, исследований по оценке синоптических ситуаций, благоприятных к искусственному увеличению осадков, выполнено немного /1, 2/.

В целом погодные условия степной зоны Украины (где расположен район производственных работ) определяются следующими типами синоптических процессов /3/: 1) ультраполярные вторжения, 2) северо-западные циклоны и северо-западные вторжения, 3) западные циклоны, 4) юго-западные циклоны, 5) южные циклоны, циклоническая деятельность над Черным морем.

Чаще всего на территорию Украины смещаются западные циклоны, затем северо-западные и юго-западные. Наименьшую повторяемость имеют ультраполярные вторжения и южные циклоны.

Чтобы определить, при какой ситуации наиболее благоприятные условия для воздействий, необходимо оценить повторяемость тех фронтов, облачные слои которых пригодны к засевам.

Исследования, выполненные в 1960–1963 гг. /2/, показали, что при всех вышеуказанных синоптических процессах могут наблюдаться благоприятные для воздействий условия, но с различной степенью вероятности. Так, для района производственных работ чаще всего благоприятные условия для воздействий наблюдаются при выходе южных и юго-западных циклонов, затем северо-западных и менее всего к воздействиям пригодны ультраполярные вторжения и западные циклоны.

Аналогичного типа исследования были проведены спустя почти 20 лет в зимние сезоны 1980–1982 гг. /1/. Оказалось, что в эти сезоны 75–90% фронтов, облачные системы которых были пригодны к воздействиям, связаны с выходом западных, юго-западных циклонов и с развитием циклонической деятельности над Черным морем. Как видно, между приведенными данными наблюдается некоторое различие, например в пригодности к воздействиям облачности западных циклонов, имеющих повторяемость для района работ. Очевидно, эти различия обусловлены небольшими периодами исследований: трехлетним в /2/ и двухлетним в /1/.

В настоящей статье представлены результаты анализа синоптических условий всех полетов в районе производственных работ, выполненных с 1960 по 1985 г. При этом по материалам самолетного зондирования определялись тип облачности и ее пригодность к воздействиям, а по синоптическим картам – тип и стадия развития барического образования, тип и направление смещения фронта, положение района воздействий по отношению к центру барического образования, к приземной линии фронта.

В настоящее время еще не разработаны критерии, позволяющие дистанционно определять пригодность приближающихся к району производственных работ облачных массивов. Поэтому пригодность облаков к воздействиям определялась в каждом полете непосредственно при зондировании облачности, и не всегда тот или иной облачный массив оказывался пригодным к воздействиям с целью увеличения осадков. В свя-

зи с этим все случаи с зондированием облачности были разделены на две группы: 1) случаи, когда облачные массивы пригодны к воздействиям, 2) случаи, когда по применяемому критерию (а именно, оценка толщины слоя, температурного режима, фазового состояния, высоты нижней границы) облака непригодны к воздействиям.

За 25-летний период было проанализировано 844 случая, из них 465 — когда облачность была пригодна к воздействиям, и 379 — когда облака были непригодны к засевам. Почти равное количество случаев в выделенных группах говорит о том, что сам по себе прогноз облачности и осадков не дает гарантированного ответа о пригодности облаков к воздействиям.

В табл. I представлена характеристика синоптических условий всех рассмотренных случаев. Как пригодные, так и непригодные к воздействиям облачные массивы наблюдаются при смещении на район производственных работ барических образований циклонического (циклон, циклоническая деятельность, местный циклон, ложбина циклона) и антициклонического типа. Максимум повторяемости (соответственно 73 и 68%) приходится на наличие над районом работ циклона. Различие между выделенными группами состоит в том, что облака, непригодные к воздействиям, несколько реже встречаются при циклоническом барическом поле, но чаще при антициклоническом (различия в пределах 10%).

Поскольку выделенные группы чаще всего наблюдаются при циклонах, то были рассмотрены такие характеристики, как стадия развития циклона и расположение облачных массивов по отношению к его центру.

Обычно различают три стадии развития циклона: углубления (т.е. развития), зрелости и заполнения (т.е. разрушения). Как видно из табл. I, повторяемость облачных массивов обеих групп одинакова при различных стадиях развития циклона.

Зондирование облаков и воздействие на них (табл. I) проводилось на облачность, располагающуюся в различных частях циклона (передней, центральной, тыловой). Причем пригодные к воздействиям облака чаще всего наблюдались в передней части циклона (55%), затем в тыловой (33%) и меньше всего в центральной (12%). Непригодные облака равновероятно находились как в передней, так и в тыловой частях циклона (соответственно 46 и 42%) и значительно реже в центральной (12%).

Перемещение циклонов наблюдалось в основном по четырем направлениям: с юга, юго-запада, запада и северо-запада. Другие направления смещения отмечались крайне редко (с северной или восточной составляющей 1–4%). В целом можно отметить, что облачные системы, пригодные к воздействиям, чаще всего наблюдались при смещении циклонов с северо-запада (33%) и юго-запада (23%), затем почти равновероятно с запада (21%) и юга (19%).

Непригодные облачные массивы были преимущественно обусловлены

Синоптическая характеристика (повторяемость, %) случаев с пригодной (числитель) и непригодной (знаменатель) облачностью к воздействиям

	Z_n	Z_n -дея- тельность	Местный Z_n	Ложби- на Z_n	Az	Малоградиентное барическое поле	
	73/68	6/4	4/2	3/2	5/13	9/11	
Стадия раз- вития цик- лона	Углубления		Зрелости		Заполнения		
	32/33		17/17		51/50		
Положение по отноше- нию к цент- ру циклона	Передняя часть		Центральная часть		Тыловая часть		
	55/46		12/12		33/42		
Направление смещения циклона	Ю	ЮЗ	ЮВ	СЗ	З	С	СВ
	19/20	23/31	1/1	33/21	21/27	2/-	1/-
Тип фронта	ГФ	ХФ с волнами	ФФ	ХФ	Вторич- ный ХФ	Внутримассо- вые	
	43/36	17/16	13/13	10/11	8/7	9/17	

смещением юго-западных (31%) и западных (27%) циклонов. При перемещении циклонов с юга и северо-запада в почти равной степени наблюдаются непригодные облака (соответственно 20 и 21%). Если рассматри-
вать отдельно каждое из основных направлений смещения циклонов, то можно отметить следующее: 1) при смещении циклонов с юга равновероятно встречаются пригодные и непригодные облака; 2) при смещении циклонов с юго-запада и запада непригодные облака встречаются чаще, чем пригодные (соответственно 23 и 31% и 21 и 27%); 3) при смещении северо-западных циклонов пригодные облачные системы встречались чаще, чем непригодные (33 и 21%).

В табл. I представлены также данные о повторяемости различного типа фронтов, наблюдающихся при смещении вышеуказанных циклонов.

Как пригодные, так и непригодные облачные массивы наблюдались при прохождении всех типов фронтов: теплых, холодных фронтов с волнами, фронтов окклюзии, основных и вторичных холодных фронтов. Причем при прохождении холодных фронтов с волнами, фронтов окклюзии, основных и вторичных холодных фронтов в равной степени встречаются при-

годные и непригодные облака. На теплых фронтах чаще наблюдается пригодная облачность. В табл. I представлены данные о пригодности к воздействиям внутримассовых облаков. За исследуемый период непригодные внутримассовые облака встречались примерно в два раза чаще, чем пригодные.

В табл. 2 приведены данные о распределении пригодной и непригодной облачности в зависимости от расстояния от приземной линии фронта. Прежде всего можно отметить, что на различном расстоянии от фронта наблюдается и пригодная, и непригодная к воздействиям облачность. Для теплого фронта пригодная облачность в основном (80%) сосредоточена вблизи линии фронта и перед ним, т.е. на промежутке $-100 + 200$ км. Довольно редко встречаются пригодные облака на расстояниях свыше 100 км за теплым фронтом (9% случаев) и более 200 км перед фронтом (12% случаев). Распределение непригодной к воздействиям облачности носит подобный характер, но, хотя максимум повторяемости (67%) сохраняется на промежутке $-100 + 200$ км, треть непригодных облаков наблюдается на значительном удалении от линии фронта, особенно в зафронтальной части.

Аналогичное распределение пригодной и непригодной облачности наблюдается у фронтов окклюзии.

На холодных фронтах с волнами пригодная к воздействиям облачность в основном сосредоточена на расстояниях $100 + -200$ км относительно линии фронта (78%). Очень редко наблюдаются пригодные облака свыше 200 км за линией фронта (6%). Также немногочисленны эти облака и на расстояниях свыше 100 км перед фронтом (16%). Распределение непригодных к засевам облаков отличается тем, что меньшее их количество наблюдается вблизи линии фронта (64%) и увеличивается повторяемость на расстояниях свыше 200 км за линией фронта (19%).

Пригодная облачность на основных холодных фронтах (65%) преимущественно наблюдается вблизи линии фронта (± 100 км). Непригодные облачные системы также наблюдаются вблизи линии фронта (43%), но почти такую же повторяемость они имеют (37%) и на удалении свыше 100 км от линии фронта.

Для вторичных холодных фронтов характерным является то, что на любом удалении от фронта равновероятны как пригодные, так и непригодные облака. Максимум повторяемости приходится на участок вблизи линии фронта (± 100 км).

В целом приведенные в табл. 2 данные показывают, что для теплых фронтов и фронтов окклюзии наиболее благоприятные для воздействий условия наблюдаются на расстоянии $200 + -100$ км относительно линии фронта; для холодных фронтов с волнами $100 + -200$ км, а для основных и вторичных холодных фронтов $100 + -100$ км. Высокая повторяемость на этих участках непригодных облаков говорит о большой не-

Распределение пригодных (числитель) и непригодных (знаменатель)
к воздействию облаков (%) на различном удалении от приземной линии фронта

Расстояние, км	Теплый фронт	Холодный фронт с волнами	Фронт окклюзии	Холодный фронт	Вторичный холодный фронт
За фронтом					
> 200	2/6	6/19	7/8	3/17	9/6
101-200	7/13	23/17	7/15	14/20	14/15
0-100	20/15	28/26	21/20	35/24	33/28
Перед фронтом					
0-100	33/27	27/21	31/26	30/19	34/35
101-200	26/25	10/10	22/20	15/13	10/8
201-300	9/8	6/4	11/7	3/7	- / 6
> 300	3/6	- / 3	1/4	-	-

однородности фронтальной облачности. Поэтому для повышения эффективности воздействий требуется разработка дистанционных методов оценки пригодности облаков к воздействиям.

В заключение можно отметить, что приведенные в статье данные о пригодности облаков к воздействиям получены по большому ряду наблюдений и могут быть использованы в настоящее время при организации производственных работ по искусственному увеличению осадков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В а й с б л а т И. Б., В и н о г р а д о в а А. А. Оценка продолжительности существования облаков, пригодных для воздействий с целью искусственного увеличения количества зимних осадков на площади 500 тыс. га // Тр. УкрНИИ Госкомгидромета СССР. - 1984. - Вып. 203. - С. 83-92.
2. К о ш е н к о А. М., П о н о м а р е н к о И. Н., З а б о - л о ц к а я Т. Н. О пригодности атмосферных фронтов для интенсификации осадков над различными районами Украины // Тр. УкрНИИМИ. - 1966. - Вып. 56. - С. 78-85.
3. П о н о м а р е н к о И. Н., К о ш е н к о А. М., З а б о - л о ц к а я Т. Н. Вертикальная мощность и структура облачности в зонах фронтов над Украиной при различных синоптических процессах // Тр. УкрНИИМИ. - 1965. - Вып. 48. - С. 67-78.

