

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ГЛАВНОЕ КООРДИНАЦИОННОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ
УПРАВЛЕНИЕ «УЗБЕКГЕОЛОГИЯ»
СРЕДНЕАЗИАТСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛЬНОГО
СЫРЬЯ (САИГИМС)

МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И
ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Ташкент — 1988

ВВЕДЕНИЕ

Мониторинг ПВ и ЭП входит в структуру "Литомониторинга СССР" как отраслевую систему и все разработки института ГИДРОИНГЕО в этом направлении соответствуют программе ее исследований.

В сборнике "Мониторинг подземных вод и экзогенных процессов" продолжена проблема мониторинга, как альтернатива традиционным методам наблюдений за состоянием геологической среды. Под мониторингом подземных вод следует понимать специальную систему наблюдений, позволяющую осуществлять слежение за процессами, возникающими в подземных водах под влиянием антропогенных воздействий, давать оценку существующего состояния подземных вод и выполнять прогноз его изменения в целях регионального использования и управления водными ресурсами.

В разделе о мониторинге подземных вод в условиях орошения рассматриваются следующие задачи: 1) изучение региональных закономерностей многолетнего "естественного" и нарушенного деятельностью человека режима и баланса, химсостава и качества с целью обнаружения негативных последствий; 2) наблюдения и контроль за уровнем загрязнения и истощения подземных вод в районах, подверженных антропогенному воздействию; 3) анализ и обобщение гидрорежимной информации с целью оценки состояния режима и качества подземных вод и др.; 4) составление гидрогеологических прогнозов; 5) обеспечение нужд народного хозяйства систематической и оперативной информацией.

Актуальными остаются также проблемы: обоснование региональных створов и создание наблюдательной сети на них, комплексирование и совершенствование технических средств, которые решаются с применением новых методов. Впервые рассматриваются предельно допустимые значения гидродинамического давления в оползневых массивах, взаимосвязь между характером изменений механических свойств пород и критических пределов состояния массивов на МПИ. Создана сеть мониторинга в районах горнодобывающих предприятий, горных условиях Киргизии. В комплексе с наземными исследованиями на региональных и локальных полигонах определяются возможности аэрокосмического мониторинга.

В.П.Ким

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ОПОЛЗНЕВОЙ
ПРОЦЕСС ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ЭП
В АНГРЕНСКОМ ПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ

Ангренское бурогольное месторождение, на базе которого развился промышленный район, отрабатывается глубоким карьером, расположенным ниже горного водохранилища, при одновременной отработке шахты под высокими отвалами и подземной газификации угля (ПГУ) с выработанным пространством. Под влиянием горных работ и эксплуатации водохранилища активизировались древние оползни (Верхнетуркский, Туркский, оползень на участке горелых пород, Шахтный, Загасанский, Багаранский) и образовались новые (Атчинский, Апартакский, оползень на северном борту углераза).

При современном уровне эксплуатации месторождения динамика перечисленных оползней определяется в основном техногенным воздействием. Наиболее наглядно это можно проследить на примере глубокого Загасан-Атчинского оползня скольжения в глинистых отложениях мезозоя-кайнозоя, расположенного у карьерного поля в зоне горного отвода станции ПГУ и шахты [1]. Наблюдения за комплексом природных и техногенных оползнеобразующих факторов ведутся на оползне с 1974 г. Динамика оползня по характерному реперу Новый Багаран отражена на рисунке.

Для учета одновременного воздействия на оползневой процесс ряда факторов и выявления из них наиболее существенных выполнен корреляционно-регрессионный анализ результатов наблюдений за 1974-1986 гг. Задача решалась на ЭВМ ЕС по программе "Отбор".

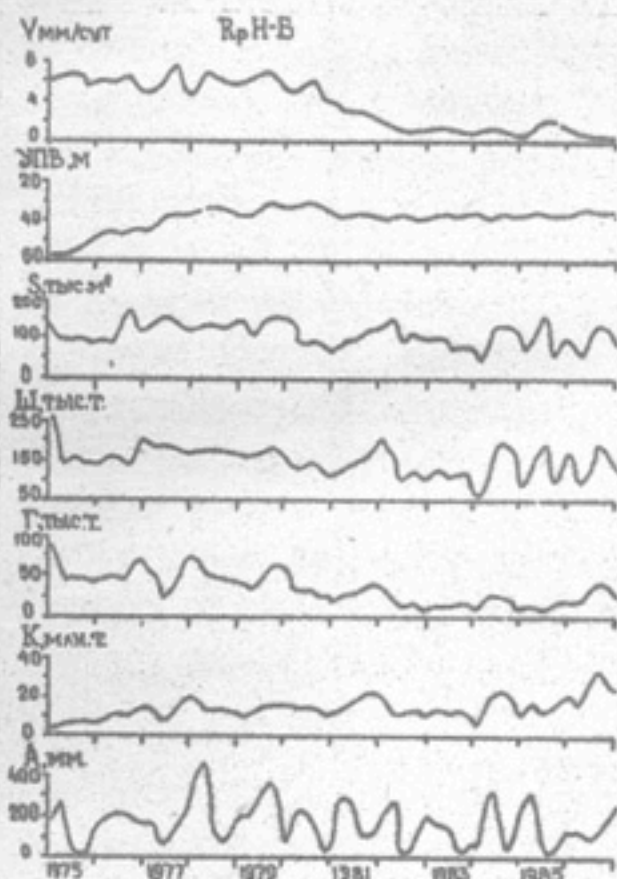
Зависимость скорости смещения оползня от количества атмосферных осадков, уровня подземных вод (УПВ), объема отсыпки контрфорса, ПГУ, шахтной добычей и расчетной площадью карьера выражается матрицей парных коэффициентов корреляции (таблица). Связи рассматриваемых факторов характеризуются различной степенью устойчивости, значения коэффициентов корреляции изменяются от 0,021 до 0,7.

Оценка коэффициента корреляции при помощи статистики Фишера свидетельствует о том, что связь скорости смещения с УПВ, отсыпкой контрфорса, добычей угля шахтой и площадью карьера существенно не отличается от предполагаемого коэффициента корреляции в общей совокупности при 0,01% уровне значимости. Взаимосвязь смещения с ПГУ устойчи-

ва при 0,001% уровне значимости, а с количеством атмосферных осадков только при 0,1%. Взаимосвязь УПВ с атмосферными осадками не достоверна, с отсыпкой контрфорса и ПГУ устойчива при 0,01% уровне значимости, а с шахтной добычей и площадью карьера при 0,05% уровне значимости, что вполне объяснимо. Отсыпка контрфорса и ПГУ осуществляется непосредственно на площади оползня, а влияние карьера и шахты стало сказываться в последние годы с приближением их к границе оползня. До 1982-1983 гг. коэффициент корреляции между УПВ и площадью карьера не превышал 0,2.

Оценка вклада факторов осуществлена с использованием пошаговой процедуры по F критерию [2]. Для каждого

Графики изменения динамики оползня (V), уровня подземных вод (УПВ), количества атмосферных осадков (A), объемов отсыпки контрфорса (K), газификации ($Г$), производительности шахты ($Ш$) и площади карьера (S).



аргумента рассчитаны значения F , которые составили для атмосферных осадков - 2,12, УПВ - 9,0, контрфорса - 8,9, ПГУ - 39,4, шахты - 9,2 и карьера - 9,5.

Сопоставление вычисленных F с критическим значением $F_{кр}$ по таблице квантилей распределения Фишера при 5% уровне значимос-

Матрица парных коэффициентов корреляции
и рассчитанных статистик Фишера ($N=43$)

Скорость осадки V , мм/сут	УПВ Н, м	Отсыпка: контрфорса млн. т	Газификация: К, угля тыс. т	Добыча: угля, шахты тыс. т	Расчетная площадь карьера: S_K , тыс. м ²	Статистики Фишера Z							
						V	A	H	K	Γ	Π	S_K	
1,0	0,222	0,424	-0,422	0,700	0,428	0,434	1,0	0,226	0,452	0,450	0,867	0,457	0,464
	1,0	-0,109 [*]	0,224	0,285	0,252	0,257		1,0	-0,109	0,228	0,293	0,257	0,263
		1,0	-0,486	0,453	0,314	0,311			1,0	-0,531	0,488	0,325	0,111
			1,0	-0,021 [*]	0,221	0,161 [*]				1,0	-0,021	0,223	0,168
				1,0	0,703	0,510					1,0	0,871	0,562
					1,0	0,753						1,0	0,979
						1,0							1,0

*Примечание. При 5% уровне значимости связь не достоверна; $Z_{0,05} = 0,263$,
 $Z_{0,01} = 0,401$, $Z_{0,001} = 0,536$.

ти свидетельствует о том, что вклады факторов за исключением атмосферных осадков существенны. Атмосферные осадки, для которых $F' = 2,12 < F'_{кр} = 4,1$, необходимо исключить из набора переменных.

Подземная газификация угля, характеризующаяся максимальным значением F' , является в данном случае наилучшим регрессором. Далее по степени значимости вкладов следует присоединить к нему карьер и шахту. Значения F' для УПВ и контрфорса близки между собой, что указывает на одинаковую долю вкладов этих факторов. Однако, учитывая зависимость УПВ от рассматриваемых техногенных факторов и, в первую очередь, от объема отсыпки контрфорса ($r = -0,486$), в набор переменных необходимо включить только отсыпку контрфорса.

Таким образом, выполненная количественная оценка комплекса оползнеобразующих факторов методом множественной корреляции свидетельствует о том, что динамика Загасан-Атчинского оползня зависит только от уровня техногенного воздействия.

Уравнение регрессии зависимости скорости смещения от объема отсыпки контрфорса, производительности ШУ, шахтной добычи и площади карьера имеет вид:

$$V = 0,416 K + 0,04 Г + 0,01 Ш + 0,02 S_K - 7,25$$

при множественном коэффициенте корреляции $R = 0,92 \pm 0,3$ и среднеквадратичном отклонении полученной связи $\sigma_y = 0,98$.

Значения R и σ_y свидетельствуют о достаточной надежности полученного уравнения связи, что дает основание использовать ее в прогнозных целях. В статистический анализ включен временной ряд, заканчивающийся IOI циклом наблюдений (декабрь 1986 г.).

По результатам наблюдений 1987 г. выполнена оценка достоверности прогнозной модели. Скорость смещения оползня на IO2 цикл наблюдения (II.03.87 г.) составила 2,19 мм/сут.

Подставляя значения факторов за прошедшее время в прогнозируемый IO2 цикл, получим скорость смещения 2,84 при 2,19 мм/сут в натуре. Ошибка прогноза не превышает 30%. Хорошая сходимость прогноза позволяет использование разработанной математической модели зависимости скорости смещения от уровня техногенного

воздействия при необходимой ее информационной обеспеченности в качестве постоянно действующей модели в системе мониторинга ЭП.

Л и т е р а т у р а

1. Н и я з о в Р.А. Формирование крупных оползней Средней Азии. - Ташкент: Фан, 1982, с.77-138.
2. Р а д и о н о в Д.А. Справочник по математическим методам в геологии. - М.: Недра, 1987.

УДК 624.131.1:551.311(575.2)

В.П.Гостев

СОЗДАНИЕ ОСНОВ МОНИТОРИНГА ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЕВЕРНОЙ КИРГИЗИИ

На территории Северной Киргизии необходимость создания специализированной системы слежения за изменениями геологической среды связана с тем, что за последнее время в результате интенсивного антропогенного воздействия произошли и происходят значительные изменения природных компонентов: активизировалось проявление древних и возникновение новых оползней, усилилась селевая деятельность горных рек, расширились площади развития эрозионных, суффозионных и других процессов. Наиболее актуально решение проблемы мониторинга для зон, где созданы крупные водохозяйственные и горнодобывающие комплексы (водохранилища, каналы, карьеры), оказывающие влияние на несколько десятков и сотен квадратных километров; немаловажную роль на изменение геологической среды оказывают региональные рекреационные зоны такие, как Иссык-Кульская и др. Это территории, где деятельность человека уже сегодня интенсивно влияет на развитие инженерно-геологических процессов и в будущем будет влиять еще больше, а следовательно, есть возможность, используя накопленную и новую информацию, обеспечить правильный выбор инженерно-геологических полигонов для отработки методов наблюдений и

производства систематического слежения за процессами с целью управления ими. Таким образом, система мониторинга позволит производить непрерывное и неограниченное во времени слежение за изучаемыми объектами в целях обеспечения необходимого равновесия их.

Возможности рассматриваемого мониторинга могут быть реализованы в Северной Киргизии на базе развиваемой службы стационарных наблюдений за динамикой экзогенных процессов. В системе этой службы особое место принадлежит сети наблюдательных и опорных участков.

В настоящее время на первом этапе организации мониторинга экзогенных геологических процессов в Северной Киргизии оборудованы стационарные участки: за эрозией, оврагообразованием и плоскостным смывом в предгорьях Киргизского хребта Чуйской впадины (бассейн р. Арчалы); за процессами осыпания, обваливания в пределах Боомского ущелья (железная дорога Фрунзе-Рыбачье); за процессами оползания в пределах Иссык-Кульской котловины (участок Аксу-1 - блоковый оползень, участок Аксу-2 - оползень-обвал - как фактор формирования прорывных селей) и Чуйской долины (оползни в бассейне р. Беррикен).

Роль полигонов в системе предлагаемой структуры мониторинга будет состоять в обеспечении данных о состоянии геологической среды в зонах интенсивного хозяйственного использования, куда могут войти и нижеуказанные участки прежних работ. В основу организации мониторинговой службы и ее осуществления в данном районе предлагается включить четыре группы наблюдений:

- а) инвентаризационные, показывающие начальное состояние и многолетние изменения геологической среды;
- б) ретроспективные, выявляющие тенденцию развития геологической среды (процессов) и их изменений;
- в) режимные, отражающие ежегодные колебания в системе наблюдаемых объектов и процессов;
- г) методические, направленные на совершенствование методов мониторинга.