Е.Е.КОРНИЕНКО, И.П.ШЕДЕМЕНКО

ВЛИЯНИЕ ЗАСЕВА НА ПАРАМЕТРЫ КУЧЕВО-ДОЖДЕВЫХ ОБЛАКОВ

Результаты экспериментов по засеву мощно-кучевых и кучево-дождевых облаков позволяют считать конвективные облака, достигающие в своем развитии стадии C_b , наиболее перспективными для воздействия с целью увеличения осадков. Опытами по засеву C_b $cond$ установлено, что при значительном относительном увеличении осадков абсолютное увеличение их невелико. Эффект воздействия возрастает с увеличением количества естественных осадков облака /3, 4/, и увеличить величину искусственной добавки можно, воздействуя на облака, дающие большее количество естественных осадков. Такими, согласно проведенным оценкам /3/, являются кучево-дождевые облака, осадки из которых составляют 84% их общей суммы за летний сезон.

В данной статье используются материалы рандомизированного эксперимента по увеличению осадков из кучево-дождевых облаков на ЭМП УкрНИИМИ, полученные в 1973-1985 гг. Подробные сведения об опытах

ИС - в интервале 1,45-1,89, БПИ - в интервале 6-8, количество обнаруженных в отдельных пробах видов - от 0 до 35. Доминируют виды 7, II, 13, 60, 63, 66, 76, 81, 86, 100, 104, 113, 139, 141.

Второй участок, выше г. Андижана, соответствует подгруппе 3.2. ИХ имеет значения 0-15, ИС - 1,80-1,97, БПИ - 5. Вода большую часть года мутная от минеральных взвесей песка и глины. Обрастания в начале лета практически не развиваются. Количество видов в пробе - 0-43. Доминируют виды 66, 67, 76, 86, 98, 100, 102-105, 108, 113, 126, 139, 141, 159, 160, 162, 172.

На третьем участке реки, ниже г. Андижана, санитарно-экологический тип соответствует в основном подгруппе 3.2. ИХ имеет значения 3-27, ИС - 1,80-2,33, БПИ - 5. Доминируют виды 100-104, 111, 113, 139, 141, 159, 160, 162, 163, 165, 172. Количество видов в пробе 1-67. При поступлении в Карадарью сточных вод лубзавода на рассматриваемом участке реки возникают локальные зоны с обильным развитием в перифитоне организмов из групп консументов и редуцентов. Это виды 177, 183, 188, 208, 214, 222, 223, 228, 233, 242, 243. В такие периоды формальные индексы, рассчитанные по показателям перифитона, имеют следующие значения: ИХ - 65-70; ИС - 2,40-2,97; БПИ - 3-4. Санитарно-экологический тип соответствует подгруппам 4.1 или 5.2.

Четвертый участок, от п. Алтынкуль до устья, по санитарно-экологическому типу относится к подгруппе 4.2, или, что значительно реже, - к подгруппе 3.2. Значения ИХ изменяются в интервале 0-27, ИС - в интервале 1,7-2,25, БПИ - в интервале 4-5, количество видов в пробе 0-56. В доминантный комплекс входят виды 76, 80, 86, 99, 102, 104, 108, 109, 113, 116, 120, 156, 160, 163, 169, 172.

р. Сырдарья

Сырдарья на участке от кишл. Каль (ниже слияния рек Карадарья и Нарына) до п. Махаутау (перед впадением в Кайраккумское водохранилище) по своему санитарно-экологическому типу относится к подгруппе 4.3. Формальные индексы, рассчитанные по показателям перифитона, имеют следующие значения: ИХ - 0-14; ИС - 1,74-2,24; БПИ - 4-5, количество видов в пробе - 14-86. Из-за постоянной повышенной мутности воды за счет минеральных взвесей песка и глины более или менее развитые обрастания обнаруживаются в реке в основном на искусственных субстратах (сваи, стенки паромов, днища лодок и т.д.) у границы вода-воздух, а также на немногочисленных мелководных перекатах, сложенных выходами гальки и других твердых пород. Доминантный комплекс организмов представлен широко распространенными и солоноватоводными видами. Причем обилие и разнообразие последних закономерно

возрастают вниз по течению реки. Это прежде всего относится к видам I21, I23, I26, I30, I31–I36, I43, I44, I53, I54, I56, I65, I66. Остальные доминантные виды одинаково разнообразно представлены в перифитоне всего обследованного участка реки (виды I00–I04, I08, I09, I12–I14, I20, I22, I29, I39, I41, I47, I49, I51, I52, I56, I58, I60, I67–I69).

Таким образом, проведенный анализ дает достаточно ясное представление о современном экологическом состоянии некоторых основных водотоков бассейна р. Сырдарьи в пределах таких экономически важных районов, как Ташкентский оазис и Ферганская долина.

Полученную информацию можно рассматривать как первую попытку экологического зонирования речных экосистем региона. На ее основе становится возможным не только определить статус каждого конкретного водотока (или его отдельного участка) с точки зрения их социально-экономической значимости, но и дифференцированно проводить наблюдения за их состоянием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумов В. А., Тальских В. Н. Закономерности изменения перифитонных сообществ в условиях загрязнения природной среды. – В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л., Гидрометеиздат. – 1985. – Т. 8. – С. 44–59.
2. Вудивис Ф. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование. – В кн.: Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л., Гидрометеиздат. – 1977. – С. 132–162.
3. Современное состояние гидробиологической сети общегосударственной службы наблюдений и контроля за загрязнением объектов окружающей среды и перспективы ее развития /Сост. В.А. Брызгало и др. – Обнинск: ВНИИ МИ-МЦД. – 1986. – 60 с.
4. Тальских В. Н., Булгаков Г. П. Опыт экологической классификации водотоков в условиях Среднеазиатского региона. – В кн.: Биоиндикация и биотестирование природных вод. Тезисы конференции. – Ростов-на-Дону: ГХИ. – 1986. – С. 69–70.
5. Тальских В. Н. Упрощенная схема оценки уровня загрязнения водотоков Узбекистана по состоянию перифитона. – В кн.: Биоиндикация и биотестирование природных вод (Тезисы конференции). – Ростов-на-Дону: ГХИ, 1986, с. 68.
6. Nogawa J. Zool. mag. – Токуо. – 54. –1. Цит. по А.В.Макрушину / Биологический анализ качества вод. – Л.: ЗИН АН СССР. – 1974. – 60 с.

7. S l a d e č e k V. System of water from the biological point of view. - Ergebnisse der Limnologie. - 1973. - Н.7. - Arch. Hydrob. Beiheft. - Н.7. - с. 218.

О.А.СМОЛЬКОВА

ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ РЕК МАЛОГО ВОДОСБОРА ХЛОРООРГАНИЧЕСКИМИ ПЕСТИЦИДАМИ

Роль поверхностного стока в загрязнении водоемов пестицидами была показана рядом исследователей /3, 6, 7/. Водный сток большинства рек формируется в основном за счет талых вод, стекающих с водосбора в весенний период. Особенно это характерно для малых и средних водосборов. Накопившиеся за зиму в снежном покрове вредные примеси, в том числе и пестициды, уносятся с тальми водами и загрязняют реки, озера. Роль талых вод в загрязнении водных объектов хлорорганическими пестицидами оценена многими авторами /1, 2, 9, 10/.

Наблюдения за загрязнением снежного покрова на территории Узбекской ССР, проводимые Узбекским УГМ с 1983 г., позволяют также оценить вклад талых вод в загрязнение равнинных и горных рек хлорорганическими пестицидами, что и послужило темой настоящего исследования.

Изучение проводилось на р. Кызылча (пост Иерташ) и р. Бошкызылсай (пост Невич) в 1987-1988 гг. Кызылча является притоком р. Ахангаран, протекает в отрогах Чаткальского хребта; р. Бошкызылсай протекает по территории Чаткальского заповедника. Обе реки удалены от зоны интенсивного земледелия на 20-30 км. Водный режим рек характеризуется высоким весенне-летним половодьем (50-70% годового расхода).

Наблюдения велись за содержанием хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболиты, изомеры ГХЦГ) в реках, в почвах водосбора и атмосферных осадках (снег, дождь). Поскольку ДДТ в этих районах не применяется, а ГХЦГ применяется в очень незначительном количестве, было предположено, что загрязнение реки этими токсикантами происходит главным образом за счет поступления с атмосферными осадками.

Для уточнения этой версии в 1987-1988 гг. на водосборах рек Кызылча и Бошкызылсай перед снеготаянием отбирался снег в точках, расположенных на разных элементах рельефа и удаленных от шоссейных дорог. Отбор проб снега проводился по /4/, снег растапливался, талая вода экстрагировалась дважды н-гексаном, и после очистки серной кислотой и упаривания экстракт анализировался на газовом хроматогра-

фе марки "Газохром". Пробы воды отбирались в основные гидрологические фазы режима один раз в месяц. Анализ проб воды на содержание хлорорганических пестицидов проводился по /8/. Содержание пестицидов на территории водосбора определялось по пробам почвы, отобраным с глубины 0-20 см на разных элементах рельефа /5/.

В табл. I представлены средние концентрации пестицидов в почвах на площади водосбора р. Бошкызылсай. Из таблицы видно, что содержание ДДТ, его метаболитов и изомеров ГХЦГ в почвах водосбора составляет сотые и тысячные доли миллиграмма на килограмм, т.е. на уровне фоновых и заповедных районов. Содержание ДДТ в водотоках,

Таблица I

Содержание пестицидов в почве (мг/кг) на площади водосбора р. Бошкызылсай в 1987 г.

Период	α -ГХЦГ	γ -ГХЦГ	ДДЭ	ДДТ
Весна	0,010	0,002	0,005	0,011
Осень	0,004	0,002	0,012	0,008

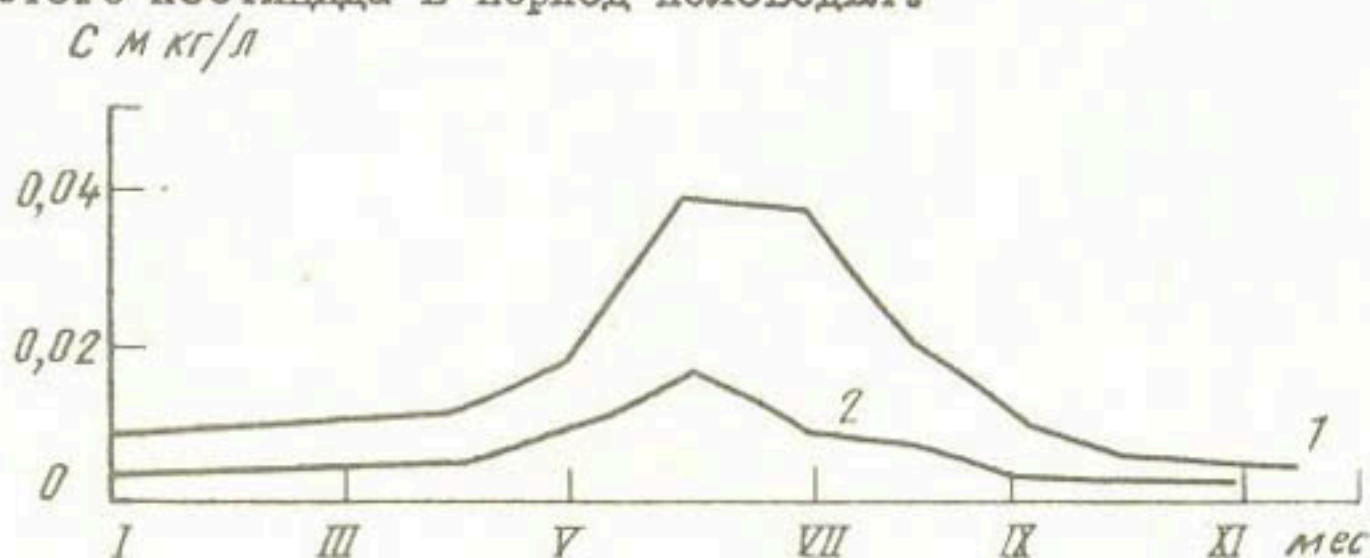
снеге и атмосферных осадках не обнаружено. Концентрации α -ГХЦГ в атмосферных осадках и в воде рек близки между собой как в зимний, так и в весенний период. Летом и осенью концентрация пестицидов в дождевых осадках в основном несколько выше, чем в речной воде. Концентрации изомеров ГХЦГ в атмосферных осадках находятся в пределах 30,8-277,4 нг/л, максимальны они с весны до осени, минимальны зимой.

В речных водах относительно высокие концентрации обычно наблюдаются в конце паводкового периода и осенью в период интенсивных дождей, когда загрязнение происходит как за счет атмосферных осадков, так и за счет смыва с почвы. Данные о содержании α -ГХЦГ в воде рек представлены на рис. I.

На основании данных о содержании хлорорганических пестицидов в снеговой воде были оценены запасы их в снеге на площади водосбора, а на основании данных о концентрации пестицидов в речной воде и расходах воды в реках Кызылча и Бошкызылсай был рассчитан сток α -ГХЦГ в замыкающем створе. Результаты расчетов представлены в табл. 2. Количество ГХЦГ, прошедшее через замыкающий створ р. Кызылча, составило 0,503 кг. Запас этого инсектицида в снежном покрове на водосборной площади равнялся 1,85 кг. Подобная картина

наблюдается и для р. Бошкызылсай: сток – 0,561 кг, запас – 2,1 кг, т.е. запасы пестицидов в снежном покрове значительно больше, чем сток их через замыкающий створ рек.

Если считать, что за период весенне-летнего половодья от 30 до 50% общих запасов снега попадает в реку, то с талой водой в р. Кызылча поступает от 0,5 до 0,9 кг ГХЦГ, что уже соизмеримо со стоком этого пестицида в период половодья.



Динамика концентраций α -ГХЦГ в воде рек Кызылча (1) и Бошкызылсай (2)

По литературным данным [3] известно, что сток пестицидов по водотокам составляет сотые или десятые доли процента их запасов в почвах на водосборе.

При низких концентрациях пестицидов на водосборной площади (фоновые уровни), которые наблюдаются в изучаемых районах, загрязнение рек происходит в основном во время половодья за счет накоп-

Таблица 2

Содержание и запас ГХЦГ в снеге на водосборной площади и их сток в реки Кызылча и Бошкызылсай (1987 г.)

Показатель	р. Кызылча	р. Бошкызылсай
Содержание α -ГХЦГ в снеге, мкг/л	0,019	0,033
Запас α -ГХЦГ в снеге, кг	1,85	2,10
Сток α -ГХЦГ, кг	0,503	0,561

ления пестицидов в снеге. Следовательно, при оценке загрязнения рек стойкими пестицидами необходимо учитывать этот фактор как основной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Б о б о в н и к о в а Ц. И. Атмосферные осадки как один из источников загрязнения рек пестицидами. – В кн.: Материалы УІ Всесоюзного симпозиума по современным проблемам самоочищения водоемов и регулирования качества воды. Таллинн, 1979 г. – М.: Гидрометеоиздат. – 1979. – С. 55–56.
2. Б о б о в н и к о в а Ц. И. Влияние глобальных выпадений на загрязнение реки малого водосбора хлорорганическими пестицидами // Труды ИЭМ. – 1983. – Вып. II(97). – С. 39–43.
3. Б о б о в н и к о в а Ц. И., В и р ч е н к о Е. П., М о р о з о в а Г. К. Оценка поверхностного стока хлорорганических пестицидов. – В кн.: Миграция и превращение пестицидов в окружающей среде. Труды советско-американского симпозиума. Октябрь 1976 г. Тбилиси. М.: Гидрометеоиздат. – 1979. – С. 64–66.
4. В р е м е н н ы е методические указания по работе на сети контроля загрязнения природной среды на основе снегомерной съемки. – М.: Гидрометеоиздат. – 1985. – 37 с.
5. М е т о д и ч е с к и е указания по контролю загрязнения почв. – М.: Гидрометеоиздат. – 1977. – С. 4–14.
6. М о р о з о в а Г. К., С и н и ц и н а З. Л., Ч е р х а н о в Ю. П. Распределение хлорорганических пестицидов в природных водах в бассейне р. Москвы // Труды ИИГ. – 1979. – Вып. 31. – С. 43–45.
7. Р о в и н с к и й Ф. Я., С и н и ц и н а З. Л. Поверхностный сток с водосбора и его роль в загрязнении рек и водоемов // Труды ИИГ. – 1979. – Вып. 31. – С. 5–15.
8. Р у к о в о д с т в о по химическому анализу поверхностных вод суши. – М.: Гидрометеоиздат. – 1977. – С. 430–440.
9. С и н и ц и н а З. Л., Б у я н о в а Л. И., Ч е р х а н о в Ю. П. Атмосферные осадки как источник загрязнения бассейна р. Москвы // Труды ИИГ. – 1979. – Вып. 31. – С. 34–37.
10. С и н и ц и н а З. Л., Ч е р х а н о в Ю. П., К о л о с к о в И. А. О стоке некоторых загрязняющих веществ с водосбора в весенний период // Труды ИЭМ. – 1978. – Вып. 9(82). – С. 33–36.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИМИ ПЕСТИЦИДАМИ ПОЧВ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД УЗБЕКИСТАНА

Доля пестицидов от общего количества применяемых в сельскохозяйственном производстве Узбекистана химических соединений при всем их многообразии не превышает 5%. Так, по данным Узсельхозхимии, в 1987 г. в республику было поставлено около 1330 тыс. т минеральных (калийных, фосфорных и азотных) удобрений, в то время как средств защиты растений было использовано чуть больше 35 тыс. т.

Однако высокая физиологическая активность пестицидов, сопровождающаяся, как правило, опасной для здоровья людей и животных токсичностью, обуславливает повышенный интерес к вызываемому ими уровню загрязнения природной среды. На территории республики находят применение около 75 наименований пестицидов, в том числе инсектициды метафос, рогор, фозалон и гексахлорциклогексан (ГХЦГ), гербициды трефлан и которан.

Поскольку особое опасения вызывает загрязнение природной среды персистентными хлорорганическими пестицидами, данная работа посвящена изучению зависимости концентраций ГХЦГ и ДДТ I, I-ди(4-хлорфенил)-2,2,2-трихлорэтан в объектах природной среды от норм обработки и погодных условий.

ГХЦГ представляет собой смесь восьми изомеров. В воздухе, воде и почве определяется содержание α - и β -изомеров. Динамика использования ГХЦГ в Узбекистане в период 1985-1987 гг. представлена в табл. I. В целом по республике наблюдается тенденция к снижению использования этого препарата, особенно резко в 1987 г. Уменьшилось потребление инсектицида в Андижанской, Сурхандарьинской и Ферганской областях, выросло в Каракалпакской АССР и Кашкадарьинской области.

Содержание α - и β -ГХЦГ в атмосфере определяется в городах Навои, Ташкент, Фергана с осени 1985 г. За этот период наличие препарата ни разу не было зафиксировано.

Уровень загрязнения почв ГХЦГ в среднем по республике в течение 1985-1987 гг. и I полугодия 1988 г. остается постоянным и не превышает 0,2 ПДК. Столь низкое содержание инсектицида в почве объясняется его хорошей вымываемостью /3/ (растворимость α - и β -изомеров в воде - 10 мг/л).

Согласно литературным данным /1/ период полураспада ГХЦГ в почве южных районов страны составляет 30-35 сут, при превышении

Таблица I

Динамика обработки сельскохозяйственных культур ГХП по областям Узбекистана

	1985 г.				1986 г.				1987 г.			
	количество обра- во препан- тата, ж		удель- ная наг- рузка, кг/га		количество обра- во препан- тата, ж		удель- ная наг- рузка, кг/га		количество обра- во препан- тата, ж		удель- ная наг- рузка, кг/га	
	Т	Г	Т	Г	Т	Г	Т	Г	Т	Г	Т	Г
Узбекская ССР	1304,10	469656	2,77	1027,70	573420	1,79	549,1	425125	1,29			
в том числе												
Каракалпакская АССР	85,20	17701	4,80	56,40	6766	8,34	127,91	171826	0,74			
Области:												
Анжиянская	88,90	18424	4,77	36,50	254830	0,14	24,60	8204	2,99			
Бухарская	222,80	49739	4,46	108,45	34405	3,17	12,23	7401	1,65			
Кашкадарьинская	182,40	75905	2,40	236,30	58582	4,05	279,90	198888	1,40			
Наманганская	0,55	48	11,50	5,30	884	6,0	0,79	475	1,6			
Самаркандская	132,20	65437	2,33	172,80	80784	2,14	70,16	31679	2,20			
Сурхандарьинская	72,40	39961	1,82	24,78	10025	2,47	13,46	6652	2,02			
Сырдарьинская							0,46	109	4,2			
Ташкентская	262,00	100943	2,60	205,90	84370	2,43	н/с	н/с	н/с			
Ферганская	168,80	81440	2,06	123,20	30400	4,10	3,99	2961	1,34			
Хорезмская	88,80	20057	4,41	57,95	12374	4,68	15,6	3316	4,70			

ж В пересчете на действующее начало.

жж Нет сведений.

оптимальных доз в 5–20 раз длительность сохранения его остатков возрастает до 3–4 лет.

Как правило, самый высокий уровень загрязнения почв ГХЦГ отмечен в тех областях, где в предшествующий год осуществлялась наиболее интенсивная обработка сельскохозяйственных культур. Так, весной 1988 г. выросли средневзвешенные концентрации инсектицида в Каракалпакской АССР (0,5 ПДК) и Кашкадарьинской области (0,4 ПДК) (в 4,7 и 1,5 раза соответственно), что обусловлено интенсивными обработками в предыдущем 1987 г.

Весной 1987 г. наибольший уровень загрязнения почвы отмечен в Бухарской, Кашкадарьинской, Ташкентской и Самаркандской областях (0,3 ПДК). Обработка препаратом в 1986 г. проводилась более интенсивно в этих областях, а также в Ферганской области. Меньшее содержание препарата в почве Ферганской области (0,2 ПДК) вызвано, вероятно, интенсивным выпадением осадков в этом регионе в течение всего 1986 г.

Соответственно в 1986 г. в водотоках Ферганской области отмечался самый высокий уровень загрязнения α - и β -ГХЦГ. В Сырдарье выше и ниже Северобагдадского коллектора содержание α -ГХЦГ составило соответственно 0,186 и 0,109 мкг/л (18,6 и 10,9 ПДК);

β -ГХЦГ – 0,135 и 0,090 мкг/л; в Сырдарье ниже впадения коллектора Сохский и у переправы Чильмохрам α -ГХЦГ – 0,146 и 0,143 мкг/л;

β -ГХЦГ – 0,095 и 0,104 мкг/л. Высокое загрязнение этими изомерами в 1986 г. зафиксировано в Северобагдадском коллекторе выше и ниже пос. Алтыарык (α -ГХЦГ – 0,140 и 0,151 мкг/л, β -ГХЦГ – 0,080 и 0,143 мкг/л соответственно). В 1987 г. количество внесенного ГХЦГ в почву на территории Ферганской области резко сократилось (с 123,2 т до 3,99 т), что вызвало значительное снижение уровня загрязнения большинства водотоков в 1987 г. и почв в 1988 г.

Рост концентрации α -ГХЦГ в 1987 г. отмечен только в р. Сырдарья у переправы Чильмохрам (с 0,143 до 0,159 мкг/л), что свидетельствовало о чрезмерном использовании гексахлорана в Кировском и Алтыарыкском районах Ферганской области.

В 1988 г. в большей части водотоков наблюдалось снижение концентраций гексахлорана и линдана (β -изомера ГХЦГ). Увеличилось содержание этих инсектицидов в Амударье во всех контролируемых створах, особенно у кишл. Кзылджар (с 0,005 до 0,244 мкг/л); в р. Зарафшан ниже коллектора Сиаб (с 0,004 до 0,109 мкг/л). В р. Сырдарья, переправа Чильмохрам, высокие концентрации α - и β -изомеров сохранялись с 1985 г. (α -ГХЦГ 0,254–0,155, β -ГХЦГ 0,161–0,084 мкг/л). Увеличилось содержание инсектицидов в р. Сырдарье, г. Наманган, ниже коллектора Сарыксу и кишл. Каль, а также в Северобагдадском коллекторе выше устья.