В свете реализации широкого комплекса работ в системе предлагаемого мониторинга предусматривается осуществление ее на

соответствующих полигонах. Понимая под полигоном специально выделенные площади, на которых, с одной стороны, производится отработка методов и технических средств слежения за процессами, а с другой, — непосредственные режимные наблюдения за изменением геологической среды. Среди полигонов предлагается различать полигоны регионального и локального типов. Под полигоны первого типа следует выбирать обширные площади, замыкаемые в одной геоструктурной и орографической системе, испытывающие сложное взаимодействующее влияние разнородной хозяйственной деятельности человека. К таким полигонам могут быть отнесены: Иссык-Кульская депрессия, Чуйская впадина и пр. Полигоны второго типа предназначены для слежения за процессами, имеющими местный, чаще всего точечный характер и представляющие особый интерес в условиях конкретной местности. Как правило, эти полигоны включают наблюдения за изменениями отдельных компонентов геологической среды под влиянием конкретных видов воздействия, имеющих местное значение. Таким образом, полигоны регионального типа должны быть комплексные, основанные на фактах глубокой перестройки облика геологической среды при вовлечении ее в сферу хозяйственной деятельности; полигоны локального типа тоже имеют комплексный характер и в условиях горных районов Киргизии могут быть трехступенчатые: **и м п а к т н ы е, б у ф е р н ы е и ф о н о в ы е.**

В обосновании выбора мест размещения полигонов в настоящее время единого мнения нет, однако, обобщение ряда разработок в этом вопросе позволяет выделить несколько направлений: геосистемный, функционально-технический или антропогенно-структурный и масштабно-концентрационный. Вкратце они могут быть раскрыты следующим образом. Геосистемный подход построен на совокупностях взаимодействий геологической среды с объектами техногенеза. При этом подходе места организации полигонов и структурных подразделений определяются иерархическим построением подсистем и их компонентов. В границы полигонов могут войти либо вся система (региональный тип), либо ее подсистема (локальный тип). Антропогенно-структурный подход определяется возможностью охвата такой территории, для которой характеристика,

определенная направленностью, и степень изменения геологической среды, обусловленные как исторически сложившейся спецификой антропогенной "нагрузки", так и геоструктурными особенностями региона (района). Этот подход более конкретно выражает цель наблюдений по методу "от источника к среде". Суть этого метода будет заключаться в том, что карты инженерно-геологического содержания наносятся определенным образом протипизированные объекты освоения и показываются (также в типизированном виде) участки, где природная среда изменяется человеком. В результате такой картографической операции выявляются участки территорий, различные по воздействиям и по ответным реакциям геологической среды. Группировка и типизация таких участков связаны и с длительностью воздействия человека, и с характерными периодами времени, которые требуются для восстановления среды до некоторого подобия первоначального облика. Существенной частью такого анализа можно считать выделение на картах сочетаний народнохозяйственных объектов, их типизацию по функциональному признаку.

Масштабно-концентрационный подход определяется теснотой связи между расположением источников антропогенного воздействия, их характеристиками, полями концентрации формируемых процессов и их величинами. Все эти три подхода не исключают друг друга и могут быть использованы комплексно в решении задачи выбора полигонных площадей.

В структуре полигонов регионального и локального типа предлагается выделять три ступени обособления площадей, на которых можно вести наблюдения. Первая ступень будет включать всю площадь полигона и может быть охвачена аэрофосмическими средствами наблюдений; вторая ступень — опытными площадками, которые могут быть охвачены как аэрокосмическими, так и наземными средствами наблюдений; третья — эталонные участки, поддающиеся в основном наземным способом ведения режимных наблюдений.

Л и т е р а т у р а

1. К р и ц е л ь В.В., П о с т о е в Г.П. Наблюдательная сеть в системе мониторинга экзогенных геологичес-

ких процессов. Тез.докл.н.т.семинара "Мониторинг экзогенных геологических процессов". М., 1986. - С.64-65.

2. П у ш к а р е н к о В.П., Н и В.А. Структурно-информационный подход к мониторингу обвально-селевых процессов Шахмарданского и Андиканского полигонов.//Вопросы мониторинга экзогенных процессов/ Тр.ГИДРОИНГЕО. - Ташкент: САИГИМС, 1986. - С.12-22.

УДК 624.131.439.3

Ш.Х.Абдуллаев, В.Д.Минченко

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСНАЩЕНИЮ ЛОКАЛЬНЫХ ПОЛИГОНОВ СРЕДСТВАМИ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ, ПОРОВОГО ДАВЛЕНИЯ И ГЛУБИННЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Основой локального полигона, его базой, является технически развитая наблюдательная сеть. В зависимости от поставленных целей и решаемых задач наблюдения проводятся дифференцированно на региональной сети и опорных участках. Следовательно, и требования к измерительным средствам в значительной степени будут различаться. На региональной сети наблюдения проводятся за показателями, которые характеризуют общие региональные изменения геологической среды и используются для прогноза интенсивности влияния техногенного воздействия на геологическую среду. При этом оцениваются как фоновый, так и импактный уровни антропогенного воздействия.

Наблюдения на опорных участках призваны обеспечить контроль за эффективными факторами, объем информации, необходимой для функционирования постоянно действующих моделей, и выработку управляющих воздействий.

Главное условие успешного функционирования региональной и локальной сетей на опорных участках - непрерывность работы измерительных средств в течение длительного периода (5 лет и более). На опорных участках появляются дополнительные требования - автоматизация процесса измерений и передача информации.

Здесь на первый план выступает надежность приборов, т.е. прочность и простота конструкции, эффективность эксплуатации, безотказность и долговечность в работе.

Для обеспечения эффективности в работе приборов и интерпретации информации необходима комплексация средств измерения, чтобы имелась возможность использовать один прибор для нескольких параметров на одном интервале глубины и сопоставлять результаты на поверхности и глубине. Это необходимо во избежание значительных отклонений в измерениях (например, параметров движения массива на поверхности и глубине). В статье даются рекомендации по выбору определенного комплекса средств для измерений конкретного параметра, исходя из сформулированных требований к ним. Из параметров, за которыми необходимо вести наблюдения на полигонах, выбраны те, которые выполняют роль предвестников развития оползней. К ним можно отнести: общее грунтовое, нормальное и поровое давление, смещение в глубине массива. В случае отсутствия необходимых средств измерения даны предложения по пути совершенствования их разработки.

Средства измерения параметров напряжения (поровое и грунтовое давление). Изучение напряжений в массиве представляет собой важную составную часть инженерно-геологических исследований оползнеобвальных склонов, необходимых для установления механизма деформирования по характеру распределения зон сжатия, растяжения и сдвига.

Режимные измерения напряжений производят для контроля и заблаговременного предупреждения о возможной активизации оползневого процесса на относительно стабильных склонах для обеспечения нормального функционирования сооружений и выявления закономерностей его развития в период отсутствия деформаций на поверхности.

Средства измерения грунтового давления. Важное практическое значение при оценке состояния массива имеют горизонтальные сдвигающие напряжения. В свою очередь, они рассматриваются дифференцированно — на поверхности и глубине. Для определения горизонтальных напряжений на поверхности широко используется метод частичной разгрузки, сущность которого заключается в том,

что в результате проходки неглубокой скважины разгружаются напряжения в прилегающих к скважине грунтах, что выражается в соответствующем их перемещении.

Наиболее перспективными являются методики, разработанные ВСЕГИНГЕО и НИ "Геотест" (ЧССР). Технология оборудования наблюдательного пункта, измерения и интерпретация результатов достаточно подробно освещены в литературе (3,4). Опыт, накопленный в СССР и ЧССР, показывает, что измерения горизонтальных напряжений на поверхности методом частичной разгрузки позволяют оперативно определить напряжения в характерных точках массива, по которым можно дать оценку его состояния, выявить участки возможного развития деформаций, оценить эффективность защитных мероприятий, установить особенности механизма процесса.

Измерение горизонтальных напряжений в глубине массива производится с помощью датчиков грунтового давления в процессе зондирования или закладываемых в скважины. При зондировании производится измерение нормального давления, действующего в горизонтальной плоскости при помощи зонда, представляющего собой один из вариантов комплексирующего измерительного прибора. В настоящее время перспективные конструкции подобных зондов разработаны во ВСЕГИНГЕО, Гидропроекте, Норвегии, Швеции. В процессе задавливания зонда наряду с параметрами статического зондирования измеряются нормальное напряжение и поровое давление. Напряжение регистрируется в моменты остановки зондирования. Конструкция зондов, методика проведения испытаний и интерпретации данных подробно изложены в обобщающей работе Т.А.Грязнова (1).

В последнее время все большее распространение получают пластинчатые датчики грунтового давления, выполняемые в виде лопатки для облегчения при вдавливании в грунт и уменьшения влияния на результаты измерений степени нарушенности грунта. В СССР применяются датчики конструкции ЦНИИСК. Датчик может задавливаться как при зондировании с поверхности земли, так и с забоя скважины параллельно с бурением. Его использование эффективно при длительных режимных наблюдениях за изменением напряженного состояния во времени в грунтовом массиве.

Для установки датчика (лопатка Баранова) в массив разработа-

ны специальные устройства, обеспечивающие установку датчика на любой глубине с заданной ориентацией (2). Как один из вариантов датчика Баранова можно рассматривать плоский динамометр, применяемый в Италии (6). Его отличительной особенностью является возможность измерения начального давления грунта (сразу после внедрения) и по достижении деформации в 1 мм в результате перемещения под давлением воздуха чувствительной мембраны. Широко известен и плоский клапанный датчик давления фирмы Глетцель (ФРГ), действующий на гидравлическом принципе.

Наряду с лопастными прессиометрами нередко используются обычные цилиндрические прессиометры. В конце 70-х годов во Франции был разработан вариант самозабуривающегося прессиометра, что позволяет значительно уменьшить степень нарушенности естественного сложения.

Как показывает опыт, практически все рассмотренные средства измерения напряжений дают завышенные результаты, если не выдержан период релаксации возбуждаемых при внедрении грунтовых давлений до естественного состояния.

Этих недостатков в некоторой степени лишена разработанная в США ступенчатая лопатка для моментальных измерений грунтового давления без выдержки во времени (5).

Для характеристики пространственной изменчивости поля напряжений применяется поверхностная геофизика. Физической предпосылкой для использования данных методов является зависимость структуры и параметров того или иного геофизического поля от характеристик напряженного состояния массива. Наиболее тесные и физически обоснованные связи существуют между полем напряжений и полем упругих волн, вследствие чего наибольшими перспективами для изучения напряженного состояния массива обладают сейсмоакустические методы. Установленные теоретические соотношения между скоростями упругих волн и величиной действующих напряжений для различных модельных сред, в целом, подтверждаются экспериментально. Однако между теоретическими и экспериментальными зависимостями наблюдаются определенные расхождения, связанные с отличием реальных сред от модельных.

Наибольшими принципиальными возможностями обладает сейсмоакустический метод разгрузки. При его использовании составляю-

щие напряжения оцениваются по деформации контура горной выработки после ее проходки. При этом выполняется оценка: мощности ослабленной зоны вокруг выработки; модуля деформации напряженного массива; модуля деформации разгрузочного массива; коэффициент Пуассона нагруженного массива; пустотности (пористости, трещиноватости) нагруженного и разгруженного массива.

В случае отсутствия горных выработок с помощью сейсмоакустических методов возможна качественная оценка характера распределения напряжений в массиве по тому или иному направлению (сейсмическое профилирование, круговое сейсмическое зондирование, геоакустика).

Средства измерения порового давления. Второй важной составной частью поля напряжения, поддающегося измерению, является нейтральное напряжение, которому соответствует давление заполнителя в порах грунта. В настоящее время созданы средства измерения, фиксирующие давление отжатой поровой воды без учета газовой составляющей.

Измерение порового давления в массиве осуществляется приборами — поропьезометрами двух типов с открытой и закрытой гидравлической системой. Первые просты по конструкции, технологичны в исполнении, и более доступны. Основным недостатком их является высокая инерционность к изменениям гидравлической среды. Точность измерения давления достаточно высока и зависит от типа используемого уровнемера.

Поропьезометры закрытого типа отличаются способом измерения, который зависит от преобразователя давления. Выделяется пять основных разновидностей: пневматические, гидравлические, трансформаторные (индукционные), струнные, тензометрические. Они сложны в конструктивном отношении и процессе измерения. По точности измерения они аналогичны поропьезометрам открытого типа, у остальных она ниже. Однако их основное преимущество — высокая чувствительность к изменениям гидравлической среды (низкая инерционность), которая на два и более порядка выше, чем у открытых (табл. I).

Выделяются следующие основные требования, которым должен соответствовать поропьезометр:

опоспособность устойчиво функционировать на деформированных склонах на глубине до 100-150 м в условиях постоянной нагруженности в течение 5 лет и более;

точность измерения должна быть не ниже 1×10^{-3} МПа;

конструкции должны быть дифференцированы по пределам измерения, зависящим от глубины установки поропьезометра;

должны измерить как положительное, так и отрицательное поровое давление;

измерение должно производиться в автономном режиме в течение 15-30 сут.

Анализ показывает, что открытые поропьезометры ввиду высокой инерционности могут применяться для площадной характеристики распределения порового давления. В качестве измерительного устройства может быть использован уровнемер, работающий автономно в автоматическом режиме.

Для контролируемых функций и в прогностических целях необходимо применять поропьезометры закрытого типа. Как показывает опыт, в режимных целях могут быть рекомендованы электрические датчики порового давления. Для периодических измерений — пневматические ГИДРОИНГЕО и ЧерноморНИИпроекта до глубины 30-40 м, так как на больших глубинах возникают трудности с пневмопроводами. Для режимных измерений на больших глубинах — тензометрический ГИДРОИНГЕО и струнный Гидропроекта. Необходимо учитывать, что датчики с закрытой гидравлической камерой ввиду постоянной нагруженности требуют высокой технологии подготовки, предварительной деаэрации фильтра, надежного преобразователя давления. При длительной (3-5 лет) эксплуатации необходимо усовершенствовать конструкции путем создания свободных преобразователей, нагружаемых только в момент измерения, и датчиков, способных фиксировать как положительное, так и отрицательное поровое давление. В Отделе новой техники института ГИДРОИНГЕО ведутся работы по созданию такого прибора.

Средства измерений движения оползня на глубине. Инструментальные наблюдения за развитием глубинных оползневых движений являются составной частью режимных наблюдений при изучении динамики оползневых процессов. Основными задачами являются:

определение количества, мощности, формы и глубины залегания поверхности (зон скольжения); величины и скорости глубинных движений : (с ускорением или замедлением).

Средства измерений в зависимости от их технических возможностей рекомендуются для тех или иных оползней с различным расположением зон смещения и скоростью перемещения. Вместе с тем при использовании любого технического средства должны соблюдаться некоторые особенности. Они должны быть надежными и прочными, а также функционировать долгое время без всякого ремонта и замен. Приборы должны быстро и точно реагировать на возможные измерения с тем, чтобы постоянно имелось правильное представление о происходящих процессах. Высокая чувствительность приборов обычно является необходимым условием, так как однозначная интерпретация наблюдаемых явлений нередко базируется не на абсолютных значениях, а на оценках скорости измерений.

Наиболее перспективными способами и техническими средствами измерения глубинных оползневых смещений являются точная инклинометрия, тензометрия, шаблонметрия, геоакустика, электропроводящие плоские ленты, тросовые репера (табл. 3), которые позволяют на различных стадиях смещения оползня получить необходимую информацию о параметрах глубинных перемещений. Сравнивая технические средства с позиции использования их на инженерно-геологических полигонах можно отметить, что наиболее длительной работоспособностью и широким диапазоном измерений обладает экстензометр системы "Синко", который, согласно рекомендациям Международного общества механики грунтов, является многопозиционным, имеет электрический способ снятия отсчетов, что позволяет производить автоматический съём информации и передачу сигналов на расстояние.