Зависимость содержания инсектицидов в водотоках от интенсивности выпадения осадков (прямая) и в почве (обратная) рассмотрена на примере Алтыарыкского района Ферганской области и Термезского района Сурхандарьинской области (рис. 1-3).

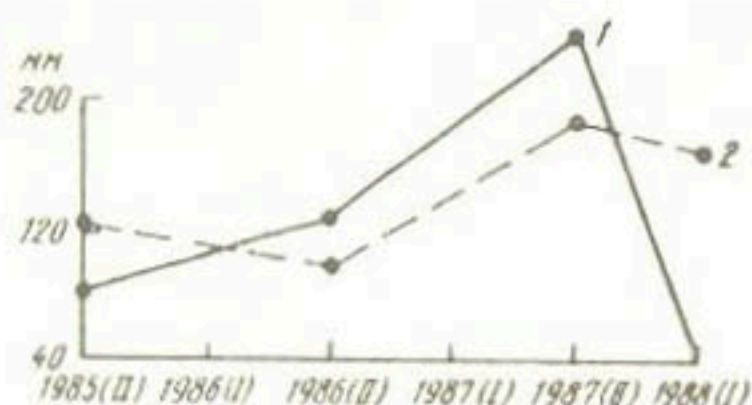


Рис. 1. Выпадение осадков в 1985-1988 гг. в Алтыарыкском районе Ферганской области (1) и Термезском районе Сурхандарьинской области (2). Римские цифры - полугодия

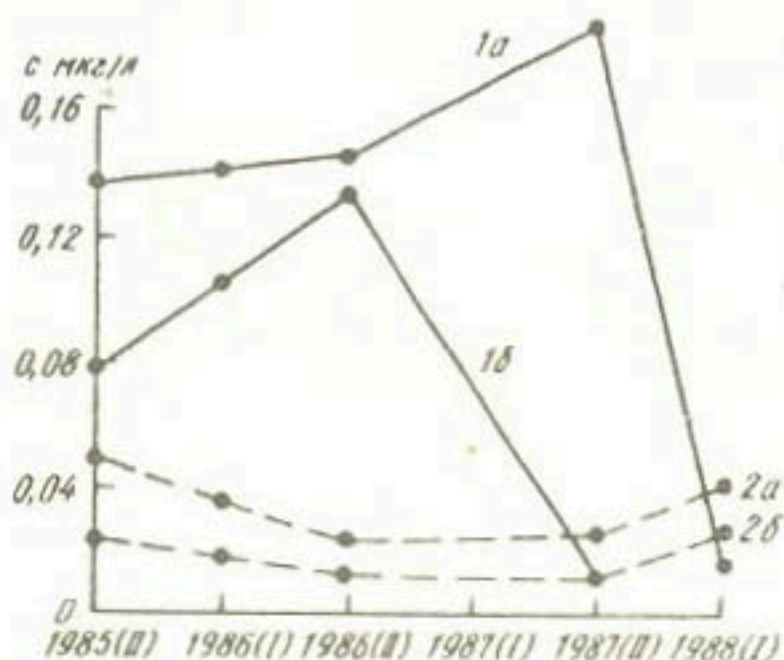


Рис. 2. Содержание α - (а) и γ - ГХП (б) в Северобагдадском коллекторе п. Алтыарык (1) и р. Амударье г. Термез (2): I - весна, 2 - осень

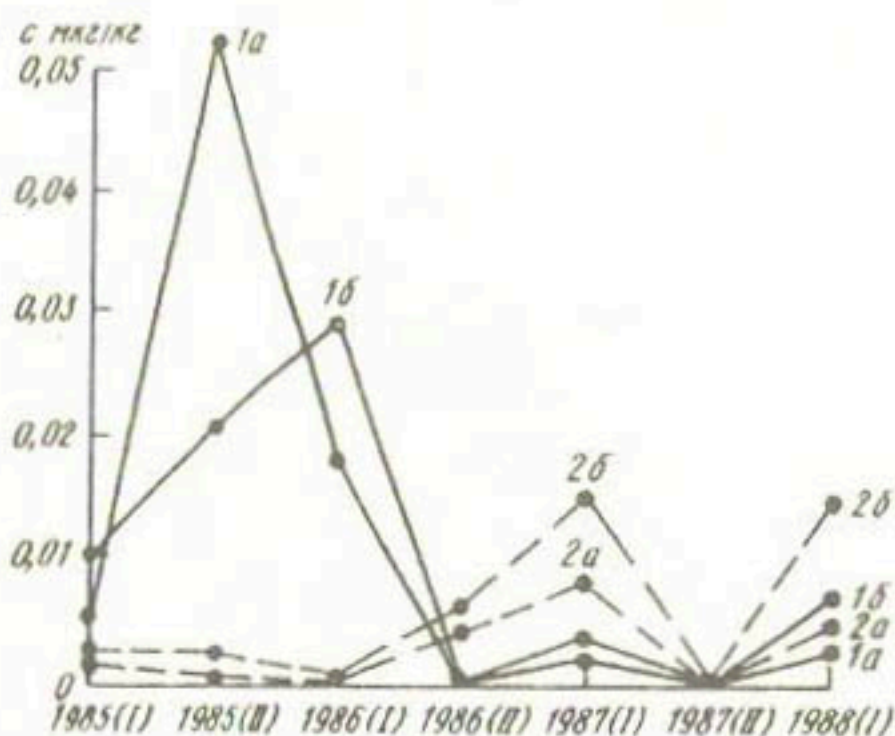


Рис. 3. Содержание α - (а) и γ - ГХП (б) в почве Алтыарыкского (1) и Термезского (2) районов: I - весна, II - осень

Несмотря на запрещение к применению, продолжает оставаться высоким уровень загрязнения природной среды ДДТ. Поскольку препарат практически нерастворим в воде [2] (0,001 мг/л), последствия его применения сказываются в основном на загрязнении почвы. В 1987 г. содержание ДДТ и его метаболита ДДЗ (дихлордифенилдихлорэтилен) в среднем по республике составило около 3 ПДК (0,316 мг/кг). В наиболее загрязненных пробах почвы из Хорезмской, Сурхандарьинской, Ташкентской, Сырдарьинской и Кашкадарьинской областей содержание суммы ДДТ+ДДЗ в четыре-восемь раз превышало ПДК (рис. 4).

В I полугодии 1988 г. концентрация этого препарата в целом по республике выросла до 0,408 мг/кг (4,1 ПДК); остаточные количества инсектицида по сравнению с весной 1987 г. удвоились в Бухарской, Кашкадарьинской, Навоийской и Самаркандской областях. Резкий подъем зафиксирован практически во всех районах Андижанской области за исключением Андижанского и Комсомолабадского, а в Балыкчинском имели место случаи экстремально высокого загрязнения почвы суммой ДДТ и ДДЭ.

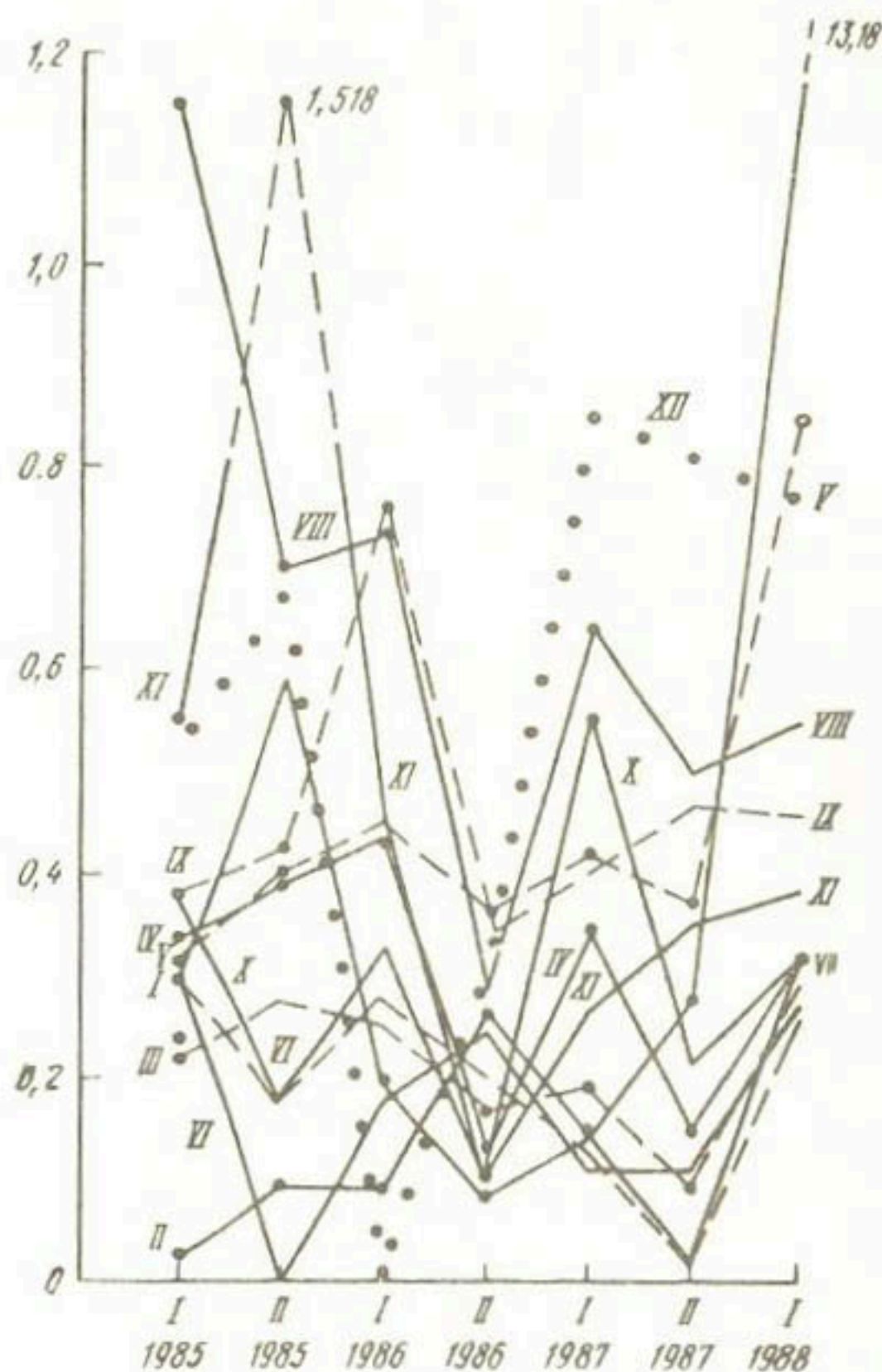


Рис. 4. Динамика загрязнения почв суммой ДДТ+ДДЭ:

I — Андижанская область, II — Бухарская, III — Джизакская, IV — ККАССР, V — Кашкадарьинская, VI — Навоийская, VII — Самаркандская, VIII — Сурхандарьинская, IX — Сырдарьинская, X — Ташкентская, XI — Ферганская, XII — Хорезмская

В 1985–1988 гг. высокие концентрации суммы ДДТ+ДДЭ зафиксированы в Кашкадарьинской, Хорезмской, Сырдарьинской областях и Каракалпакской АССР.

Таблица 2

Соотношение ДДТ и ДДЭ в пробах почв Узбекской ССР в 1985-1988 гг.