В табл. 2 приведены характеристики экстензометров, рекомендуемые Международным обществом и выпускаемые западными странами, и области их применения, конкретный тип которого должен выбираться согласно предполагаемому назначению, требуемой точности измерения, интервалу измеряемых деформаций и условиям работы установки.

В нашей стране наиболее близким по техническим характерис-

Технические характеристики отечественных и зарубежных приборов для измерения порового давления

Метод и способ измерения	Наименование конструкции, тип прибора, фирма и страна-разработчик	Диапазон, МПа	Точность, МПа	Возможность автоматизации	Примечание (дополнительные условия и ограничения)
I	2	3	4	5	6
Открытый	Установка с открытой вертикальной трубкой	Длина трубки	$\pm 10^{-4}$	Возможно изменение автоматического уровня с датчиком	Невозможно изменение отрицательного давления
Пневматический	Датчик "Глетцель", ФРГ Дистанционный манометрический с мембраной	0-2,0	Зависит от класса манометра	Количество замеров ограничено емкостью баллонов и зависит от диаметра и размеров пневмопровода	Невозможно изменение отрицательного давления, двойная система пневмодов
	Датчик ГИПРОИНТЕО, СССР, дистанционный манометрический с мембраной и электроконтактом	0-0,8	Зависит от класса манометра	То же	Невозможно изменение отрицательного давления, однотрубчатая система пневмопровода. Необходима деаэрация фильтра

Продолжение табл. I

I	2	3	4	5	6
Датчик "Геотест", ЧССР Дистанционный манометри- ческий с мембраной	0-1,0	6×10^{-4}	То же	То же	
Датчик ЧерноморНИИпро- ект, СССР. Дистанцион- ный манометрический с сильфоном и электрокон- тактом	0-0,4	Зависит от класса ма- нометра	"	Однотрубчатая систе- ма пневмопровода	
Датчик ГИДРОИНТЕО, СССР Дистанционный, манометри- ческий с мембраной и электроконтактом	0-0,8	Зависит от класса ма- нометра	"	Невозможно измерение отрицательного давле- ния, однотрубчатая система пневмопровода. Необходима деаэрация фильтра	
Датчик "Геотест", ЧССР Дистанционный манометри- ческий с мембраной	0-1,0	6×10^{-4}	"	То же	
Датчик ЧерноморНИИпро- ект, СССР. Дистанционный манометрический с силь- фоном и электроконтактом	0-0,4	Зависит от класса манометра	"	Однотрубчатая система пневмопровода	
Гидравлический Датчик Шведского геотех- нического института. Ма- нометрический, диафраг- менный	0-0,7	2×10^{-3}	"	Возможно изменение по- ложительного и отрица- тельного давления. Не способен к деаэрации.	

I	2	3	4	5	6
Электрический (струнный)	Датчик ВНИИГ им. Введенцева, СССР. Струнный, электроакустический	0-1,0	10-4	Необходим преобразователь звуковой частоты в звуковой частоты электр. сигнал для автоматизации записи передачи сигнала	Осуществляется преобразование в ЭДС звуковой частоты
Тензометрический	Датчик Гидропроекта, СССР. Струнный, электроакустический	0-1,0	10-4	Предусмотрена автоматика регистрации	То же
	Датчик Геонор, Норвегия. Струнный, электромагнитный, мембранный	0-0,6	1% полного диапазона	То же	Возможен контроль частоты нулевого порядка
	Датчик КОУОВА, Япония. Тензометрический, мембранный	0-0,6	$1,2 \times 10^{-3}$ 10^{-2}	"	Возможно измерение только положительного давления
	Датчик Алимек, Швеция. Тензометрический, мембранный	0-3,0	6×10^{-4}	Автоматизация не предусмотрена	Измерительный зонд выведен съемным от наконечника
	Датчик СИНКО, США. Тензометрический, полупроводниковый, диафрагменный	0-10,0	5% полной шкалы регистратора	Предусмотрена автоматизация регистратора	Имеет внешнюю защиту от реакции среды
	Датчик ГИДРОИНТЕО, СССР. Тензометрический, мембранный	0-1,0	3×10^{-4}	Предусматривается автоматизация регистрации. Питание автономное	Возможно измерение положительного давления

Т а б л и ц а 2

Руководство для выбора экстензометров по точности воспроизведения, рекомендуемое Международной комиссией по стандартизации лабораторных и полевых испытаний

Увеличение точности воспроизведения, мм			Увеличение интервала измерений, мм	
Интервал точности воспроизведения	0,0025 10,0001 дн.	0,025	0,25	2,5
Чувствительность инструмента, мм	0,0025 0,01	0,025 0,1	0,25 10	2,5-10 или более
Область применения	Испытание горных пород, испытание на подъем плиты или сдвиг	Туннели и выемки в крепких породах. Медленные оползни. Фундаменты неглубокого заложения	Большие выемки экскавации. Горные склоны. Критические измерения для туннелей или котлованов	Длинные установки на очень больших склонах. Быстро перемещающиеся оползни (для грунта или горных пород)
Минимальный интервал, мм	25	25	50	250
Интервал с перенастройкой, мм	500	150	300	1000
Длина установки, м	До 10	До 30	До 100	До 200
Отношения точности воспроизведения к минимальному интервалу	1/100000	1/1000	1/200	1/100

1. Для обычных измерений, производимых при строительстве на грунте, требуется меньшая точность воспроизведения порядка 1 мм.

2. При очень длинных установках может быть достигнута более высокая точность воспроизведения путем применения тензометров.

3. "Длина установки" не ограничивает максимально возможную длину. В порядке исключения могут быть использованы более длинные установки.

Т а б л и ц а 3

Сопоставительная таблица технических характеристик отечественных и зарубежных приборов для измерения движения оползня на глубине

Метод	Технические средства, способ	Диапазон	Точность	Глубина, м	Сложность: автоматизация измерений	Надежность: подземная система	Ограничения и замечания	Примечание
I	2	3	4	5	6	7	8	9
Определение положения зон скопления оползня	Геоакустики	-	До 1 м чувствительность -10 ⁻⁸ м	До 150	Большие затраты	Низкая - для деформации среза, выше средней - для пластических	Требуется тельной герметизации на оплывательной скважины и большого объема вычислений	Рекомендуется для определения количества, глубины и мощности зон скопления оползня
Электропроводных плоских лент	-	-	До 0,5 м	Не ограниченная	Средние затраты	Средняя	Требуется тельной обработки контактов для предохранения от механических повреждений при обработке	Возможно дистанционное снятие показаний
Шаблонов	-	-	1-2 м	То же	Автоматизация невозможна	Высокая	Возможна ошибка при определении количества зон скопления	Прост. Возможно определение глубины зон скопления. Рекомендуется для определения глубины

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
								шины и мощности зон скольжения оползней с одной действующей поверхностью скольжения
Измерение глубинных оползневых смещений поперек скважины	Точный инклинометр "Синко"	+30°, воз-можно -90° (0,2-0,5)м	5 мм До 30 мм	Не ог-рани-ченая	Средние затраты	Низкая - для сре-за, выше сред-ней - для пла-стич-ских деформаций	Требует боль-шого объема вычислений, специальных пластмассовых труб с про-должными па-зами	Возможна автома-тическая регистра-ция показаний. Рекомендуются для измере-ний на очень мелких опол-знях
Стандарт-ный малогабарит-ный ин-клинометр МИР-36		+145° (0,2-0,5)м	На 8 см на 10 м	То же	Связано со средни-ми за-тратами	Низкая - для сре-за, выше сред-ней - для пла-стич-ской де-формации	Уменьшается точность оп-ределений пе-ремещений, с глубиной не-обходимо ис-пользовать в комплексе с шаблонмет-рией	Рекомендуется для измерений оползней со ско-ростью смещений 2-4 мм/сут
Тензометрический репер		(0,2-1)м	1 см 1 м	30	Связано со знач-тельными за-тратами	Выше средней	Требует тща-тельной гер-метизации датчиков от воздействия влаги и меха-	Рекомендуется для измерений перемещений на небольших оползнях со скоростью сме-

I	2	3	4	5	6	7	8	9
нических воз- действий. Воз- можны ложные измерения из- за низкой стабильности тензодатчика								
Методы измерения длины жения оползня на глубине вдоль оси скважины	Тросовый репер ВСКЛЮИТЕЮ	До 20 м	Для среза (0, I-I) мм для пласти- теских де- формаций (I-2) мм на I м глубины	До 100 м	Связано с не- большими за- тратами	Выше средней	Сложность обработки результатов измерений при пластических деформациях. Подвержена повреждениям в скважине	Регистратором является местный механический самописец. Точки измерения - I. Имеет электрический фиксатор начала смещения. Рекомендуется для измерения оползней глубиной до 25-30 м, смещение по одной поверхности скольжения
Экстензометр системы "Геонор" НС-Вега	3 м	± 2 мм на I м	До 30 м	Связано с незначительными затратами	Выше средней	Визуальный съем показаний с измерителями	Датчиком служит переменное сопротивление, способ счета - прямой. Точки измерения - I. Рекомендуются для измерения неглубоких оползней	

Продолжение табл. 3

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Экстензометр оксидный "Синко" США	Переменный	5-20 мм	До 100 м	Связано с началом действия ми затратами	Высокая	Электрические датчики перемещений являясь более сложными устройствами. Требуется тщательная изоляция электрического кабеля	Возможно использование от 1 до 8 зонных установок. Существуют экстензометры стержневого и проволоочного типов. Показания снимаются электрическим и механическим способом. Использование электрических датчиков позволяет производить автоматический сбор информации и передачу сигналов на расстояние	Возможно измерение на глубине до 8 то-чек. Имеет местный выход на дистанцию. Возможно автоматическое наблюдение.
Экстензометр ЧССР	До 20-30 м	-	-	То же	То же	Электрические кабели подвержены разрыву и нарушению изоляции		

тикам является тросовый репер ВСЕТИНГЕО. Однако он — однопозиционный, имеет местный механический самописец, что не дает возможности производить дистанционные измерения и сбор информации на машиноносителе. Это вызывает необходимость создания отечественных многопозиционных тросовых реперов с электрической индикацией перемещений, что позволит автоматизировать наблюдения и передать информацию на расстояние.

Таким образом, проблема оснащения полигонов техническими средствами измерений в настоящее время остается не решенной; нет режимных средств измерения газовой составляющей и отрицательного порового давления в массиве, скорости и объема подземного вымыва пород в процессе глубинной технической суффозии, скорости и направления движения подземных вод; большинство имеющихся средств измерения нуждается в совершенствовании с целью автоматизации процесса измерения, автономности функционирования, надежности при длительной эксплуатации в условиях нагруженности и на больших глубинах (100–150 м); новые измерительные приборы должны разрабатываться в направлении многопозиционности измерений, комплексирования приборов для возможности измерения одним прибором нескольких параметров; дополнительным звеном к технической стороне сети наблюдений необходимо разработать систему передачи информации в полигонометрический пункт сбора и ее первичной переработки аналогично существующим в других отраслях автоматизированным системам сбора, переработки и передачи информации.

Л и т е р а т у р а

1. Г р я з н о в Т.А. Оценка показателей свойств пород полевыми методами. — М.: Недра, 1984.
2. К а у д а Л.А. Внедряющее устройство для установки грунто-вых месдоз при изучении напряженно-деформируемого склона // Вопросы инженерной геодинамики / Тр.ГИД-РОИНГЕО, Ташкент: САИГИМС, 1978, вып. 4, с.122–126.
3. П о с т о е в Г.П., К р у г л о в А.В. Методические рекомендации по изучению глубинных деформаций. — М.: ВСЕТИНГЕО, 1984, 23 с.

4. F a s s y e n d e r E., J a d o n D. Engineering- geological investigation of Okolične landslide using measurement of stress existing in soil mass. - Bulletin of the Jut. Association Engineering Geology, 1977, N 16, pp. 203-209.
5. In situ stress determination by jowa stepped blade/ Haudy R.J., Remmes B., Moldt S., Lutenegger A.S., Trott Y./ Journal of the Geotechnical Engineering Division, A.S.C.E., vol. 108, N GTH11, Proc. paper I7447, 1982, pp. I405-I422.
6. M a r c h e t t e, "Silvano" in situ tests by flat dilatometers, Journal of the Geotechnical Engineering Division, A.S.C.E., N GT3, proc. paper I5296, 1980, vol. 106, pp. 299-321.

УДК 624.131.23(575.11)

Н.Г.Мавлянов

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОРОГОВЫМИ ВЕЛИЧИНАМИ ЕСТЕСТВЕННОЙ
ВЛАЖНОСТИ ЛЕССОВЫХ ПОРОД ТАШКЕНТСКОГО КОМПЛЕКСА -
СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ МОНИТОРИНГА ЭП

Свойства лессовых пород значительно зависят от естественной влажности. Одна и та же порода может иметь разные сопротивление сдвигу, просадочность, размокаемость, набухание. Наряду с пористостью, содержанием глинистой фракции, минералогическим и петрографическим составом, плотностью, структурно-текстурными особенностями влажность влияет на инженерно-геологические свойства лессовых пород. Порода может быть сильнопористой (50-60%), но водонасыщенной (естественная влажность 25%) и поэтому не проявлять просадочных свойств, но может быть среднепористой (45-50%) с естественной влажностью около 10% и проявлять себя как сильно-просадочная. Зависимость просадочности от естественной влажности имеет дискретный характер. Определенная степень просадочнос-

ти выдерживается в соответствующем интервале влажности, а при переходе естественной влажности через некоторые (пороговые) значения скачкообразно изменяется. У лессовых пород таких пороговых значений четыре: максимальная гигроскопичность (весовая влажность 7-10%); максимальная молекулярная влагоемкость (13-16%), наименьшая влагоемкость (18-22%), максимальная полевая влагоемкость (25-28%).

Информация о пороговых величинах естественной влажности обеспечит качественное ведение мониторинга экзогенных геологических процессов. Например, просадочные явления происходят в лессовых породах с естественной влажностью не более наименьшей влагоемкости, причем максимальные величины характерны при максимальной гигроскопичности. Оползни отмечаются в лессовых породах с естественной влажностью более наименьшей влагоемкости.

Естественная влажность — фактор, обуславливающий просадочность лессовых пород (2). Естественная влажность лессовых пород ташкентского комплекса на равнине колеблется от 6 до 10% в зависимости от дисперсности (содержание глинистой фракции 0,001 мм от 7 до 15%) и температуры (от 18,8 до 15°C) грунтов (7). Эти данные получены для зоны аэрации в интервале глубин ниже подошвы слоя суточных колебаний температуры (около 2 м от поверхности земли) и выше капиллярной каймы (около 5 м над УГВ).

Для выяснения природы таких значений естественной влажности в лабораторных условиях проводился эксперимент. 120 высушенных образцов лессовых пород (каждый весом 20 г) были помещены в эксикаторы, на дно которых налили по 300 г дистиллированной воды. В герметически закрытых эксикаторах относительная влажность воздуха стала близка 100%. Постановка опыта в глубоком подвале обеспечила постоянство температуры (+17°C). Условия моделировали гидротермическую обстановку зоны аэрации (8). Высушенные до абсолютно сухого состояния образцы начали адсорбировать воду из окружающего воздуха. Динамика этого процесса прослеживалась еженедельным взвешиванием.