	1985		1986		1987		1988	
	весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
Узбекская ССР	1,8	2,1	1,7	1,4	1,1	1,2	1,3	
Все виды культур, в том числе:								
придильные	1,8	2,3	2,0	1,4	1,1	1,2	1,4	
виноградники	1,0	2,9	1,3	2,0	0,8	1,2	1,1	
Каракалпакская АССР	1,7	1,0	-	0,8	1,0	1,0	0,8	
Андижанская	3,2	2,7	2,5	4,0	1,9	2,1	3,3	
Бухарская	1,9	1,9	1,8	0,8	1,1	1,7	1,5	
Джизакская	1,7	1,7	1,7	2,0	1,6	1,0	1,1	
Кашкадарьинская	1,7	1,8	1,6	1,2	1,7	1,2	1,9	
Навоийская	1,2	4,0	1,1	1,6	0,6	1,2	1,2	
Наманганская	1,6	0,7	1,8	1,0	0,6	1,9	1,1	
Самаркандская	1,5	1,8	1,5	1,2	0,8	1,0	1,1	
Сурхандарьинская	1,6	1,9	3,3	1,0	1,0	0,5	0,8	
Сырдарьинская	1,6	2,3	1,6	2,7	1,7	1,4	1,6	
Ташкентская	1,6	0,8	0,9	0,9	1,1	1,0	1,0	
Ферганская	3,0	4,0	2,7	4,1	0,8	1,9	1,6	
Хорезмская	1,0	1,6	1,6	1,2	0,7		0,7	

Как правило, наибольшие концентрации препарата наблюдаются весной, однако в Андижанской, Сырдарьинской, Ферганской и Хорезмской областях наблюдается обратная зависимость.

По сравнению с ГХЦГ ДДТ более устойчив к разложению /3, 4/. Высокая температура и щелочной характер почв республики (за исключением отдельных районов Ферганской области) способствуют более быстрому разложению препарата. В отсутствие обработок сельскохозяйственных культур инсектицидом отношение ДДТ к продукту его разложения ДДЭ должно неуклонно уменьшаться. Однако в среднем по республике такое снижение наблюдалось только в 1986 г. Особенно резко увеличилось отношение ДДТ к ДДЭ в 1988 г. и, следовательно, можно предположить, что употребление ДДТ имело место в Андижанской, Кашкадарьинской, Джизакской, Самаркандской, Сырдарьинской областях (табл. 2). В Каракалпакской АССР, Бухарской, Наманганской, Ферганской и Хорезмской областях, судя по снижению ДДТ:ДДЭ, инсектицид или совсем не использовался, или применялся в незначительных количествах.

В большей части водотоков республики ДДТ практически не наблюдается, исключение составляет р. Калган-Чирчик, г. Янгиюль, где в 1988 г. (I полугодие) была зафиксирована концентрация 0,183 мкг/л (18,3 ПДК), а также р. Кашкадарья, кпшл. Чиракчи и коллектор Денгизкуль – устье, где в 1987 г. зафиксировано содержание 0,100 мкг/л (10 ПДК) и 0,134 мкг/л (13,4 ПДК) соответственно.

На основании вышеизложенного можно заключить, что последствия чрезмерного использования хлорорганических пестицидов носят неоднозначный характер. Передозировка ГХЦГ в большей степени сказывается на загрязнении поверхностных вод, ДДТ – на загрязнении почв, что связано с их физико-химическими свойствами.

Состояние загрязнения почв соединениями ДДТ и поверхностных вод ГХЦГ на территории Узбекистана требует повышенного внимания по контролю за использованием ХОС и принятия мер по ограничению их попадания в объекты природной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Л а д о н и н В. Ф., Л у н е в М. И. Средства химизации сельского хозяйства и охрана окружающей среды // Химия в сельском хозяйстве. – 1984. – Т. 22. – № 4. – С. 45–47.
2. М е л ь н и к о в Н. Н. Химия и технология пестицидов. – М.: Химия. – 1974. – С. 99.
3. С п р а в о ч н и к по пестицидам. – Киев: Урожай. – 1977. – С. 26, 31, 41.
4. С п р а в о ч н и к по пестицидам / Под ред. Н.Н.Мельникова. – М.: Химия. – 1985. – С. 151.

СОДЕРЖАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ
ПЕСТИЦИДОВ В ХЛОПКЕ-СЫРЦЕ, ХЛОПКОВОМ ВОЛОКНЕ
И СЕМЕНАХ НА ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДАХ

Успешное возделывание хлопчатника и получение высоких урожаев требуют применения большого количества пестицидов на протяжении всего вегетационного периода. По использованию пестицидов на 1 га пашни и на душу населения Узбекистан занимает одно из первых мест в СССР /3/. Так, использование пестицидов на 1 га в Узбекистане в 15 раз превышает среднюю по СССР величину, а на душу населения — в 3,5 раза больше, чем в среднем по стране.

Ассортимент используемых препаратов включает свыше 50 наименований пестицидов, большинство из них относится к классам хлор- и фосфорорганических соединений.

Хлорорганические соединения (ХОС) обладают высокой устойчивостью и кумулятивной способностью, поэтому они представляют серьезную опасность для природных экосистем и человека. В особо опасных условиях находятся люди, непосредственно занятые в сельскохозяйственном производстве, а также в процессах очистки и переработки сельскохозяйственного сырья. Исходя из общих соображений, можно было предположить, что поступающий на хлопкоочистительные заводы хлопок-сырец должен содержать остаточные количества ХОС. Однако в литературе по этому поводу существуют лишь единичные, подчас противоречивые сообщения, в основном касающиеся содержания пестицидов в воздухе рабочих помещений хлопкоочистительных заводов /1/. Эти исследования не затрагивали предмета труда (хлопок-сырец, хлопковое волокно и семена), что и стало задачей наших исследований.

В настоящей работе проведено изучение загрязненности хлопка-сырца, хлопкового волокна, семян и хлопковой пыли хлорорганическими пестицидами, отобранных на девяти хлопкоочистительных заводах Узбекской ССР и Казахской ССР. Пробы отбирались во всех основных цехах заводов в течение трех лет (1985–1987) в различные сезоны года.

Для наблюдения был выбран ДДТ и его метаболит ДДЭ, а также α - и β -ГХЦГ. ДДТ на протяжении ряда лет не используется в сельском хозяйстве Узбекистана, однако почвы и другие природные объекты все еще содержат заметные количества ДДТ и его метаболитов. ГХЦГ является одним из наиболее широко используемых в Узбекистане пестицидов. Хотя этот препарат и уступает ДДТ по стойкости и кумулятивности, но является более летучим, легче распространяется в

природной среде и также является одним из самых опасных для экосистем пестицидов.

Содержание ХОС в растительном материале и пыли определяли методом газожидкостной хроматографии по известной методике /2/.

Нами выявлено, что загрязненность хлопкового волокна пестицидами зависит от сорта хлопка, способа его уборки (табл. 1) и не зависит от сезона года. Так, в хлопке I сорта, собранном машинами, содержание изомеров ГХЦГ в 5,5 раза, а ДДТ в II раз выше, чем в собранном ручным способом. Этот результат не является неожиданным, его легко понять, если учесть, что при машинной уборке разрыхляется и измельчается почва, и почвенные частицы с адсорбированными на них ХОС всасываются в машину вместе с хлопком-сырцом. Точно так же содержание ХОС увеличивается с понижением сортности хлопкового волокна. Если сравнить содержание ГХЦГ в волокне машинного сбора I сорта (0,0115 мг/кг), II сорта (0,0350 мг/кг), III сорта (0,0410 мг/кг) и IV сорта (0,1850 мг/кг), то очевидно, что содержание ХОС закономерно возрастает с понижением сорта хлопка, что, по-видимому, также связано с засоренностью хлопка почвенными частицами и растительными остатками, содержащими существенные количества ХОС. Следовательно, наиболее вредные условия труда с точки зрения попадания пестицидов в организм имеют место при переработке хлопка низких сортов и машинного сбора.

Изучение содержания ХОС в семенах хлопчатника с размолотом и без размолотом показало, что из неповрежденных семян извлекаются лишь незначительные количества α - и β -ГХЦГ, а ДДТ и ДДЭ вообще не обнаруживаются. Из размолотых семян ХОС извлекаются в существенно больших количествах (табл. 2). Это можно объяснить тем, что ХОС хорошо растворяются и накапливаются в жирах, так что основное накопление их идет во внутренней части семени. При экстракции из неразмолотого семени полного извлечения не происходит из-за слабой проницаемости кожуры семени. После размолотом жировая часть семян становится более доступной для экстракции.

Отмеченная тенденция наблюдалась для всех сортов хлопка (табл. 2). Так, содержание α -ГХЦГ после размолотом семян I сорта хлопка повышалось в 3,3 раза, II сорта - в 13,6 раза и III сорта - в 7,5 раза. Содержание β -ГХЦГ - в 3; 10,6; 6,5 раза соответственно. Если в семенах без размолотом не отмечалось наличия ДДЭ и ДДТ, после размолотом эти соединения обнаружены в количестве - 0,008 и 0,015 мг/кг в хлопке I сорта, по 0,014 и 0,052 мг/кг в хлопке II и III сортов.

Отметим, что содержание ХОС в размолотых семенах хлопчатника выше, чем в волокне (ср. табл. 1 и 2), что также объясняется тенденцией к накоплению ХОС в жировой ткани.

Таблица I

Содержание хлороорганических соединений в хлопке разных сортов ручного и машинного сбора на хлопкоочистительных заводах

Сезон отбора	Сорт хлопка	Способ сбора	Содержание ХОС, мг/кг						Отношение [*]	
			α -ГХЦГ	β -ГХЦГ	ДДЭ	ДДТ	Σ ГХЦГ	Σ ДДТ	машин. Σ ГХЦГ	ручного Σ ДДТ
Зима, 1987 г.	I	Ручной	сл.	0,002	0	0	0,002	0	5,5	-
		Машинный	0,002	0,009	0	0	0,011	0		
Осень, 1985 г.		Ручной	0,023	0,006	0,002	0	0,029	0,002	1,2	11,0
		Машинный	0,023	0,012	0,003	0,019	0,035	0,022		
Осень, 1985 г.	II	Ручной	0,010	0,005	0	0	0,015	0	2,7	-
		Машинный	0,029	0,012	0,030	0	0,041	0,030		
Зима, 1987 г.	III	Ручной	сл.	сл.	сл.	сл.	сл.	0	-	-
Весна, 1985 г.	IV	Машинный	0,131	0,054	0,007	0,008	0,185	0,015	-	-
Зима, 1985 г.		"	0,035	0,034	0	0	0,069	0	-	-

* Кратность превышения содержания ХОС в хлопке машинного сбора по отношению к хлопку ручного сбора.

Полученные результаты представляют несомненный интерес с точки зрения квалификации условий труда рабочих, занятых в производстве хлопкового масла.

Нами прослежены тенденции в распределении ХОС в хлопковом волокне, семенах и хлопковой пыли в различных цехах по ходу производственного процесса, а также в зависимости от сорта хлопка и способа его уборки (табл. 3). Особый интерес представляет содержание ХОС в хлопковой пыли, отобранной в различных цехах хлопкоочистительного производства, так как ХОС, содержащиеся в хлопковом волокне,

Таблица 2

Содержание хлорорганических пестицидов в семенах

Сорт хлопка	Содержание ХОС, мг/кг			
	α - ГХЦГ	γ - ГХЦГ	ДДЭ	ДДТ
I	<u>0,003</u>	<u>0,002</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
	0,010	0,006	0,008	0,015
II	<u>0,005</u>	<u>0,003</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
	0,068	0,032	0,014	0,052
III	<u>0,009</u>	<u>0,005</u>	<u>-</u>	<u>-</u>
	0,068	0,032	0,014	0,052

П р и м е ч а н и е. В числителе — без размол, в знаменателе — с размол.

проникают в организм рабочих только через кожу. Основным же источником поступления ХОС в организм является пыль, содержащаяся в воздухе рабочих помещений и вдыхаемая вместе с воздухом. Оседая на станках, полах, одежде рабочих и других предметах, эта пыль скапливается и служит своеобразным "депо" ХОС в рабочих помещениях, обуславливающим регулярное поступление этих веществ в организм рабочих.

Сопоставление содержания ХОС в хлопке-сырце и хлопковой пыли, отобранных одновременно в одних и тех же цехах, показало, что количество ХОС в пробах хлопковой пыли во много раз превышает аналогичные показатели в хлопке-сырце и хлопковом волокне. Различие суммарного содержания изомеров ГХЦГ в хлопке и пыли достигает 67,3 раза. Превышение содержания ХОС в пыли по сравнению с волокном наблюдалось во всех обследованных цехах и по всем ХОС. Такое высокое содержание ХОС в пыли в производственных помещениях, учитывая кумулятивные свойства этих соединений, представляет опасность для здоровья рабочих.