В результате годового цикла измерений было получено 120 кривых. Наиболее интенсивно адсорбция проходила в первые два месяца, когда в породе формируется вода моно- и полимолекулярной адсорбции и капиллярной конденсации. Последующее очень медлен-

ное увеличение количества адсорбируемой влаги связано, видимо, с появлением новых центров адсорбции на поверхности лессовых частиц. На 6-7-м месяце вес стабилизировался, адсорбция и десорбция пришли к динамическому равновесию. Сформировалась максимальная гигроскопическая влажность.

Определение влажности этих образцов дали результаты, совпадающие в пределах допустимой ошибки с полевыми определениями естественной влажности в массивах, а именно, 6-10% (рис. I).

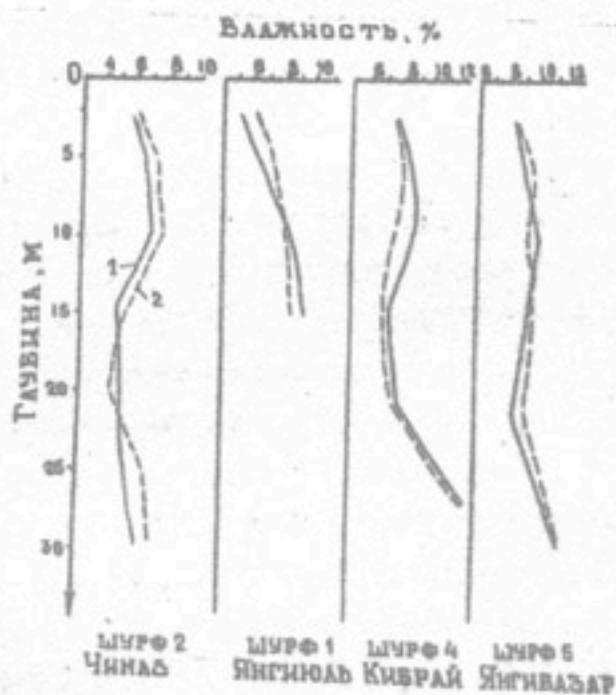


Рис. I. Сравнение естественной (1) и максимальной гигроскопической (2) влажности лессовых пород.

Таким образом, естественная влажность лессовых пород ташкентского комплекса на равнине близка к максимальной гигроскопичности. Встречающиеся иногда сведения о том, что влажность лессовых пород достигает 1-4%, не соответствуют действительности и требуют проверки качества инженерно-геологических исследований. Ее изменение с увеличением высоты местности в зоне аэрации ранее не рассматривалось. Естественная влажность изучалась между речью Чирчика и Ахангарана. Здесь по закономерному вы-

сотному изменению тепловлагообеспеченности выделены четыре гидротермических пояса (I). Исследования проводились для слоя постоянных температур зоны аэрации целинных пролювиальных и делювиальных лессовых пород, наиболее распространенных в районе. По пяти тысячам определений естественной влажности лессовых пород установлена следующая зависимость (рис. 2). С увеличением высоты местности и изменением тепловлагообеспеченности лессовых пород нелинейно увеличивается естественная влажность слоя постоянных температур зоны аэрации лессовых пород ташкентского комплекса от максимальной гигроскопичности (на

равнинном поясе) до максимальной полевой влагоемкости (в горном поясе).

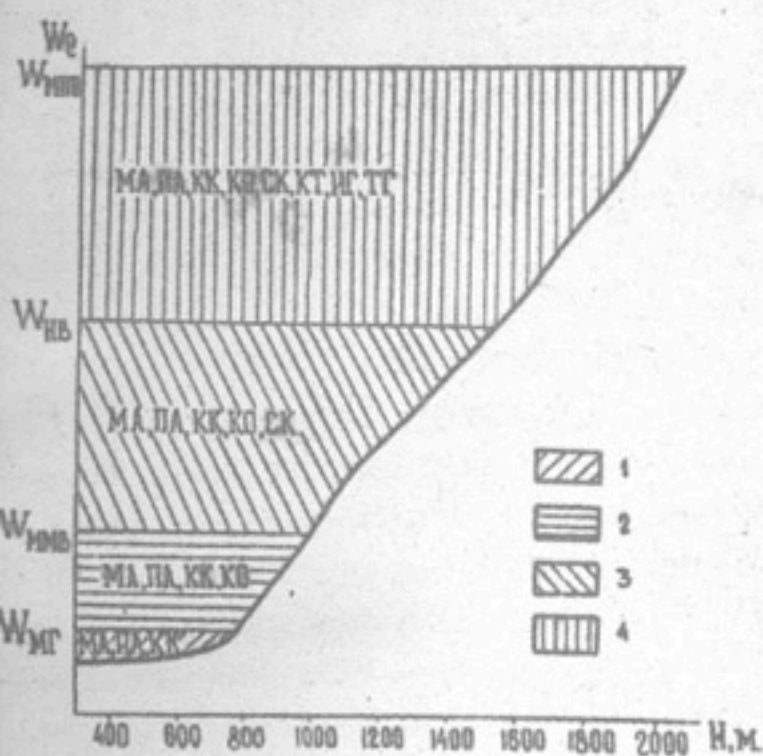


Рис.2. Изменение естественной влажности и содержания видов воды в лессовой породе по высотам местности: 1 — равнинный аридный жаркий пояс; 2 — низкий предгорный субаридный жаркий пояс; 3 — высокий предгорный субгумидный теплый пояс; 4 — горный гумидный теплый пояс (см. схему далее).

ой конденсации. Равнинный аридный жаркий пояс прослеживается в басс.р.Чирчик на высоте 300–700 м, а для басс.р.Ахангаран — 00–900 м.

Увеличение атмосферных осадков в низких предгорьях приводит к появлению в зоне аэрации лессовой толщи нового вида воды (капиллярно-осмотический). Естественная влажность достигает величины максимальной молекулярной влагоемкости (12–15%). Низкий предгорный субаридный жаркий пояс прослеживается в басс.р.Чирчик на интервале высот 700–1000 м, а для басс.р.Ахангаран — 00–1200 м.

Достаточная теплообеспеченность (радиационный баланс до 700 МДж/м².год) и оптимальное увлажнение (до 900 мм/год) ат-

Причина этого явления заключается в изменении тепловлагообеспеченности территории как одного из зональных геологических факторов, от аридной жаркой на равнине до гумидной теплой в горах. Избыточная теплообеспеченность (радиационный баланс до 2300 МДж/м²год) и явно недостаточное увлажнение (менее 300 мм/год) атмосферными осадками иссушают лессовую толщу равнинного пояса до максимальной гигроскопичности (7–10%). В лессовой породе присутствует следующий комплекс видов воды (10): моно- и полимолекулярной адсорбции и капилляр-

мофферными осадками характерны для высокого предгорного пояса, где естественная влажность лессовых пород наименьшая (20–23%). Здесь присутствует следующий комплекс видов воды: моно- и полимолекулярной адсорбции, капиллярно-конденсированная, капиллярно-осмотическая и собственно-капиллярная. Высокий предгорный субгумидный теплый пояс прослеживается в басс.р.Чирчик в интервале высот 1000–1400 м, а для р.Ахангаран – 1200–1600 м.

При дальнейшем увеличении высоты местности уменьшается приток солнечной энергии (радиационный баланс до $1300 \text{ МДж/м}^2 \cdot \text{год}$) и растет количество атмосферных осадков (до 1200 мм/год). Поэтому для горного пояса характерен гумидный теплый климат. Здесь в лессовой породе присутствуют практически все виды воды, вплоть до свободной гравитационной, и естественная влажность достигает максимальной полевой влагоемкости (до 33%). Горный пояс лессовых пород прослеживается в басс.р.Чирчик на абс. отм. более 1800 м, а р.Ахангаран – 1600–2000 м. Различия в высотах в разных бассейнах обусловлены ориентацией горных хребтов по отношению к направлению движения влагонесущих воздушных масс. Более влагообеспеченным является басс.р.Чирчик, менее – р.Ахангаран.

Хотя изменения тепловлагообеспеченности обуславливают высотную поясность естественной влажности лессовых пород, однако, передающим звеном в этой цепочке являются процессы тепловлагопереноса и внутригрунтового испарения в зоне аэрации. От характера и направленности влагопереноса, интенсивности внутригрунтового испарения зависят естественная влажность и содержание видов воды в лессовой породе. В природных условиях эти факторы зависят от особенностей притока тепла и влаги и также характеризуются высотной поясностью. Однако деятельность человека выступает как азональный фактор и разрушает эту стройную схему. Влияя на процессы тепловлагопереноса и внутригрунтового испарения, антропогенный фактор способствует беспорядочному распределению естественной влажности в лессовых породах.

Просадочность лессовых пород глубоко исследовалась, но в основном только на равнинной территории. В связи с освоением горных областей необходимо изучение изменения просадочности по высотам местности. Мы ограничились только проливными лессо-

выми породами ташкентского комплекса как наиболее распространенными и имеющими мощную (более 15 м) зону аэрации (4). Установлено, что при увеличении высоты местности и изменении гидро-термических условий в лессовых породах наблюдаются следующие линейные зависимости:

увеличивается естественная влажность от максимальной гигроскопичности до максимальной полевой влагоемкости;

уменьшается от 18,8 до 8°C среднегодовая температура;

уменьшается от 11,5% до 0 относительная просадочность при природной нагрузке (рис. 3).

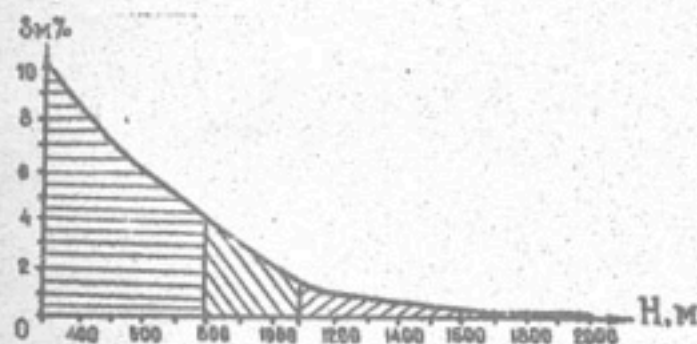


Рис. 3. Изменение коэффициента относительной просадочности, определенного при природной нагрузке, по высотам местности, бассейн р. Ахангаран.

Первая и вторая закономерности обусловлены уменьшением притока солнечного тепла в грунтовую толщу и увеличением количества атмосферных осадков. Для понимания третьей закономерности нами восстановлены условия транспортировки, накопления и существования лессовых пород в четвертичное время. Учитывались особенности климатического и тектонического режимов. Установлено, что высотная поясность про-

садочности формируется по схеме: характер и направленность тектонических движений – высотная поясность тепловлагообеспеченности территории – характер и направленность процессов тепло-влажнопереноса в зоне аэрации – изменение естественной влажности и появление новых видов воды в лессовой породе – изменение структурных связей между частицами – высотная поясность просадочности лессовых пород.

Главным звеном в этой схеме является естественная влажность лессовых пород. Именно ее эволюция с момента отложения до наших дней, изменяя структурную связь между частицами, сформировала высотную поясность просадочности. А естественная влажность лессовых пород обусловлена особенностями тепловлагообеспеченности территории. Следовательно, климатические условия

через естественную влажность влияют на просадочность лесовых пород. На этой основе возможно выделение высотных поясов просадочности по аналогии с климатическими поясами. Предлагаем следующую схему высотной поясности просадочности.

Абсолютные отметки, м	Пояса просадочности	Естественная влажность и виды воды в лесовой породе	Величина коэффициента относительной просадочности, %
300-700+900	I - Сильнопросадочный жаркий аридный равнинный	МА, ПА, КК	5-11
700+900-1000+1200	2 - Средне- и слабопросадочный субаридный жаркий низкий предгорный	МА, ПА, КК, КО2	1-5
1000+1200-1400+1600	3 - Непросадочный под природной нагрузкой, субгумидный теплый высокогорный	МА, ПА, КК, КО, СК	I
1400+1600	4 - Непросадочный гумидный теплый горный	МА, ПА, КК, КО, СК, КГ, ГТ, ГИ	0

Примечание. Величины влажности: W_e - естественная; $W_{нг}$ - максимальная гигроскопическая; $W_{нмв}$ - максимальная молекулярная влагоемкость; $W_{нв}$ - наименьшая влагоемкость; $W_{мпв}$ - максимальная полевая влагоемкость. (см. рис. 2).

Виды воды в лесовой породе: МА - мономолекулярной адсорбции, ПА - полимолекулярной адсорбции, КК - капиллярно-конденсированная, КО - капиллярно-осмотическая, СК - собственно-капиллярная, КГ - капиллярно-гравитационная, ГИ - гравитационная иммобилизованная, ГТ - гравитационная текучая.

Рассмотрим изменение просадочности в пределах пороговых величин влажности.

I. Естественная влажность от максимальной гигроскопичности (7-10%) до максимальной молекулярной влагоемкости (13-16%). При этом в породе присутствуют (10) воды моно- и полимолекулярной адсорбции, капиллярно-конденсированная, появляется осмотически поглощенная. Эти виды воды не влияют на характер ионно-электростатических связей между глинистыми частицами, которые обволаки-

вают лессовое (алевритовое) зерно и образуют структурный мостик в породе.

Благодаря этому порода приобретает высокую просадочность (до 10% при природной нагрузке). Эта естественная влажность характерна для лессовых массивов равнин Средней Азии с глубоким залеганием грунтовых вод. Здесь, на возвышенных участках, лессовые породы обладают значительным (5-10%) коэффициентом относительной просадочности и могут дать при орошении деформацию поверхности земли до 1-1,5 м.

2. Естественная влажность - от максимальной молекулярной (13-16%) до наименьшей влагоемкости (18-22%). В породе присутствуют воды моно- и полимолекулярной адсорбции, капиллярно-конденсированная, осмотически-поглощенная и капиллярно-осмотическая. Появление последней приводит к формированию коагуляционного типа контакта и более плотной переупаковке лессовых частиц. Однако переходный тип контакта в глинистых мостиках преобладает, из-за чего просадочность не исчезает. При природной нагрузке лессовые породы с такой естественной влажностью обладают коэффициентом относительности просадочности 1-5%, распространены в пониженных участках (логах) равнинного пояса и в низких предгорьях.

3. Естественная влажность - от наименьшей влагоемкости (18-22%) до максимальной полевой влагоемкости (25-28%). В породе присутствуют воды моно- и полимолекулярной адсорбции, капиллярно-конденсированная, осмотически-поглощенная, капиллярно-осмотическая и собственно-капиллярная. Появление нового вида воды приводит к преимущественному развитию коагуляционного типа контактов в глинистых мостиках. Переходный тип контакта приобретает второстепенное значение и значительно уменьшается просадочность. Необходимо отметить, что лессовые породы высоких предгорий и равнин, залегающие в зоне капиллярного поднятия над УГВ при одинаковой естественной влажности имеют различную просадочность. Так, при влажности 18-20% первые не проседают при природной нагрузке, вторые обладают относительной просадочностью до 3%. Причина этих различий - в разной эволюции естественной влажности в ходе литогенеза лессовой породы.