Таблица 3

Сравнительное содержание хлорорганических соединений в хлопке-сырце
и хлопковой пыли в основных цехах хлопкоочистительных заводов

Место отбора проб	Время отбора	Объект исследо- вания	Содержание ХОС, мг/кг						Отношение пыль/хлопок	
			α -ГХЦГ	β -ГХЦГ	Σ ГХЦГ	ДДЭ	ДДТ	Σ ДДТ	Σ ГХЦГ	Σ ДДТ
Сушильно-очи- тельный цех	Весна	Хлопок	0,032	0,022	0,054	0,041	0,059	0,100	29,01	4,61
	1986 г.	Пыль	0,786	0,926	1,712	0,120	0,341	0,461		
Сушильный цех	Зима	Хлопок	0,0300	0,0358	0,0658	0	0	0	1,9	-
	1987 г.	Пыль	0,1115	-	0,1115	0	0	0		
Очистительный цех	То же	Хлопок	0,0131	0,0206	0,0337	0	0	0	19,8	-
		Пыль	0,6688	-	0,6688	0	0	0		
Длинный цех	"	Хлопок	-	0,0051	0,0051	0	0	0	67,3	-
		Пыль	0,1753	0,1680	0,3433	0	0	0		
Прессовый цех	Весна	Хлопок	0,048	0,053	0,101	0	0	0	9,55	-
	1986 г.	Пыль	0,412	0,553	0,965	0,109	0	0,109		
	Зима	Хлопок	0,462	сл.	0,462	0	0	0	7,86	-
	1987 г.	Пыль	0,2532	0,1103	0,3635	0	0	0		

П р и м е ч а н и е. Σ ГХЦГ = α ГХЦГ + β ГХЦГ, Σ ДДТ = ДДТ + ДДЭ.

Таким образом, нами показано, что содержание ХОС в хлопке-сырце и хлопковом волокне увеличивается с ухудшением сорта и при переходе от ручного к машинному способу уборки. Концентрация ХОС в хлопковой пыли во всех основных производственных помещениях хлопкоочистительных заводов существенно выше, чем в волокне. Количество ХОС, извлекаемое из размолотых семян, больше, чем при экстракции из целых семян. Уровень накопления ХОС в семенах хлопчатника выше, чем в волокне.

Полученные результаты были использованы для квалификации рабочих мест при разработке "Рекомендаций по трудоустройству беременных женщин на хлопкоочистительных заводах", утвержденных Минздравом СССР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К а д ы р о в А. К. Гигиеническая оценка условий труда и атмосферного воздуха на некоторых хлопкоочистительных заводах Узбекистана /Автореф. диссертации на соискание учен. степени канд. мед. наук. - Ташкент: Ин-т усовершенствования врачей. - 1974. - 23 с.
2. М е т о д и ч е с к и е указания по определению хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов при их совместном присутствии в объектах внешней среды и биоматериалах. - В кн.: Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. - М.: Колос. - 1983. - С. 10.
3. С о к о л о в М. С. и др. Схематическая карта использования и детоксикации пестицидов СССР (М I : 5 млн.) / Соколов М.С., Стрекозов Б.П., Эчкалов А.П. и др. - В кн.: Почвоведение и агрохимия (проблемы и методы). Тезисы докладов к У Делегатскому съезду Всесоюзного общества почвоведов. II-16 июля, 1977 г., Минск. - Пушино: НЦБИ. - 1977. - С. 128-135.

М.М. АЛИЕВА, З.Л. ХАИДМУХАМЕДОВА

ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВОДНОРАСТВОРИМОГО ФТОРА В ПОЧВАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

С ростом промышленного производства и уровня химизации сельского хозяйства в почву все больше поступает химических веществ. Стойкие химические вещества могут накапливаться в почве и при определенных условиях переходить в контактирующие среды - воду и воздух, усваиваться растениями, выращиваемыми на этих почвах. Это

создает нарушение экологического равновесия отдельных регионов страны. К числу наиболее вредных относятся соединения фтора.

Фтор — элемент химически очень активный и широко распространен в природе. Ионы фтора даже при очень низких концентрациях могут угнетать или стимулировать ферментативные процессы и взаимодействовать с органическими и неорганическими соединениями организма, что может иметь весьма опасные последствия для физиологии человека и животных /4/.

В настоящее время известно свыше 100 фторсодержащих минералов, среди которых наиболее богаты фтором криолит (54,3%), флюорит (48,7%), менее богаты — фторапатит, а также биотит и мусковит, в большом количестве представленные в почвах Узбекистана. Хибинские апатиты, широко используемые для изготовления суперфосфата, содержат до 3,4% фтора /2/.

Содержание фтора в почвах определяется прежде всего минералогическим составом почвообразующих пород, реакцией почвенного раствора и механическим составом почв /1/.

Почвы тяжелого механического состава, содержащие наибольшее количество иловатых частиц и соответственно богатые полуторными окислами (Fe_2O_3 и Al_2O_3), способны удерживать от вымывания большие количества фторидов. На кислых почвах фториды более интенсивно вступают в обмен с органо-минеральным комплексом, в результате чего содержание фтора и полуторных окислов в почвенном растворе значительно выше, чем в нейтральных почвах. Однако главным источником поступления фтора в почву являются фосфорные удобрения.

В Узбекистане, как известно, основной сельскохозяйственной культурой является хлопчатник, потребляющий большое количество удобрений, в том числе и фосфорных. По обеспеченности минеральными удобрениями Узбекистан в стране занимает одно из первых мест.

По республике в настоящее время на 1 га посевов хлопчатника применяют в среднем азота — 242, фосфора — 109, калия — 69 кг действующего вещества. Дальнейшее повышение расхода азотно-фосфорно-калийных удобрений под эту культуру не обеспечивает значительной прибавки урожая хлопка-сырца.

Возможно, одним из лимитирующих факторов дальнейшего роста урожайности является фтор, вносимый совместно с фосфорными удобрениями. Так, в 1 т двойного суперфосфата содержится около 80 кг фтора, в простом суперфосфате — 122 кг, а в аммофосе, вырабатываемом из фосфоритов Кара-Тау, — 165 кг /4/. По нашим подсчетам, только за последние три пятилетки совместно с фосфорными удобрениями в почвы УзССР под сельскохозяйственные культуры внесено около 1 млн. т фтора.

Исследованиями, проведенными в различных почвенно-климатичес-

ких зонах страны, установлено, что внесение в почвы фтора снижает урожай сельскохозяйственных культур в среднем на 30%. Токсическое действие фтора ведет к общему расстройству обмена веществ у растений, задерживает рост корней, снижает интенсивность дыхания листьев, интенсивность фотосинтеза.

В работе /4/ отмечается, что фтор в большом количестве поглощается листьями из атмосферы, особенно вблизи крупных промышленных центров, а также заводов по производству алюминия, эмали, стекла, заводов по переработке фосфатной породы. В результате этого содержание фтора в растениях может возрастать в 10–100 раз. Так, в районе заводов по производству фосфорных удобрений, где в растениях, почвах и воздухе количество фтора превышало предельно допустимую концентрацию (ПДК) для человека и животных примерно в 20 раз, наблюдались заболевания животных и людей. ПДК фтора в ежедневном рационе животных: для овец – 50 мг/кг, коров – 30 мг/кг, свиней – 70 мг/кг, лошадей – 90 мг/кг, кур – 150 мг/кг. В районах алюминиевого завода растения поглощают в 500 раз больше фтора, чем в обычной местности, в результате чего становятся сильно токсичными для корма животных. В течение небольшого периода времени ПДК фтора для овец и крупного рогатого скота может быть повышено до 110 мг/кг не более 70 дней для овец и 180 дней для коров. Если коровы длительное время поедают траву, содержащую 30–50 мг фтора на 1 кг зеленой массы, они заболевают флюорозом, а при содержании фтора свыше 300 мг – гибнут.

ПДК фтора в воздухе населенных мест 0,02 мг/м³, в воде – 1,5 мг/л (2,0 мг/л для районов севера) и в растениях – 1 мг/кг.

Приведенные данные говорят о необходимости считаться с высоким уровнем фтора в большей мере, чем это было принято раньше. В условиях интенсивной химизации земледелия, предусматривающей широкое использование фосфорных фторсодержащих удобрений, следует осуществлять постоянный агрохимический контроль за содержанием в почве и растениях фтора, так как избыточное количество его в растениях, почве, воздухе представляет большую опасность для людей и животных.

Анализ имеющихся материалов показал полное отсутствие данных по распространению фтора в почвах аридной зоны СССР, в частности Узбекистана, а также поступлению его в растения и превращению фтора в почвах.

Целью настоящего исследования явилось изучение содержания фтора в почвах Ферганской долины в зависимости от генезиса, давности орошения, степени смывости и агрофона.

При выборе объекта исследования особое внимание было обращено на то, что Ферганская долина является наиболее крупным хлопкосеющим регионом республики, занимает обширную территорию, густо насе-

лена и характеризуется разнообразием климатических, геоморфологических и гидрогеологических условий, являющихся причиной формирования сложного почвенного покрова с многовековой культурой земледелия.

В Ферганской долине было заложено два почвенно-геоморфологических профиля: один в зоне пустынь по конусу выноса р. Исфара с охватом накальматированных почв в области распространения серо-бурых почв и луговых сазовых почв пустынной зоны с областями выклинивания, рассеивания и вторичного погружения грунтовых вод. Второй профиль заложен в сероземной зоне с охватом темных сероземов Нанайской подгорной равнины, типичных сероземов Янги-курган-Пишкаранской лессовой покатости и Гава-Чуст-Варзнькской впадины; светлых сероземов Наманганской и Кува-Андижанской гряды адиров и Кувасайского конуса выноса. Были заложены также почвенные разрезы в Сох-Исфаринском межконусном понижении.

Почвенные разрезы заложены осенью после окончания вегетационных поливов и внесения минеральных удобрений.

В этих почвах определялось содержание воднорастворимого фтора по /5/, так как наибольшую опасность для почв, растений и почвенных микроорганизмов представляют именно воднорастворимые токси-каны.

Полученный экспериментальный материал позволил составить картосхему содержания воднорастворимого фтора в пахотном горизонте орошаемых почв Ферганской долины (рисунок). На схеме не имеют цифрового обозначения участки неорошаемых земель и необследованной территории. Картосхема может быть использована при разработке планов мероприятий по охране почв.

Нашими исследованиями установлено, что целинные почвы пояса сероземов (светлые, типичные и темные сероземы и луговая сазовая почва) характеризуются наименьшим количеством воднорастворимого фтора, особенно в перегнойно-аккумулятивном горизонте.

С давностью освоения почв и при систематическом применении фосфорных удобрений концентрация фтора в пахотном горизонте увеличивается в несколько раз (табл. I).

Почвы сероземного пояса по сравнению с таковыми пустынной зоны в два раза и более обогащены фтором в силу различия минералогического состава их почвообразующих пород.

Количество слюдястых минералов – носителей фтора в горных породах северо-восточной части Ферганы – в 10–15 раз выше, чем в осадочно-метаморфических породах южной части ее /3/.

Распределение воднорастворимого фтора по генетическим горизонтам почв стоит в тесной зависимости от изменения механического состава: чем больше илистых фракций, тем более обогащена почва фтором.

Установлена четкая зависимость содержания воднорастворимых форм фтора от засоленности генетических горизонтов почв: чем больше степень засоления, тем больше содержится фтора.

В гидроморфных почвах наибольшее содержание воднорастворимого фтора приходится на горизонт В. Иллювиальный горизонт (Вк), нередко выступающий в роли аккумулятора мигрирующего вниз по профилю фтора, становится таковым не только в силу утяжеления механического состава, но и обогащенности полуторными окислами, которые удерживают от вымывания большие количества фторидов.