Особенности этого процесса в высоких предгорьях привели к тому, что в лессовых породах сформировался кальцитовый каркас глинистых мостиков. Именно он не позволяет породе проседать при природной нагрузке и разрушается только в том случае, если будет приложено дополнительное довольно высокое (до 0,8 МПа) давление.

У равнинных лессовых пород этого каркаса нет, кальцит рассеян по всей породе в виде мелких кристаллов. Все эти особенности хорошо видны при изучении образцов на электронном сканирующем микроскопе (при увеличении до 20 000 раз).

4. Естественная влажность более максимальной полевой влагоемкости (25–28%). В породе присутствуют воды моно- и полимолекулярной адсорбции, капиллярно-конденсированная, осмотически поглощенная, капиллярно-осмотическая, собственно-капиллярная, текучая гравитационная и иммобилизованная гравитационная.

Порода водонасыщена, и просадочность, как свойство, исчезает. Эти породы в природном состоянии непросадочны. Однако в горном поясе, несмотря на полное промачивание, они сохраняют высокую пористость, что может привести к проявлению просадочных свойств в случае искусственной дегидратации.

Таким образом, для лессовых пород существует четыре пороговые величины естественной влажности: максимальная гигроскопичность, максимальная молекулярная влагоемкость, наименьшая влагоемкость и максимальная полевая влагоемкость. Они являются границами качественных изменений такого важнейшего свойства лессовых пород, как просадочность. На величину порогового значения естественной влажности влияют минералогический и петрографический состав, структурно-текстурные особенности и содержание глинистой фракции. Наблюдение за изменением естественной влажности – составная часть мониторинга экзогенных геологических процессов.

Л и т е р а т у р а

1. Б а б у ш к и н Л.Н. Климатография Средней Азии. – Ташкент: ТашГУ, 1981, 84 с.
2. Г р у н т о в е д е н и е /Под ред. Е.М.Сергеева. – М.: МГУ, 1973.

3. Исламов А.И. Генетические типы четвертичных отложений правобережья р.Чирчик // Вопросы геологии Узбекистана. - Ташкент: Фан, 1960, с.54-65.
4. Кадыров Э.В. Лессовые породы: происхождение и строительные свойства. - Ташкент: Узбекистан, 1979.
5. Мавлянов Г.А., Мирзаев С.Ш., Исламов А.И. Подземные воды и свойства горных пород Приташкентского района. - Ташкент: Изд-во АН УзССР, 1963.
6. Достижения советской инженерной геологии в области изучения лессовых пород /Мавлянов Г.А., Быкова В.С., Зиянгиров Р.С., Исламов А.И. // Проблемы лессовых пород в сейсмических районах. - Тр.Всесоюзного совещания, 1980 г. - Ташкент: Фан, 1982, с.3-9.
7. Мавлянов Н.Г. Температурный режим зоны аэрации лессовых пород Приташкентского района. - Узб.геол.ж., 1985, № 4, с.45-51.
8. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. Л.: Гидрометеиздат, 1965, т.1.
9. Справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1966, вып. 19.
10. Теоретические основы инженерной геологии. Физико-химические основы /Под ред. В.И.Осипова. - М.: МГУ, 1986.
11. Трофимов В.Т. О причинной обусловленности инженерно-геологических условий территории (на примере Западной Сибири). - В кн.: Вопросы грунтоведения и инженерной геологии. - М.: МГУ, 1973, с.271-303.
12. Худайбергенов А.М. Инженерная геология городов правобережья р.Чирчик. - Ташкент: Фан, 1980.

УДК 624.131.1:553.7

А.М.Ахунжанов

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ИХ РАЗВИТИЕМ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНЫХ КЫЗЫЛКУМОВ

В перспективе освоение месторождений полезных ископаемых в Центральных Кызылкумах в основном базируется на создании крупных,

высокомеханизированных шахт и карьеров, эффективная и безопасная эксплуатация которых в большей степени определяется инженерно-геологическими условиями.

В первую очередь, это относится к рудным месторождениям, составляющим значительную часть минерально-сырьевых богатств региона. Как показывает практика горного дела, одни из инженерно-геологических особенностей месторождений могут затруднять добычу руд, тогда как другие способствуют ее успешному осуществлению. В связи с этим имеет очень большое значение научное обоснование наблюдений контроля за изменением состояния массива и управления инженерно-геологическими процессами в период эксплуатации месторождений открытым и подземным способами, чтобы исключить отрицательные воздействия.

На рудных объектах широко распространены различного рода породы, слагающие кровлю горных выработок. На месторождении "Дж" большинство обрушений приурочено к зоне тектонического контакта углеродисто-кремнистых сланцев с алевролитами, заполненной глиной трения, и другим разрывным нарушениям. В частности, обрушение в штреке 2I (интервал I35-I39 м) произошло на контакте алевролитов с филлитовидными сланцами. Размеры обрушений: протяженность 4 м, глубина захвата I,7 м, наклон плоскости отрыва обрушившихся масс 50-55°. Нарушение приурочено к зоне Дайкового разлома, который представлен сложно сочленяющимися зонами брекчирования и дробления с глиной трения (рисунок, а).

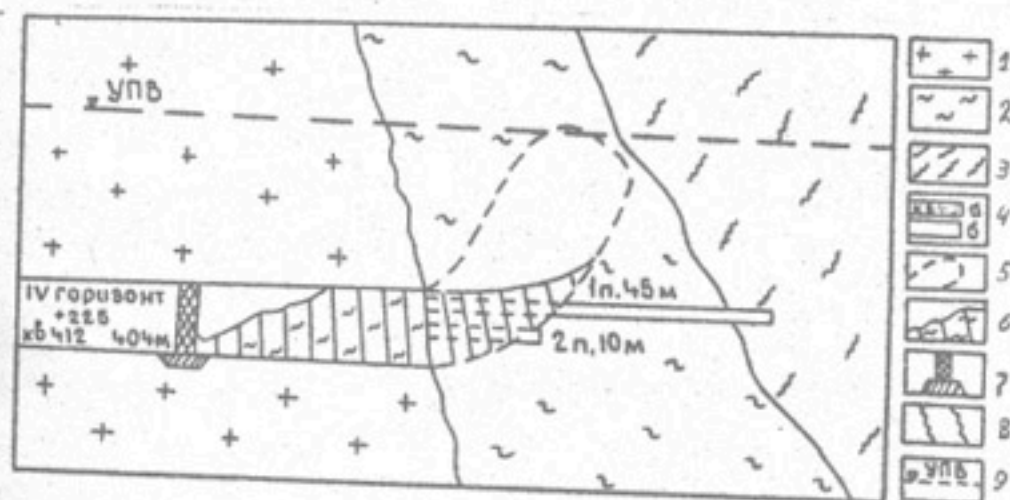
В квершлаг 2I2 (интервал I073-I077 м) наблюдалось такое же обрушение, приуроченное к зоне Дайкового разлома. Протяженность его по выработке - 4 м, угол падения поверхности отрыва вывалившихся пород - 45-48°, глубина захвата - I,5-2,2 м, объем - I7,6 м³.

В квершлаг 2III (интервал 92-95 м) наблюдался вывал, приуроченный к разрывным нарушениям с зонами дробления; филлитовидные сланцы контактируют здесь с углеродисто-кремнистыми сланцами.

Ширина вывала - 2,1 м, длина - 3 м, угол падения поверхности отрыва вывалившихся пород - 30-35°, объем обрушившихся масс - 9,45 м³ (рисунок, б). Обрушение и вывалы горных пород в подземных выработках на II горизонте связаны прежде всего с зонами тек-

тонических нарушений и дробления в филлитовидных сланцах. Деформации наблюдались в кваршлагге 3I5 (интервал 203-206 м), где образовался вывал, приуроченный к зоне разрыва, заполненной глинистым материалом. Наклон плоскости отрыва - $50-55^{\circ}$, протяженность вывалившихся пород по выработке - 3 м, объем - $8,8 \text{ м}^3$.

На I горизонте часто встречаются обрушения и вывалы в углеродисто-кремнистых и филлитовидных сланцах. В частности, нарушение, образовавшееся в кваршлагге II4 (интервал I02-I06 м), приурочено к зоне разрывного нарушения, заполнителем которой является глинистый материал. Протяженность по выработке - 4 м, угол падения поверхности отрыва вывалившихся пород - $50-57^{\circ}$, глубина захвата - 1,4 м, объем - $12,3 \text{ м}^3$.



Выдавливание дресвяно-глинистой массы на глубине 260 м, квш 412 (месторождение "Дж"): 1 - граниты; 2 - сильнокаолинизированные граниты до дресвяно-глинистой массы; 3 - филлитовидные сланцы; 4 - подземные горные выработки (а), скважины (б); 5 - потенциально-выдавливаемая зона; 6 - выдавленная масса; 7 - бетонная перемычка; 8 - граница литологических разностей пород; 9 - уровень подземных вод.

Крупный вывал наблюдался в кваршлагге III2 (интервал I080-I084), приурочен к контакту углеродисто-кремнистых сланцев с алевролитами, угол падения поверхности отрыва вывалившихся пород - $55-60^{\circ}$, объем вывалившейся массы - $23,0 \text{ м}^3$. На месторождении "К" большинство обрушений приурочено к тектоническому контакту углеродисто-кремнистых сланцев с филлитовидными слан-

цами, зонам крупноглыбового дробления надвиговых разрывных нарушений в глинистых метасоматических, феллитовидных сланцах и метабазитах с тектонической глиной трения. Угол падения поверхности отрыва вывалившихся пород изменяется в пределах $28-60^{\circ}$, протяженность обрушения по выработке — 1,5–3,3 м, объем — 2,3–63 м³.

Крупные вывалы отмечаются у кровли выработок в глиноподобных породах, которые контактируют с углеродисто-кремнистыми сланцами. Обрушения небольшого объема наблюдаются в углеродисто-кремнистых сланцах, на контактах с другими разновидностями пород, заполненных глиной трения.

В этом же рудном районе при подземных горных выработках наблюдаются разные явления выдавливания пород в выработанное пространство, зафиксированные на месторождении "Дж" в квершлага 4I2 (рисунок) в 1982 г. В конце августа основной откаточный квершлаг 4I2, пройденный здесь на глубине 240 м от поверхности, подошел к контактовому разлому.

В соответствии с правилами безопасности при ведении горных работ из забоя квершлага пробурена опережающая подземная скв. 1п длиной 45 м, которая вскрыла граниты, а затем вошла в дресвяно-песчано-глинистые породы с обломками гранитов и кремнистых сланцев. Дебит воды вначале составил 2 л/с, а затем снизился до 0. Вместо воды стала выдавливаться сильно увлажненная, тестообразная горная масса. Через некоторое время забой скважины обвалился, в обрушение была вовлечена масса породы общим объемом 40 м³.

Для снятия горного давления и понижения напора воды вначале сентября из забоя квершлага 4I2 пробурена скв. 2п. Отмечались пульсирующие выбросы разжиженной породной массы и воды. Дебит воды из скважины составил 3 л/с. Через некоторое время сползла стенка в призабойной части квершлага и стала поступать водно-породная пульпа, которая через несколько дней заполнила квершлаг на протяжении около 20 м (всего в выработку было выдавлено примерно 250 м³ пульпы).

В этой ситуации пришлось изолировать опасный участок путем установления в квершлага на расстоянии 20 м от забоя бетонной перемычки. Возможность осуществления таких высокоподвижных,

способных к выдавливанию в выработки масс, приуроченных к обводненным зонам дробления, следует предусматривать в качестве источника серьезных инженерно-геологических осложнений.

В условиях Центральных Кызылкумов аналогичные деформации могут развиваться в тех горных выработках, где сложены филлитовидные и углисто-слюдистые сланцы, а также различные глиноподобные образования. Эти участки должны рассматриваться как потенциально-неустойчивые, склонные к обрушению, сползанию, и должны включаться в инженерно-геологические наблюдения за развитием деформации в горных выработках.

Одной из чувствительных характеристик пород для сланцевой толщи является показатель ползучести. Это подтверждается результатами реологических исследований: показатель ползучести в зоне выдавливания 0,5 (по классификации В.Т.Глушко, характеризует высокую степень ползучести), а вне зоны имеет 0,1 (весьма слабая ползучесть). Параметр ползучести в условиях Центральных Кызылкумов очень редко достигает 0,5, что характерно только для наиболее слабых (ослабленных) участков пород (глинка трения, водонасыщенные глиноподобные породы и филлитовидные сланцы). Также характерно то, что в сползших породах (в горных выработках), а именно, параметр ползучести достигает 0,5. Поэтому эти литологические разности являются потенциально неустойчивыми участками (зоны) в процессе длительной эксплуатации месторождений открытыми или подземными способами и создают затруднение при ведении горных работ, требующих контроля за развитием деформации во времени и за параметрами ползучести (в лабораторных условиях).

Полученные прогнозные величины деформации и критические (предельные) значения параметров ползучести в потенциально неустойчивых участках позволяют управлять горно-проходческими работами, а также оценивать необходимость осушения месторождений или других мероприятий для повышения устойчивости пород в горных выработках.

Таким образом, крупные деформации и выдавливание происходят в глиноподобных породах, приуроченных к тектоническому контакту углеродисто-кремнистых сланцев с филлитовидными и к раз-

рывным нарушениям, заполненным глиной трения при их обводнении. Объемы обрушившихся пород зависят от мощности однородных деформирующихся масс, ограниченных тектоническими нарушениями пород.

В этих условиях (периодические инструментальные измерения) за состоянием массива в горных выработках при разведке и промышленном освоении рекомендуется наблюдать находящиеся вблизи контура выработок вышеуказанные процессы, по контактам: литологических разностей, разрывных нарушений, зонам крупноглыбового дробления, особенно, при их водонасыщении. Они позволят получить оперативную информацию об изменениях устойчивости горных выработок и характере деформации во времени, получить прогноз с выдачей рекомендаций по их управлению.

УДК 556.314

Т.И.Прядуненко

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГРУНТОВЫХ ВОД

Химический состав грунтовых вод формируется и изменяется под действием многочисленных природных (геологических, гидрологических, климатических) и антропогенных факторов.

В табл. I приводятся статистические характеристики химического состава грунтовых вод левобережья долины р.Чирчик ниже восьмого коллектора (рисунок), которые рассчитывались по результатам отбора проб на химический анализ в 39 водопунктах. Отбор производился в период вегетации (июль), который характеризуется подъемом уровня грунтовых вод в результате инфильтрации вод, подающихся на орошение, и потерь стока из поверхностных водотоков.

Изменчивость по площади содержания различных компонент химического состава колеблется от 0,21 для гидрокарбоната (содержание которого определяется в основном природными факторами) до 0,64 для нитрата (содержание которого определяется как природными условиями, так и, в значительной мере, антропогенным

воздействием). Таким образом, влияние факторов проявляется в изменчивости содержаний различных компонентов химического состава и во взаимосвязях между ними.

Т а б л и ц а I

Статистические характеристики химического состава
грунтовых вод низовьев долины р.Чирчик

Компонент	Среднее значение $\bar{X}_c$	Коэффициент вариации C_v
Na + K	62,5	0,58
Ca	98,1	0,32
Mg	51,1	0,31
Cl	62,6	0,54
SO ₄	198,3	0,38
HCO ₃	319,6	0,21
NO ₃	52,8	0,64
ΣU	722,5	0,31
Жесткость	9,3	0,23

Метод главных компонент факторного анализа на основе исследования этих взаимосвязей позволяет выявить вклад отдельных факторов в формирование химического состава грунтовых вод. В статье рассматривалась количественная оценка влияния поверхностных водотоков на этот процесс.

Химический состав грунтовых вод рассматриваемого участка может быть представлен в виде матрицы исходных данных $X_{N \times P}$, размерностью $N \times P$, каждая строка которой представляет собой характеристики водопунктов. В соответствии с факторной моделью метода главных компонент* каждую наблюдаемую переменную можно представить как взвешенную сумму факторов

$$X_{N \times P} = F_{N \times K} \cdot A'_{K \times P},$$

где $F_{N \times K}$ - матрица факторов, каждый элемент которой представляет собой вес данного фактора в водопункте; $A_{K \times P}$ - матрица

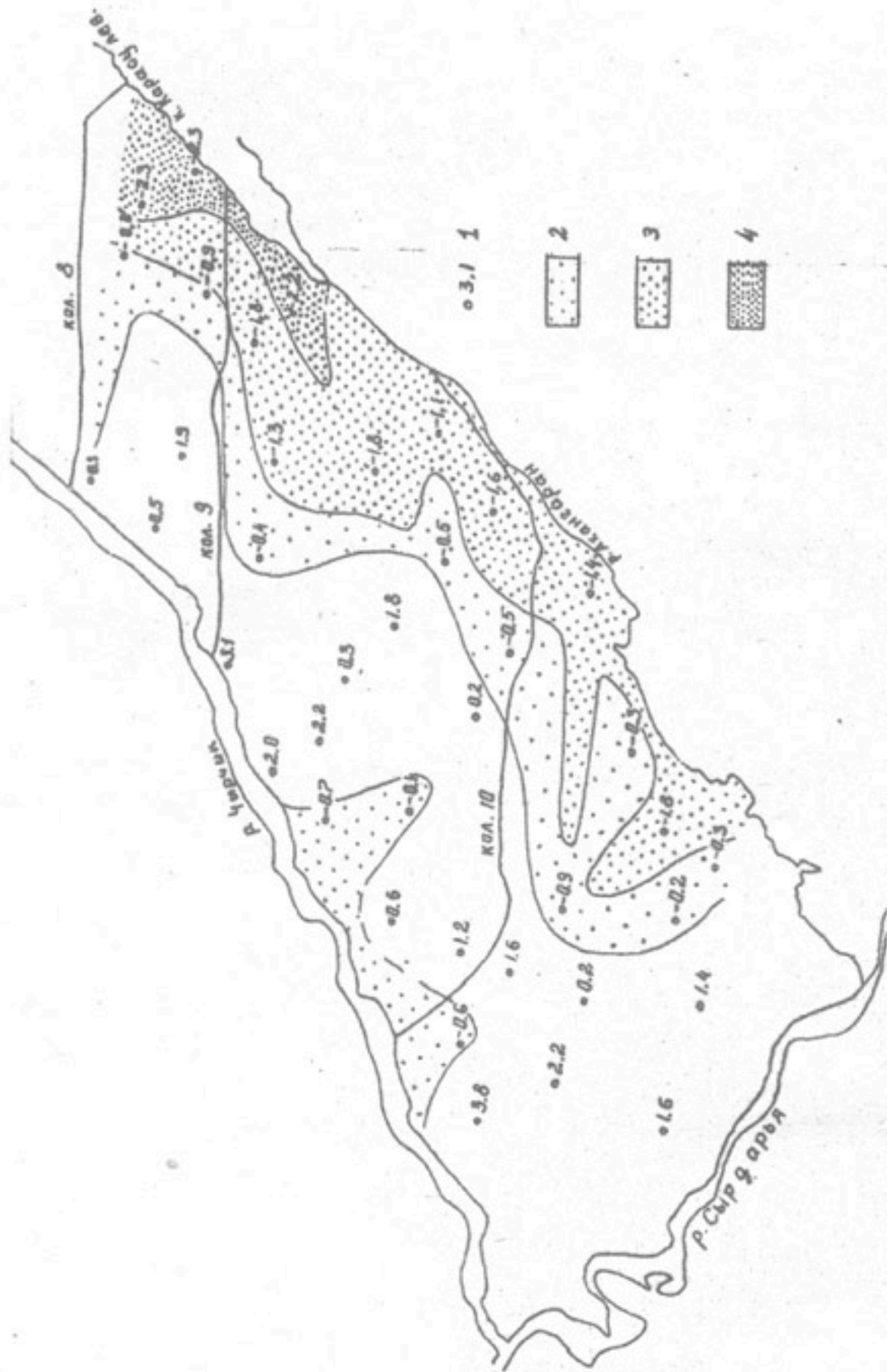


Схема распределения значений фактора 3 (F_3) на участке левобережья долины Р. Чирчик: 1 - значение фактора 3 в водопункте, 2 - $F_3 > 2$, 3 - $1 < F_3 < 2$, 4 - $F_3 < 1$.

факторных нагрузок, каждый элемент которой представляет собой нагрузку фактора на переменную; квадрат этой нагрузки определяет долю дисперсии переменной, объясняемую этим фактором;

k - количество используемых факторов.

Матрица факторных нагрузок определяется путем вычисления собственных значений и соответствующих им собственных векторов корреляционной матрицы исходных данных

$$A = U \cdot \lambda^{\frac{1}{2}},$$

где U - матрица собственных векторов; λ - диагональная матрица собственных значений.

Матрица факторов F вычисляется умножением нормализованной матрицы исходных данных на матрицу факторных нагрузок A .

Очевидно, что проявление влияния поверхностного стока на химический состав грунтовых вод в конкретных водопунктах будет зависеть от их расположения относительно водотоков. Поэтому в качестве характеристик водопунктов использовались как содержания компонентов химического состава, так и переменные, характеризующие расположение водопунктов - полярные координаты (X - расстояние от полюса, α - полярный угол) в условной системе. Система выбиралась с учетом гидродинамических условий. За полюс была принята точка, которая располагается выше рассматриваемого участка, приблизительно на одинаковом расстоянии от р.Чирчик и кан.Карасу левобережный (гидрохимкуст 13). За полярную ось была принята линия, перпендикулярная направлению потока.

В результате расчета была получена матрица факторных нагрузок, в которой первые четыре фактора определяют 84% дисперсии всех рассматриваемых переменных.

Факторы 1, 2 и 4 по распределению факторных нагрузок могут быть проинтерпретированы соответственно как антропогенный, фактор ионного обмена между водой и породой и геолого-мелиоративный.

Фактор 3 по распределению его значений в водопунктах может быть проинтерпретирован как влияние поверхностных водотоков и притока из долины р.Ахангаран (рисунок). Его влияние возрастает по мере приближения к кан.Карасу левобережный и р.Ахангаран. Водопункты, характеризующиеся несколько повышенными зна-

чениями фактора 3, располагаются также вдоль р.Чирчик ниже пос.Новомихайловка. Такое распределение значений этого фактора определяется тем, что в период вегетации грунтовые воды правобережья кан.Карасу левобережный и р.Ахангаран питаются поверхностным стоком этих водотоков, химический состав вод которых формируется под влиянием обросов коллекторно-дренажных вод и стоков лубяных заводов, а также притоком подземных вод из долины р.Ахангаран. Питание грунтовых вод за счет стока р.Чирчик осуществляется только в пределах узкой полосы поймы. Поэтому наличие примыкающей к р.Чирчик зоны повышенных значений фактора 3 объясняется влиянием каналов Удакент, Акуйсуган, Шунгар, которые берут начало из р.Чирчик и коллектора 9.

Т а б л и ц а 2

Матрица факторных нагрузок

Компонент	Факторы			
	F_1	F_2	F_3	F_4
$Na+K$	0,510	-0,684	-0,286	0,198
Ca	0,680	0,506	0,364	0,051
Mg	0,766	-0,041	0,128	-0,305
Cl	0,588	0,183	0,283	0,557
SO_4	0,759	-0,387	-0,322	-0,203
HCO_3	0,780	0,017	0,326	-0,347
NO_3	0,394	0,164	-0,485	0,662
ΣU	0,939	-0,167	-0,164	0,026
Жесткость	0,856	0,263	0,258	0,019
X	0,048	-0,752	0,448	0,122
d	0,362	0,312	-0,757	-0,308
Накопленный вклад в дисперсию, %	43,1	58,5	73,3	83,8

Судя по нагрузкам фактора 3 (табл. 2), поверхностные водотоки и приток подземных вод из долины р.Ахангаран влияют на содержание NO_3 , SO_4 , Ca и HCO_3 . Этот фактор определяет 23,5% дисперсии содержаний нитратов, 13% дисперсии содержаний кальция и 10% дисперсии содержаний SO_4 и HCO_3 , причем, если воздействие этого фактора приводит к увеличению в приречной зоне содержаний SO_4 и NO_3 , то содержание Ca и HCO_3 под его влиянием уменьшается.

Б.И.Грибанов, Ш.К.Абдуллаев

ВЫЯВЛЕНИЕ МЕТОДАМИ Г.И.С. МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ И МОЩНОСТИ ЗОНЫ "СКОЛЬЖЕНИЯ" ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Одной из наиболее актуальных задач при комплексном изучении инженерно-геологических условий любого региона являются исследования по определению характера распространения и конфигурации зоны "скольжения". Знание точных характеристик этой важной части разреза позволяет судить об объемах и механизме движения оползневых тел и на их основе составлять прогнозы, необходимые для организации оползнезащитных мероприятий.

Все существующие способы решения этой задачи состоят из двух этапов: первого – бурения скважин с последующим их каротированием и второго – установления в пробуренной скважине специальных датчиков и наблюдения за ними. Последний этап – наиболее трудоемкий. Известен ряд способов – "прямых" – непосредственного наблюдения за зоной "скольжения", к которым в первую очередь относятся геоакустика, шаблонметрия и метод среза электропроводных плоских лент.

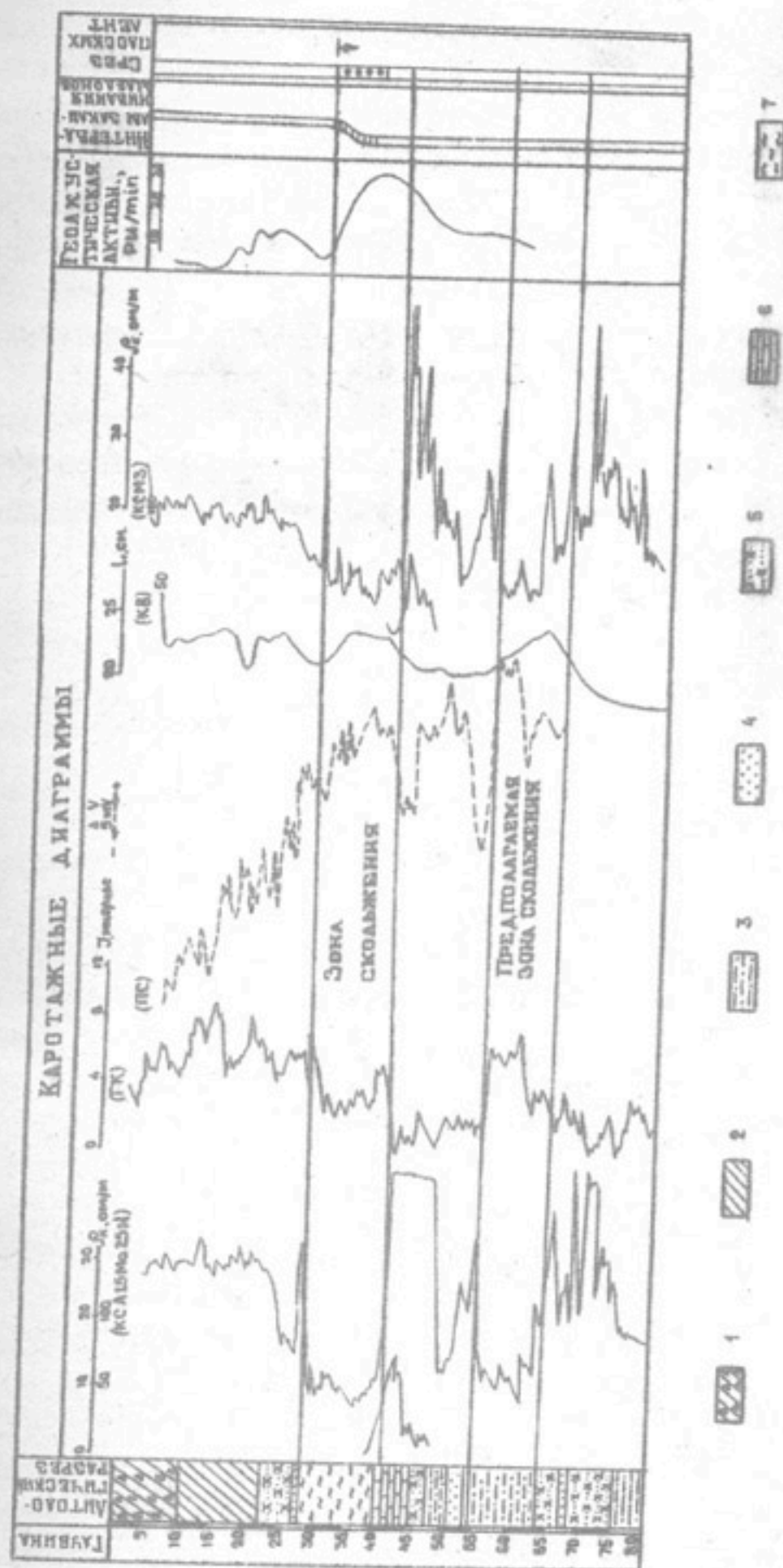
Геоакустический метод позволяет с высокой точностью определить количество, глубину и мощность зоны скольжения, однако, его широкому использованию препятствует отсутствие специальной аппаратуры.

Остальные методы обладают рядом существенных недостатков, главными среди которых являются: а) длительность периода наблюдений; б) фиксирование результирующих данных лишь во время подвижек и смещения тела оползня.