Содержание воднорастворимого фтора (мг/кг) в пахотном горизонте орошаемых почв Ферганской долины:

1 - сероземы темные староорошаемые Нанай-Караванской пролювиальной покато́й равнины - 2,8-3,5; 2 - сероземы типичные староорошаемые скелетно-мелкоземистые Гава-Чуст-Варзыкской подгорной равнины и Янгикурбан-Пишкаранской лессовой равнины - 2,8-3,3; 3 - сероземы светлые Наманганской и Андижанской гряды адыров староорошаемые - 2,4-7,0; 4 - то же новоорошаемые - 0,7-1,0; 5 - накольматированные серо-бурой зоны староорошаемые - 2,6; 6 - луговые сазовые староорошаемые Сохского и Исфаринского конусов выноса - 2,4-5,5; 7 - то же новоорошаемые - 2,5-8,3; 8 - серо-бурые на пролювии третичных пород - 3,2. 1-3 - почвы сероземного пояса, 5-7 пустынной зоны

Степень смывости почв на распределение воднорастворимого фтора по почвенному профилю оказала своеобразное влияние: намытые разности почв более обогатены элементом, чем сильносмывтые их анало-

Таблица 1

Изменение содержания воднорастворимого фтора
в староорошаемых почвах при длительном
применении фосфорных удобрений, отн. %

Горизонт	Сероземы		
	темные	типичные	светлые
Верхний пахотный, Ап	270	610	412
Переходный карбонатный, Вк	250	225	270
Почвообразующая порода, С	182	207	294

П р и м е ч а н и е. За 100% принято содержание фтора в соответствующих горизонтах целинных почв.

Таблица 2

Изменение содержания воднорастворимого фтора
в намытых почвах, отн. %

Горизонт	Возделываемая культура	
	хлопчатник	люцерна
Верхний пахотный, Ап	14	57
Верхний подпахотный, Ап/п	16	30
Переходный налкарбонатный, В	14	17
Переходный карбонатный, Вк	10	22
Почвообразующая порода, С	9	51

П р и м е ч а н и е. За 100% принято содержание фтора в соответствующих горизонтах слабосмытых староорошаемых светлых сероземов.

ги (табл. 2). Одна из причин этого кроется, по-видимому, в том, что под действием эрозионных процессов полностью смывается верхний гумусированный горизонт и на дневную поверхность выходит обогащенный карбонатами горизонт (Вк). Он является своего рода экраном для фиксации поступающих в почву фтористых соединений. Карбонаты кальция и магния в щелочной среде легко осаждают фториды, переводят их в труднорастворимые соединения (CaF_2 , MgF_2) и тем самым затрудняют дальнейшую миграцию фторидов по склону.

Таким образом, давность орошения и систематическое применение фосфорных удобрений ведут к накоплению в карбонатных почвах фторидов. Богатство почв аридной зоны кальцием и магнием не устраняет опасность миграции по почвенному профилю фтористых соединений и загрязнения последними грунтовых, дренажных и оросительных вод, так как растворимость CaF_2 и MgF_2 значительно превышает ПДК фтора в воде.

В обстановке все возрастающего загрязнения окружающей среды мы обязаны сохранить за почвами выполнение ее основной функции – обеспечивать нормальные условия жизнедеятельности сельскохозяйственных культур. Поэтому перед Министерством промышленности по производству минеральных удобрений СССР необходимо поставить вопрос об обезфторивании фосфорных удобрений. Этот вопрос требует срочного и безотлагательного решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В и н о г р а д о в А. П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Наука. – 1957. – 237 с.
2. Г а б о в и ч Р. Д. Фтор и его гигиеническое значение. – М.: Медгиз. – 1957. – 251 с.
3. О л ю н и н В. Н., С о к о л о в а Е. И. О минералогическом составе некоторых лессовидных отложений предгорных районов Ферганы // Труды Института географии АН СССР. – 1960. – Т. 80. – С. 118–123.
4. П а ш о в а В. Т. Фтор в почве и растениях // Агрохимия. – 1980. – № 10. – С. 165–171.
5. П о с т у п л е н и е фтора в почву и растения и методы его определения /Е.В.Седова, А.А.Шаймухамедова, Н.В.Соколова и др.// Агрохимия. – 1984. – № 6. – С. 113–119.

Г.С.ХАДЖИБАЕВА, М.А.МАХМУДОВ,
З.Д.КАРИМОВ, С.В.АРУТЮНОВА

К ВОПРОСУ О ВРЕДНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫБРОСОВ АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА НА ЗДОРОВЬЕ НОВОРОЖДЕННЫХ

Сариасийский район Сурхандарьинской области в течение последних 10 лет подвержен воздействию выбросов Таджикского алюминиевого завода (ТадаЗа), оказывающих неблагоприятное действие на растительный и животный мир. В литературе имеются сведения о способности фтористых соединений, содержащихся в газообразных отходах алюми-

вого производства, вызывать ухудшение состояния здоровья человека /I-3/. В то же время отсутствуют сообщения о влиянии этих соединений на генеративную функцию женщин и здоровье новорожденных.

Нами проведено изучение клинико-статистических показателей перинатальной смертности, некоторых заболеваний новорожденных в Сариясийском районе и для сравнения - в Джаркурганском районе. Предварительный анализ дает основание считать, что в обоих районах национальный состав, уклад жизни, медицинское обслуживание населения находятся примерно на одном уровне. Ведущей культурой в хозяйствах обследуемых районов является хлопчатник, при выращивании которого применяется одинаковый состав и количество пестицидов на I га пашни. Но Джаркурганский район находится от ТадаЗа на расстоянии 140 км.

В ходе клинико-статистического анализа показателей неонатальной службы изучено 18315 историй развития новорожденных. Из них в Сариясийском районе проанализировано 10255 и в Джаркурганском районе - 8060 историй. Использованные выборки репрезентативны, так как составили более 70% всех родившихся в Сариясийском и Джаркурганском районах.

Проведенные исследования показали, что после начала активного функционирования алюминиевого завода в Сариясийском районе достоверно возрос показатель перинатальной смертности с $18,05 \pm 2,07$ в 1980 г. до $23,77 \pm 1,95$ в 1987 г. (табл. I). Достоверно увеличилось за тот же период количество новорожденных с аномалиями развития (с $9,63 \pm 1,52$ до $17,21 \pm 1,66$) более чем в три раза - рождение детей с пониженным весом (с $4,81 \pm 1,07$ до $16,39 \pm 1,62$), заметно чаще стали наблюдаться случаи заболевания новорожденных пневмонией. Установлено также увеличение более чем в II раз числа случаев рождения детей с инфекциями кожи и подкожной клетчатки (с $0,96 \pm 0,48$ до $10,98 \pm 1,33$), что может рассматриваться как одно из свидетельств снижения иммунологической резистентности рожениц и новорожденных.

Сравнение показателей по Сариясийскому и Джаркурганскому районам за 1987 г. также выявило достоверное превышение в Сариясийском районе перинатальной смертности ($23,77 \pm 1,95$ против $15,20 \pm 1,77$), врожденных аномалий развития ($17,21 \pm 1,66$ против $8,74 \pm 1,34$), инфекций кожи подкожной клетчатки ($10,98 \pm 1,33$ против $0,83 \pm 0,42$).

Учитывая, что фтористые соединения способны ингибировать ферментативные процессы организма человека, в том числе фетоплацентарного комплекса, причину превышения ранней детской смертности в Сариясийском районе можно объяснить неблагоприятными условиями внутриутробного развития и, как следствие, рождением ребенка со сниженными адаптационными резервами.

Другим важным фактом является установленное нами значительное

увеличение за период 1980–1987 гг. частоты преждевременных родов и связанного с этим рождения недоношенных детей в Сариясийском районе (табл. 2). В этой же таблице представлены повторяемость и доверительные интервалы упомянутого показателя для Джаркурганского района.

Таблица I

Изменение частоты некоторых заболеваний и перинатальной смертности среди новорожденных Сариясийского района с 1980 по 1987 г.

Показатель	1980 г.			1987 г.			Коэффициент достоверности*
	число случаев	повторяемость, ед. на 1000 новорожденных	средняя ошибка показателя	число случаев	повторяемость, ед. на 1000 новорожденных	средняя ошибка показателя	
Рождение детей	4154			6101			
Перинатальная смертность	75	18,05	2,07	145	23,77	1,95	2,011
Врожденные аномалии	40	9,63	1,52	105	17,21	1,66	3,368
Внутриутробная гипотрофия	20	4,81	1,07	100	16,39	1,63	5,939
Пневмония	8	1,93	0,68	32	5,24	0,92	2,893
Инфекция кожи и подкожной клетчатки	4	0,96	0,48	67	10,98	1,33	7,086

* Табличное значение t -критерия при 5%-ном уровне значимости и соответствующем числе степеней свободы равно 1,98; 1,98; 1,98; 2,02; 2,00.

Из табл. 2 видно, что различия в повторяемости случаев рождения недоношенных детей в Сариясийском (1980 г.) и Джаркурганском (1981 г.) районах статистически незначимы – вычисленное значение критерия достоверности равно 0,415. В контрольном Джаркурганском районе также нет заметной разницы в показателях за 1981 и 1987 гг. ($t = 0,291$). Напротив, в Сариясийском районе, находящемся под

Таблица 2

Изменение частоты рождения недоношенных детей
в Сариасийском и Джаркурганском районах

Год	Сариасийский район			Джаркурганский район			Коэффициент достоверности различий по районам
	родилось детей (число случаев)	повторяемость, ед. на 1000 чел. населения	средняя ошибка показателя	родилось детей (число случаев)	повторяемость, ед. на 1000 населения	средняя ошибка показателя	
1980 [*]	4154 (n = 193)	46,46	3,27	3256 [*] (n = 158)	48,53	3,77	0,415
1987	6101 (n = 468)	76,71	3,41	4804 (n = 240)	49,96	3,14	5,771
Коэффициент достоверности различий за разные годы			6,403			0,291	

* Данные по Джаркурганскому району приведены за 1981 г.

воздействием вредных выбросов ТадаЗа в течение ряда лет, показатель преждевременных родов с 1980 по 1987 г. достоверно возрос (с $46,46 \pm 3,27$ до $76,71 \pm 3,41$, $t = 6,403$) и в 1987 г. достоверно превышал указанный показатель для Джаркурганского района ($76,71 \pm 3,41$ против $49,96 \pm 3,14$, $t = 5,771$).

Таким образом, нами установлено, что после начала активного функционирования Таджикского алюминиевого завода за период с 1980 по 1987 г. в Сариасийском районе Сурхандарьинской области Узбекской ССР повысились перинатальная смертность, рождение недоношенных и больных детей, а также детей с аномалиями развития. В контрольном Джаркурганском районе, не подвергающемся вредному воздействию выбросов алюминиевого завода, в 1987 г. отмечена существенно более благоприятная обстановка по этим же показателям, а частота рождения недоношенных детей сохранилась на уровне 1981 г. Одной из вероятных причин ухудшения данных по неонатальной службе в Сариасийском

районе можно считать вредное воздействие выбросов алюминиевого завода на экологическую обстановку и, в частности, на генеративную функцию женщин.