Авторами на основе анализа значительного объема фактического материала (каротажных диаграмм) сделан вывод о возможности определения местоположения и мощности зоны "скольжения" в результате обработки и интерпретации комплекса каротажных методов. Необходимым условием этого является выявление пласта большой мощности, представленного в основном глинами, алевролитами или доломитами, которые из-за физико-механических свойств в большинстве случаев являются зоной "скольжения", а кровля этого пласта – плоскостью "скольжения".

Оптимальный комплекс, предлагаемый для решения поставленной задачи, должен состоять из методов: кажущегося сопротивления (КС), естественного поля (п.с.), гамма-каротажа (г.к.), кавернометрии (к.в.) и каротажа с микрозондовой установкой (к.с.м.з.). Несмотря на то, что метод акустического каротажа (а.к.) и относят к "прямым" поисковым методам, он с успехом может быть включен в предлагаемый комплекс. Перечисленные виды входят в состав стандартного каротажа и применяются во всех скважинах, пробуренных во время инженерно-геологических исследований.

Принцип выделения пласта большой мощности, обладающего низким сопротивлением, по данным метода КС, сводится к определению глубин залегания его кровли и подошвы (1). В этом случае по кривой сопротивления, снятого кровельным градиент-зондом, подошва отмечается значениями, расположенными выше максимума на половину расстояния между обложенными электродами MN кровля — по минимуму или несколько выше минимума (до половины расстояния) между MN . Определение границ пласта по кривой сопротивления (P_K), снятой подошвенным градиент-зондом, производится аналогично, с учетом обратного хода кривых по сравнению с кровельным градиент-зондом. По диаграммам микрозондов границы пласта определяются по резким отклонениям (подъему и спаду) кривой (рисунок). Граница пласта в этом случае получается наиболее точно. Для повышения качества интерпретации привлекаются кривые потенциалов собственной поляризации и гамма-метода. Если минерализация пластовых вод выше минерализации фильтрата бурового раствора и пластовое давление ниже гидростатического давления раствора на уровне пласта, то в преобладающем большинстве резко повышенными величинами потенциалов собственной поляризации отмечаются пелитовые породы (глины, лесс, мергели и т.п.) (рисунок). Определение глинистого пласта, по данным г.к., производится по формуле $J = \frac{J_K - J_c}{J_{100} - J_c}$, где J_K , J_c , J_{100} — показания против исследуемого пласта, против чистого пласта (не содержащего глинистого материала) и против глин (2). Дополнительно предлагается для уточнения местоположения кровли и подошвы пласта использовать соотношение величин экстремальных точек по методу градиент-зонда и гамма-каротажа. Как это пока-



Каротажные диаграммы границ пласта: 1 - суглинок с включением твердых обломков; 2 - суглинок плотный; 3 - алевролит плотный, сцементированный; 4 - слабосцементированный песчаник; 5 - песчаник с включением гальки; 6 - массивные неразрушенные известняки; 7 - глины.

зывает опыт, использование этого приема позволяет уточнять начало отсчета "линии глин" в методе п.с.

Таким образом, процесс интерпретации сводится к литологическому расчленению разреза, выявлению мощности наносов, определению параметров коррелируемого пласта. Особое внимание при обработке диаграмм уделяется наличию вторичной трещиноватости, сопровождающей зону скольжения. Однако последнее не является обязательным и возникает лишь в плотных, сцементированных породах. Способ сформировался в результате опыта работ на оползнеопасных участках в различных регионах Узбекистана и, естественно, не лишен недостатков, которые могут быть устранены при широкой апробации и внедрении предложенного методического приема интерпретации.

Л и т е р а т у р а

1. Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. — М: Недра, 1976.
2. Инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах. — М: Недра, 1986.

УДК 556.388:631.82(575.11)

Н.И.Еникеев

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПРИТАШКЕНТСКОГО РЕГИОНА ПО СТЕПЕНИ НИТРАТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

За три десятилетия интенсивного развития промышленности и сельского хозяйства произошло перераспределение роли природных и техногенных факторов в зонах промышленного и сельскохозяйственного освоения. Природные факторы определили условия, в которых произошли изменения химического состава подземных вод.

Особенности формирования межгорных речных долин обусловили фациальную неоднородность аллювиальных галечников как по площади, так и в разрезе. Основным эксплуатационным горизонтом месторождения является горизонт грунтовых вод верхнечетвертичных-современных аллювиальных гравийно-галечниковых отложений, пере-

крытых сверху маломощной, до 3 м, толщей лессовидных суглинков. В пойменной части покровные отложения отсутствуют. Такие мощности покровных отложений не защищают подземные воды от загрязнения, а высокие фильтрационные свойства пород способствуют быстрому распространению загрязняющих компонентов по водоносному горизонту, мощность которого постепенно возрастает сверху вниз по долине от 15 до 80 м.

В пределах Приташкентского региона, включающего речные долины Чирчика и Ахангарана, можно выделить по структурно-литологическим признакам четыре гидрогеологических подразделения, характеризующие распространение по площади водоносных горизонтов, комплексов и зон трещиноватости, отличающихся друг от друга геолого-структурными, литолого-геохимическими и гидрогеологическими особенностями, а также уровнем распределения в них нитратов и факторных причин, их обуславливающих.

I. Водоносная зона трещиноватости осадочных, вулканогенных и интрузивных палеозойских образований, слагающих гsrное обрамление изучаемых речных долин. Содержание нитрата в водах составляет 1-5 мг/л, что характеризует величину их природного фона для отложений, не подверженных галогенезу. Нитраты в водах формируются только за счет природных метеорологических, геологических и биологических факторов. Следовательно, палеозойские отложения не могут являться причиной высоких содержаний нитратов в подземных водах аллювиальных четвертичных отложений при их эксплуатации в зоне сочленения.

II. Слабоводоносный олигоцен-миоценовый комплекс распространен спорадически в предгорной зоне, обрамляющей долины рек Чирчик и Ахангаран. Содержание нитрата 30-55 мг/л. Предполагается, что источником нитрата в водах является сингенетичная нитратная минерализация, рассеяная в кайнозойских молассах. При развитии и усиленной эксплуатации водозаборов в прибортовых частях долин вблизи контакта аллювиальных образований с молассами, воды могут вызвать увеличение содержания нитрата в эксплуатируемых четвертичных водоносных комплексах (скважина в г. Газалкенте).

III. Напорный водоносный нижнечетвертичный аллювиальный горизонт в отложениях древнего конуса выноса р. Ахангаран. Эти воды

распространены в нижней части долины повсеместно под более молодыми аллювиальными галечниками Геджигенской и Ангренской ветвей, под Пскентским и Кокаральским лессовыми массивами. Содержание нитрата в водах в среднем составляют 10 мг/л при колебаниях 5–15 мг/л. По П.П.Нагевичу (1965), напорный водоносный горизонт питается путем подтока из галечников более молодого возраста в средней части долины, где вместе с галечниками древнего конуса выноса образуют единую водоносную толщу. Другим источником питания является подземный сток из юго-западных отрогов Кураминского хребта. Режим напорных вод зависит от режима грунтовых и водности года. Таким образом, содержание нитратов в напорных водах контролируется их количеством в грунтовых водах области питания верхнечетвертичных и палеозойских образований с учетом их смешения. Следовательно, при интенсивном загрязнении области питания напорных вод их качество может заметно ухудшиться.

1У. Водоносные верхнечетвертичные и современные аллювиальные горизонты речных долин рек Чирчик и Ахангаран. Воды этих отложений – основной объект эксплуатации на питьевые нужды. Именно они подвержены в основном техногенному загрязнению.

Природный фон вод этих отложений до техногенеза выражался величиной, близкой 5 мг/л. В течение последних двух десятилетий в связи с интенсивным развитием сельского хозяйства, широко использующего азотные удобрения, произошло региональное загрязнение нитратами природного фона в грунтовых водах долин, а в связи с развитием Чирчикского промузла – интенсивное локальное загрязнение нитратами грунтовых вод. Неодинаковый характер распределения нитрата в грунтовых водах позволил выделить в пределах Чирчикской и Ахангаранской долин участки, отличающиеся друг от друга как степенью нитратного загрязнения, так и вызвавшими его причинами.

Ниже описываются участки, выделенные в водоносных верхнечетвертичных и современных аллювиальных горизонтах речных долин Чирчика и Ахангарана по степени проявления нитратного загрязнения, обусловленного различными природными и техногенными факторами.

1. Участок долины р.Чирчик (правый и левый берег) от г.Чарвака до г.Чирчика, являющийся зоной преимущественно сельскохозяйственного освоения с преобладанием садово-огородных культур. Развитие оросительной сети на этой территории способствует смешению инфильтрационных вод с подземным потоком; содержание нитратов в подземных водах (данные колодцев и эксплуатационных скважин) составляет 15-25 мг/л, достигая наибольших значений в период невегетации и наименьших - в вегетацию, совпадающий по времени с пропусками из водохранилища поверхностных вод по р.Чирчик.

2. Участок правого берега долины р.Чирчик от г.Чирчика до Киорайского створа включительно, наиболее подверженный промышленному загрязнению. Здесь выделены две аномальные зоны по содержанию нитратов.

а. Зона влияния электрохимического предприятия по производству азотных удобрений - Электрохимпром. Основным источником загрязнения является промплощадка предприятия. Ореол загрязнения с концентрацией нитрата, достигающей в очаге 900 мг/л, а на периферии 70-260 мг/л при ширине около 1 км, локализуется на расстоянии 2,5 км вниз по потоку системой из четырех водозаборных скважин, играющих роль перехватывающего дренажа. Градиент концентрации нитрата в ореоле составляет 26 мг/л на 100 п.м потока.

б. Зона влияния металлургического предприятия по производству тугоплавких и жаропрочных металлов - УзКТЕМ. Основными источниками загрязнения являются промплощадка и отстойники промстоков, расположенные в 1,5 км от русла р.Чирчик в поперечнике долины. Концентрация нитратов в них намного выше, чем в буферных прудах Электрохимпрома.

Ореол загрязнения с содержанием нитрата 1000 мг/л в очаге вытянут по потоку на 12 км и замыкается системой приречных водозаборных скважин при концентрациях нитрата в среднем 150 мг/л. В скважинах поперечного ряда содержания нитрата изменяются от 90-110 мг/л вблизи реки до 15 мг/л в сторону борта долины. Градиент концентрации нитрата в ореоле составляет 7 мг/л на 100 п.м потока. Выявленная мощность загрязнения грунтового по-

тока в пределах промышленного ореола загрязнения составляет в среднем 40 м без дифференциации интенсивности его проявления по глубине, что определяется, видимо, активной ролью дренажных сооружений в водообмене.

Интенсивная эксплуатация подземных вод на левобережье Чирчика в условиях зарегулированности речного стока вызвала в не-вегетационный период, когда река перестает быть гидравлической границей, переток на левый берег загрязненного правобережного потока грунтовых вод. В дальнейшем, при усилении водоотбора левобережный участок может оказаться существенно загрязненным.

3. Участок правого берега долины р.Чирчик ниже Кибрайского створа до г.Ташкента. Здесь происходит постепенное рассеивание ореола загрязнения в пределах от 110 до 50 мг/л по нитрату при градиенте концентрации 1,2 мг/л на 100 п.м.

4. Участок правого берега долины р.Чирчик от г.Ташкента до р.Сырдарьи. Содержание нитратов в грунтовых водах этого участка в основном колеблется в пределах 15-35 мг/л (по данным эксплуатации скважин), незначительно отличаясь по сезонам. Результаты опробований колодцев в этой зоне позволяют сделать вывод о том, что в весенний и осенний периоды техногенная нагрузка по нитрату на буферный слой, в качестве которого принимается верхняя толща, опробуемая через колодцы, в 1,4-1,5 раза больше, чем на водоносный горизонт, эксплуатируемый грунтовыми водозаборами.

В вегетационный период за счет внесения удобрений превышение нитратов в поверхностном миграционно-активном слое грунтовых вод достигает 22-31 мг/л, снижаясь до 20 мг/л в невегетацию. Таким образом, основной причиной проявления повышенного загрязнения азотом грунтовых вод представляется сельхоззагрязнение за счет внесения удобрений на фоне снижения интенсивности водообмена подземных вод в региональном плане.

Снижение содержания нитратов вдоль поймы и на низких террасах р.Чирчик, где расположены одиночные эксплуатационные скважины, происходит за счет водообменных процессов на фоне снижения техногенной нагрузки. Влияние предприятий Чирчикского пром-узла на таких участках проявляется посредством фильтрации вод из р.Чирчик, загрязненной их отходами.

5. Участок правобережной части долины р.Чирчик, протягивающийся вдоль ар.Салар. В грунтовых водах выявляется ореол нитратного загрязнения, сформированный от фильтрации коммунально-бытовых стоков г.Ташкента, транспортируемых по ар.Салар. В центральной части ореола содержание нитратов в эксплуатируемых скважинах и колодцах в невегетационный период составляет 50–130 мг/л, на периферии 40–60 мг/л, в вегетационный период – 40–60 и 30–45 мг/л соответственно.

Сезонный характер изменения нитратов связан, прежде всего, с прохождением малых расходов по ар.Салар в период вегетации на фоне общего снижения уровня подземных вод, когда ослабевает действие фактора разбавления коммунально-бытовых стоков водами грунтового потока.

6. Участок левого берега долины р.Чирчик от г.Чирчика до р.Сырдарьи. Вся территория этой зоны характеризуется содержаниями нитратов в грунтовых водах (по данным эксплуатационных скважин) от 15 до 70 мг/л, достигая максимальных значений в невегетационный период в прибортовых частях долины. Верхняя часть этой зоны протяженностью 11 км до Кибрайского створа характеризуется сравнительно низкими содержаниями нитратов в грунтовом потоке (по данным эксплуатационных скважин) от 15 до 30 мг/л, незначительно отличаясь по сезонам. Превышение содержаний нитратов по колодцам на этой территории незначительно и составляет около 8 мг/л. Ниже Кибрайского створа содержание нитратов по колодцам и эксплуатационным скважинам увеличивается до 40–60 мг/л с незначительными колебаниями в сезонном разрезе.

Таким образом, если на правом берегу в пределах рассматриваемой территории четко выражены две аномалии в составе подземных вод, причиной которых являются стоки промпредприятий г.Чирчика, то на левом берегу аномалия проявляется значительно слабее (40–60 мг/л). Ширина зоны от 2 до 10 км, протяженность 15 км. Причины этой аномалии, видимо, неоднозначны и могут быть связаны как с сельскохозяйственным загрязнением, так и с влиянием периферии ореола загрязнения от предприятий г.Чирчика, сформировавшегося на правом берегу. Подтверждением является тот факт, что на фоне примерно равной интенсивности освоения сельского хозяйства в верхней и средней частях левобережной зоны изменение содержания

нитратов за многолетие составило 0–25 мг/л в верхней части, а на уровне Кибрайского створа – 25–35 мг/л.