Авторы статьи выражают благодарность врачам Н.Н.Кучиной и В.А.Долговой за помощь в сборе материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А н д р е а с я н А. А. Некоторые данные об электрокардиографических изменениях у работниц, подвергавшихся воздействию соединений фтора. Флюороз и его профилактика. — Свердловск: Б.и., 1967, с. 68—69 (цитировано по книге Окунева В.Н., Смоляра В.И., Лаврушенко Л.Ф. "Патогенез, профилактика и лечение фтористой интоксикации". — Киев: Здоров'я. — 1987. — С. 143).
2. К а с ь я н е н к о А. С. Влияние фтора окружающей среды на здоровье населения в условиях Бучакской гидрогеохимической провинции // Врачебное дело. — 1978. — № 12. — С. 105—111.
3. С м о л я р В. И. Рост и некоторые показатели состояния здоровья детей в очагах эндемического флюороза // Гигиена и санитария. — 1982. — № 11. — С. 31—34.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

В. П. В ы с к р е б е н ц е в, Л. П. Я н и ч к и н, В. Г. К о н ю х о в. О методическом подходе к разработке долгосрочного прогноза загрязнения воздуха	3
Л. П. Я н и ч к и н. Долгосрочный прогноз загрязнения атмосферного воздуха в городах Ферганской долины	9
Н. Е. П а в л о в а. Прогноз уровня загрязнения воздуха пылью в г. Яване в связи со строительством цементного комбината	22
Л. П. Я н и ч к и н. Тесты для логического контроля исходных данных об источниках загрязнения атмосферного воздуха	26
К. Э. Ц е р ф а с. К методу расчета потенциала загрязнения атмосферы	29
А. И. И с а к о в. Влияние метеорологических условий на загрязнение атмосферы Ферганской долины	33
О. А. С м о л ь к о в а. Анализ состояния загрязнения снежного покрова для зональной оценки загрязнения атмосферы г. Ташкента	44
Ю. Н. Ф е д о р о в. К вопросу об инженерно-экологическом зонировании территории Туркменской ССР	49
В. Н. Т а л ь с к и х. Естественные и антропогенные изменения биоценозов перифитона в водотоках Среднеазиатского региона	56
В. Н. Т а л ь с к и х, З. А. М у с т а ф а е в а. Санитарно-экологическая характеристика водотоков бассейна р. Сырдарьи по показателям перифитона	79
О. А. С м о л ь к о в а. Влияние атмосферных выпадений на загрязнение рек малого водосбора хлорорганическими пестицидами	99
К. В. А н а н ь е в а, О. В. В и ш н е в с к а я, В. А. Д у д ч е н к о. Загрязнение хлорорганическими пестицидами почв и поверхностных вод Узбекистана	103
И. Б. Ф е д о т ь е в а, Г. С. Х а д ж и б а е в а, Р. В.	

Т о р я н и к о в а, С. А. Н и ш а н х о д ж а е в а. Соде- ржание остаточных количеств хлорорганических пестицидов в хлоп- це-сырце, хлопковом волокне и семенах на хлопкоочистительных заводах	110
М. М. А л и е в а, З. Л. Х а и д м у х а м е д о в а. Изме- нения содержания воднорастворимого фтора в почвах под влиянием агроэкологических факторов	115
Г. С. Х а д ж и б а е в а, М. А. М а х м у д о в, З. Д. К а - р и м о в, С. В. А р у т ю н о в а. К вопросу о вредном воз- действии выбросов алюминиевого завода на здоровье новорожден- ных	121

Сборник научных трудов

Труды САНИТМИ, вып. 138(219)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
СРЕДНЕАЗИАТСКОГО РЕГИОНА.
МЕТОДЫ ПРОГНОЗА И ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ

Редактор Т.С.Тихонова

Техн. редактор Н.А.Низяева

Корректоры А.М.Меретукова, Л.Б.Афанасьева

Подписано к печати 6.06.90 г. Т - 03403
Формат 60x90¹/₁₆ Бумага картограф. Печать офсетная
Усл.печ.л. 8,5 Усл.кр.-отт. 8,76 Уч.-изд.л. 8,87
Тираж 490 Зак. 769 Индекс М-М-196
Цена 55 к.

Московское отделение Гидрометеоздата
123436 Москва, ул. Маршала Рыбалко, 8
ФООП ВНИИТМИ-МЦД
249020 Обнинск, ул. Королева, 6

О методическом подходе к разработке долгосрочного прогноза загрязнения воздуха. В ы с к р е б е н ц е в В. П., Я н и ч к и н Л. П., К о н ю х о в В. Г. Труды САНИГМИ, 1990, вып. 138(219), с. 3-9.

Представлены особенности разработки долгосрочного прогноза загрязнения атмосферного воздуха с применением статистического метода. Предложен вариант подхода к оценке прогнозируемых выбросов, учитывающий изменение численности населения в рассматриваемом городе.

Табл. 1. Библи. 8.

Долгосрочный прогноз загрязнения атмосферного воздуха в городах Ферганской долины. Я н и ч к и н Л. П. Труды САНИГМИ, 1990, вып. 138(219), с. 9-22.

Представлены результаты долгосрочного прогноза загрязнения атмосферного воздуха в городах Ферганской долины до 2010 г. Прогноз разработан с применением статистического и экстраполяционного методов. Проанализированы соотношения между объемами выбросов, концентрациями вредных примесей в воздухе и численностью населения.

Табл. 4. Библи. 5.

Прогноз уровня загрязнения воздуха пылью в г. Яване в связи со строительством цементного комбината. П а в - л о в а Н. Е. Труды САНИГМИ, 1990, вып. 138(219), с. 22-25.

Получены прогнозные данные загрязнения воздуха в г. Яване пылью на период 1991-2010 гг. без учета и с учетом ввода в строй нового цементного комбината.

Табл. 1.

Тесты для логического контроля исходных данных об источниках загрязнения атмосферного воздуха. Я н и ч - к и н Л. П. Труды САНИГМИ, 1990, вып. 138(219), с.26-29.

Предложены тесты для логического контроля данных об источниках загрязнения атмосферы. Тесты могут быть применены как в "ручном", так и в автоматизированном режиме. Ил. 1. Библ. 3.

УДК 551.510.04

К методу расчета потенциала загрязнения атмосферы. Ц е р ф а с К. Э. Труды САНИГМИ, 1990, вып. 138(219), с. 29-33.

Приводится анализ формулы ГГО для расчета потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА). Дается предел применимости этой формулы и предлагается способ расчета ПЗА для случаев, когда формула ГГО не может быть применена. Ил. 1. Библ. 3.

УДК 551.510.41

Влияние метеорологических условий на загрязнение атмосферы Ферганской долины. И с а к о в А. И. Труды САНИГМИ, 1990, вып. 138(219), с. 33-44.

Приводятся повторяемости слабых и опасных скоростей ветра в градациях 0-3 и 4-7 м/с, вычисленные по данным за период наблюдений с 1975 по 1984 г. за ветром на 32 метеорологических станциях Ферганской долины.

Произведено районирование территории Ферганской долины по повторяемости слабых ветров и по потенциалу загрязнения атмосферы от низких источников выбросов.

Табл. 5. Ил. 3. Библ. 4.

Анализ состояния загрязнения снежного покрова для зональной оценки загрязнения атмосферы г. Ташкента.
С м о л ь к о в а О. А. Труды САНИТМИ, 1990, вып. 138(219), с. 44-48.

Рассмотрена возможность использования результатов изучения загрязнения снежного покрова для оценки уровня загрязнения атмосферы г. Ташкента. Показано, что результаты исследования состояния загрязнения снежного покрова контрастнее отражают пространственную структуру загрязнения воздуха по сравнению с прямым изучением уровня загрязнения атмосферы на отдельных стационарных пунктах.

Табл. 2. Библ. 9.

К вопросу об инженерно-экологическом зонировании территории Туркменской ССР. Ф е д о р о в Ю. Н. Труды САНИТМИ, 1990, вып. 138(219), с. 49-56.

Представлена оценка экологической ситуации на территории Туркменской ССР с точки зрения устойчивости природных комплексов и состояния атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв. Сделан вывод, что благоприятных территорий в Туркменистане нет.

Табл. 4. Библ. 5.

Естественные и антропогенные изменения биоценозов перифитона в водотоках Среднеазиатского региона. Т а л ь - с к и х В. Н. Труды САНИГМИ, 1990, вып. 138(219), с. 56-78.

На основе комплексной экологической классификации обследованные водотоки или их участки отнесены к определенным санитарно-экологическим типам и выстроены в один экологический ряд с возрастающим уровнем загрязнения. В указанном ряду хорошо прослеживаются основные направления в изменении таксономической, функциональной и временной структур перифитонных сообществ под влиянием комплекса различных факторов. На этой основе становится возможным организовать контроль над экологическим состоянием водотоков по структурно-функциональным показателям перифитона.

Табл. 4. Библ. 7.

Санитарно-экологическая характеристика водотоков бассейна р. Сырдарьи по показателям перифитона. Т а л ь - с к и х В. Н., М у с т а ф а е в а З. А. Труды САНИГМИ, 1990, вып. 138(219), с. 79-99.

С помощью индекса Хорасавы, индекса сапробности, биотического перифитонного индекса, комплекса доминантных видов биоценозов перифитона и концепции санитарно-экологических групп водотоков впервые проведено экологическое зонирование основных водотоков бассейна р. Сырдарьи.

Табл. I. Библ. 7.

Влияние атмосферных выпадений на загрязнение рек малого водосбора хлорорганическими пестицидами. С м о - л ь к о в а О. А. Труды САНИГМИ, 1990, вып. 138(219), с. 99-102.

Рассмотрено влияние атмосферных осадков на загрязнение рек малого водосбора (Кызылча, Бошкызылсай) хлорорганическими пестицидами. Показано, что основное загрязнение рек происходит за счет накопления хлорорганических пестицидов в атмосферных осадках (снежный покров), формирующих поверхностный сток в период весеннего половодья, и находится в прямой зависимости от объема водного стока.

Табл. 2. Ил. 1. Библ. 10.

Загрязнение хлорорганическими пестицидами почв и поверхностных вод Узбекистана. А н а н ь е в а К. В., В и ш н е в с к а я О. В., Д у д ч е н к о В. А. Труды САНИГМИ, 1990, вып. 138(219), с. 103-109.

Описан уровень загрязнения почв и поверхностных вод Узбекистана α - и β -изомерами ГХЦГ, а также ДДТ и ДДЭ. Показано, что последствия чрезмерного использования хлорорганических пестицидов носят неоднозначный характер, передозировка ГХЦГ в большей степени сказывается на загрязнении поверхностных вод, ДДТ - на загрязнении почв. Рост соотношения ДДТ к ДДЭ свидетельствует о продолжающемся применении ДДТ в сельскохозяйственной практике.

Табл. 2. Ил. 4. Библ. 4.

Содержание остаточных количеств хлорорганических пестицидов в хлопке-сырце, хлопковом волокне и семенах на хлопкоочистительных заводах. Федотьева И. Б., Хаджибаева Г. С., Торяникова Р. В., Нишанходжаева С. А. Труды САНИГМИ, 1990, вып. 138(219), с. 110-115.

Изучено содержание хлорорганических соединений (ХОС) ГХЦГ и ДДТ в хлопке-сырце, хлопковом волокне, семенах и пыли в производственных помещениях на хлопкоочистительных заводах Узбекистана и Казахстана.

Показано, что концентрация ХОС в хлопке-сырце, хлопковом волокне и семенах увеличивается с понижением сорта и при переходе от ручного способа уборки к машинному. Содержание ХОС в хлопковой пыли выше, чем в волокне.

Табл. 3. Библи. 3.

Изменения содержания воднорастворимого фтора в почвах под влиянием агроэкологических факторов. А л и е в а М. М., Х а и д м у х а м е д о в а З. Л. Труды САНИТМИ, 1990, вып. 138(219), с. 115-121.

Приводятся данные по содержанию воднорастворимого фтора в основных почвах Ферганской долины в зависимости от давности освоения и сельскохозяйственного бонитета. Показано, что различия в содержании фтора в почвах сероземного пояса и пустынной зоны региона связаны с минералогическим составом почвообразующих пород. Составлена карто-схема распределения фтора в почвах Ферганской долины.

Табл. 2. Ил. 1. Библ. 5.

К вопросу о вредном воздействии выбросов алюминиевого завода на здоровье новорожденных. Х а д ж и б а е -
в а Г. С., М а х м у д о в М. А., К а р и м о в З. Д.,
А р у т ю н о в а С. В. Труды САНИГМИ, 1990, вып.
138(219), с. 121-125.

Приводятся результаты сравнения статистических показателей повторяемости случаев перинатальной смертности и некоторых видов заболеваний новорожденных в Сариасийском и Джаркурганском районах Сурхандарьинской области Узбекистана. Сделан вывод о достоверном различии этих показателей в сравниваемых районах. Возможной причиной ухудшения показателей в Сариасийском районе является загрязнение атмосферного воздуха выбросами Таджикского алюминиевого завода.

Табл. 2. Библи. 3.