7. Участок верхней части долины р. Ахангаран от г. Ангрена до г. Алмалыка. Поверхность долины на этом участке представляет собой зону сельскохозяйственного освоения преимущественно садово-огородными культурами с использованием азотных удобрений. Предприятия Ангренского промузла имеют стоки с низкими содержаниями соединений азота, не вызывающими нитратного загрязнения. Грунтовые воды долины, опробованные эксплуатационными скважинами, характеризуются содержаниями нитратов до 20 мг/л, а в поверхностном миграционно-активном (перстративном) слое их концентрация увеличивается до 35 и более мг/л. Нитратное загрязнение в основном обусловлено сельскохозяйственным фактором.

8. Участок долины р. Ахангаран ниже г. Алмалыка по Генжигенской и Ангренской ветвям до р. Сырдарьи является зоной интенсивного хлопководства. Стоки предприятий Алмалыкского промузла существенно не влияют на формирование нитратной составляющей грунтовых вод. Содержание нитрата в водах составляет 20–40 мг/л по эксплуатационным скважинам и 30–70 мг/л по колодцам. Концентрации нитратов нарастают по мере продвижения к низовьям долины и определяются сельскохозяйственным фактором.

9. Участки спорадического распространения грунтовых вод с аномально низкими, в основном, 1–5 мг/л концентрациями нитрата на фоне регионально повышенных содержаний (20–60 мг/л). Они четко выявлены в средней части долины р. Чирчик. Размеры этих участков – несколько квадратных километров, сложной конфигурации. Проявление отрицательных нитратных аномалий предположительно контролируется таким техногенным фактором, как близкие источники органического вещества, а их возникновение, вероятно, связано с химико-микробиологическими процессами восстановления нитратов до газообразных форм.

10. Участки прибортовых частей долин рек Чирчик и Ахангаран, протягивающиеся прерывистой полосой вдоль предгорной зоны от г. Чарвака до Ангрена. Прерывается она потоками конусов выноса боковых саев. Подземные воды аллювиальных галечников имеют непосредственный контакт или подпитывание со стороны предгорий, сложенных кайнозойскими молассами. Воды этой зоны характеризуются

ются повышенным содержанием нитрата (20–35 мг/л). В районах длительной и усиленной эксплуатации (скв. I насосная, г. Газалкент) и освоения новоорошаемых земель (пос. Сасбака) содержание нитрата увеличивается до 50–150 мг/л.

Нитраты здесь формируются под влиянием суммарного воздействия природных (привнос нитратов с бортов водами кайнозойских моласс) и техногенных факторов (инфильтрация оросительных вод и последующий вымыв природных нитратов и нитратов удобрений при освоении новоорошаемых земель в предгорной зоне).

II. Участок долины р. Чирчик, испытывающий в прибортовой части разбавляющее по отношению к нитрату влияние регионального потока грунтовых вод водами конуса выноса Паркентская. Содержание нитрата в водах зоны смешения в вегетационный период, по данным эксплуатационных скважин, составляет 10–15 мг/л, увеличиваясь в невегетационный до 25 мг/л.

Таким образом, анализ содержания соединений азота в подземных водах и, особенно, его консервативной составляющей – нитратной формы, которая служит индикатором интенсивности проявления техногенеза, позволяет сделать следующие выводы:

наиболее интенсивно загрязнена верхняя толща грунтовых вод долин р. Чирчик и Ахангаран, приуроченная к миграционно-активному слою водоносного горизонта современных аллювиально-галечниковых отложений. Значительны содержания нитратов и на высоких террасах (до 100 мг/л и более). Содержание нитратов на низких террасах варьирует в различных пределах – от 8–20 до 80–120 мг/л. Вблизи русла р. Чирчик значения нитратов стационарно ниже ПДК (от 10 до 40 мг/л), что связано, очевидно, с более интенсивным водообменом по сравнению с более высокими террасами;

водоносный горизонт грунтовых вод в интервале 10–30 м от поверхности, эксплуатируемых в настоящее время грунтовыми водозаборами, менее, чем буферный, но достаточно интенсивно подвержен техногенным изменениям;

грунтовые воды прибортовых частей испытывают ухудшения химического состава и увеличения нитратов на участках нового орошения при освоении предгорий, а также в районах влияния на них вод кайнозойских моласс.

М.М.Мирасланов, М.А.Адылова

ОРГАНИЗАЦИЯ СТАЦИОНАРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ЛОКАЛЬНЫХ
ПОЛИГОНАХ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ
В РАЙОНАХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В системе мониторинга экзогенных процессов на локальных полигонах необходима организация стационарных наблюдений за изменением геологической среды. В пределах каждого локального полигона, исходя из структуры, местоположения, природных условий и значения народно-хозяйственных объектов организация наблюдательной сети имеет свои особенности.

На Ангренском локальном полигоне на площади в 70 км^2 сконцентрированы промышленные предприятия и другие сооружения. Вдоль левобережья р.Ахангаран на протяжении 10 км расположены карьеры – Ангренский угольный глубиной до 300 м и Джигиристанский горелых пород – 100 м. Выше находятся плотина и водохранилище, а для отвода реки от карьера проложен туннель (7 км). Ниже карьера по течению р.Ахангаран на большой площади, занятой под отвалы общим объемом более 200 млн. м^3 и высотой 60–65 м, на глубине 120–180 действуют угольная шахта и подземная газификация угля. Здесь проводятся комплексные наблюдения за климатическими, сейсмическими, гидрогеологическими факторами, свойствами пород, состоянием перемещения массива, характером развития и взаимосвязи ЭП, ходом эксплуатации сооружений. Они заключаются в стационарных наблюдениях на локальных участках и нерегиональных створах.

На Алмалыкском локальном полигоне площадью около 150 км^2 рассредоточены горнодобывающие предприятия. В зависимости от способа отработки и масштабов добычи полезного ископаемого выделяются различные типы нарушения геологической среды. Здесь отрабатываются карьеры: Кальмакыр, Сарычеку, Саукбулак, завершены работы на месторождении Кургашикан (1982), начаты вскрышные работы на месторождении Дальнее с проектной глубиной более 700 м и площадью карьерного поля около 20 км^2 , ведутся развед-

и эксплуатация месторождений, обрабатываемых подземным способом: Каульды, Кызата, Актурпак, Кульчулак и др.

В связи с дальнейшим увеличением мощности Алмалыкского ГМК проявлением инженерно-геологических процессов на многих объектах уже в настоящее время необходимо организовать службу наблюдений в целях рационального использования и охраны геологической среды в районе.

Интенсивная разработка месторождений привела к изменению гидрогеологических условий примыкающих районов. За 31 год разработки месторождения Кургашинокан подрезка уровня воды достигла 260 м, карьер стал крупной дренажной, куда стекают потоки со своего радиуса его влияния (около 2000 м). Карьер Кальмакыр также стал крупной дренажной, захватывающей полосу питания шириной 3000 м.

В районах хвостохранилищ и отвалов грунтовые воды загрязняются, ухудшая качество подземных вод долины р. Ахангаран. Вследствие интенсивной фильтрации стоков повышается УГВ.

За многолетнюю эксплуатацию горнодобывающих предприятий отмечались многочисленные неблагоприятные процессы и явления.

За период эксплуатации месторождения Кургашинокан образовалось более 20 крупных оползней и обрушений объемом от 10 до 10 тыс. м³. Последний оползень объемом 4 млн. м³ сформировался после завершения горных работ на карьере. На месторождении Кальмакыр наряду с мелкими деформациями объемом 1000 м³, разрывными на северо-восточном и восточном бортах, наметился оползень объемом около 3 млн. м³, зафиксированный маркшейдерской съемкой АГМК на северном борту, захватившей 10 стационарных пунктов.

На хвостохранилище МОФ произошел прорыв северной дамбы в очередной очереди хвостохранилища с утечкой 5-7 млн. м³ пульпы, аккумуляция которой произошла на площади 2,5 км². Основная масса пошла по каналам Ярдам и Ташкентскому. Отмечаются и другие негативные явления, менее значительные, но тоже осложняющие добычу и переработку полезного ископаемого.

В пределах Алмалыкского полигона для оценки регионального изменения геологической среды, помимо эпизодических наблюдений

на всей территории необходимо создать региональные створы, по которым характеризуются различные изменения среды. Они должны пересекать опорные участки и перспективные площади, где необходимо устанавливать пункты наблюдений. Первый региональный створ охватывает русло р. Ахангаран, затем группу Накпайских отвалов, законсервированный карьер Кургашинокан, охраненный целик между карьерами, Кальмакыр и до плотины на р. Алмалыксай, второй — участки от селоводохранилища на р. Накпай, через карьер Кальмакыр, месторождение Дальнее, Алмалыкские отвалы и до хвостохранилища свинцово-обогатительной фабрики, находящейся на консервации.

Опорные наблюдательные участки расположены на площади месторождений, отвалов и хвостохранилищ комбината. Эти участки характеризуют влияние различных сооружений на геологическую среду, как во взаимодействии друг с другом, так и в отдельности. Последнее касается месторождений, удаленных друг от друга на большом расстоянии.

1. На участке карьера Калмакыр необходимо вести наблюдения за режимом уровня подземных вод, изменением напряженного состояния горных пород в процессе углубления, устойчивостью бортов карьера. На уступах необходимо вести маркшейдерские инструментальные наблюдения, следить за расходами родников и по г/г скважинам за уровнем подземных вод, фиксировать все деформации, осуществлять периодическое обследование как стационарных, так и рабочих уступов.

2. В зоне охранного целика между карьерами Кальмакыр и Кургашинокан изучать влияние отработанного карьера Кургашинокан на устойчивость северной части карьера Кальмакыр. Необходимо оборудовать наблюдательные реперы для изучения возможности сдвижения пород в зоне охранного целика. Также для оценки фильтрации и перетекания воды из Кургашинокана в Кальмакыр необходимо оборудовать две гидрогеологические скважины, одна из которых должна подсекать Карабулакский разлом как наиболее водосбильный.

3. На площади карьера Кургашинокан вести наблюдения за влиянием отработанной чаши размером 1 км^2 и глубиной 340 м на ок-

ружающую геологическую среду, изменение размеров депрессионной воронки вокруг карьера, режима уровня воды, скопившейся в карьере с 1983 г., изучать деформации, продолжающиеся развиваться на бортах карьера. При этом необходимо проводить эпизодические визуальные обследования, вести наблюдения по гидрогеологическим скважинам. Производить 1-2 раза в год панорамное фотографирование бортов карьера в разные периоды.

4. В зоне месторождения Дальнее необходимо изучать изменения ландшафта и гидрогеологических условий. За границами предельного контура следует оборудовать гидрогеологические скважины для наблюдений за изменением уровня и качества воды.

5. В пределах месторождения Сарычеку изучать изменение напряженного состояния нагорной части и карьера, изменение гидрогеологических условий, свойств пород. Топогеофизические наблюдения необходимо проводить по створам, оборудовать гидрогеологические скважины для наблюдения за режимом подземных вод, отбирать пробы воды периодически из р.Саукбулак и из скважин для оценки степени загрязнения поверхностных и подземных вод.

6. На месторождениях: Актурпак, Каульды, Кызата необходимо вести наблюдения за изменением напряженного состояния пород в горных выработках ультразвуковым методом и за инженерно-геологическими процессами (обрушения, вывалы и др.), изучать загрязнение поверхностных и подземных вод рудничным стоком. Для изучения изменения трещиноватости в горных выработках следует устанавливать стационарные площадки.

7. Для изучения деформаций в зоне Накпайских отвалов необходимо устанавливать реперы на участке, где уже наблюдались или отмечены места возможных смещений отвальных масс. Изучать степень загрязнения поверхностных и грунтовых вод р.Накпай.

8. В районе действующего хвостохранилища МОФ, расположенного в долине р.Ахангаран, необходимо вести наблюдения за устойчивостью дамбы, фильтрацией воды из тела хвостохранилища, степенью загрязнения поверхностных водотоков и грунтовых вод, периодически отбирать пробы на химанализы. Следует оборудовать гидрогеологические скважины и периодически исследовать состав подземных вод.

Для оценки устойчивости в случае необходимости (заколы, трещины) устанавливаются реперы маркшейдерских наблюдений.

9. В районе хвостохранилища свинцовообогатительной фабрики, находящемся на консервации, также необходимо вести периодические наблюдения за устойчивостью дамбы и степенью загрязнения грунтовых вод инфильтрационными атмосферными осадками сквозь тело хвостохранилища.

10. В зоне нового объединенного хвостохранилища изучать процессы заболачивания в результате фильтрации воды из хвостохранилища, просадочные явления, устойчивость дамбы, оборудовать скважины для режимных наблюдений за изменением уровня воды в зоне подтопления (центральная часть хвостохранилища) и отбора проб воды на химанализы для оценки степени загрязнения грунтовых вод.

Информация, поступающая с опорных участков, расположенных на I и II региональных створах, будет характеризовать изменение различных типов геологической среды, охватывая зоны карьеров, отвалов, хвостохранилищ, разного рода коммуникаций, перспективных площадей и водохранилищ на реках Накпай и Алмалык, а также участки входных и выходных порталов тоннелей, сбрасывающих воду саев в р.Саукбулак.

Участки, не попадающие в створы, будут характеризовать лишь тот или иной тип геологической среды или два типа в совокупности.

Для организации и осуществления непрерывных долгосрочных стационарных наблюдений необходимо использовать приборы и новейшую аппаратуру, имеющуюся в промышленности в настоящее время.

Материалы многолетних наблюдений в дальнейшем будут использоваться для контроля, прогноза и управления за теми или иными составляющими геологической среды.

В.И.Мартемьянов

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ
ПРОЯВЛЕНИЯ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ
МОНИТОРИНГЕ ЭП В ГОРНОСКЛАДЧАТЫХ РАЙОНАХ

Территория Чаткало-Кураминского региона сформировалась в результате новейших и современных движений, отличается значительной расчлененностью рельефа и своеобразием проявления экзогенных геологических процессов (ЭП). Распределение очагов проявления ЭП и характер их активизации во времени подчинены определенным закономерностям, использованию которых при постановке работ в системе мониторинга уделяется недостаточное внимание. Прежде всего это проявляется в организации работ регионального уровня и планировании периодических визуальных и аэровизуальных наблюдений в периоды активизации ЭП, когда система маршрутов учитывает в основном географическое размещение наблюдаемых объектов и, в меньшей степени, увязывается с особенностями геоструктурного строения территории. Кроме того, проектируемая частота наблюдений различных участков предполагает единовременную активизацию процессов на территории наблюдений и зачастую не учитывает высотно-климатических особенностей, в связи с чем некоторые маршруты оказываются мало информативными и в конечном счете приводят к удорожанию стационарных наблюдений.

При разработке мониторинга ЭП в горноскладчатых районах следует четко различать влияние региональных и зональных закономерностей, определяющих среду формирования и периоды активизации ЭП. В условиях описываемого района региональные факторы определяют приуроченность ЭП к различным геолого-генетическим комплексам пород и структурным зонам и позволяют разрабатывать рациональную схему наблюдений. Зональные факторы отражают особенности проявления во времени различных типов ЭП в условиях естественного и нарушенного режима природной среды, определяют высотно-пространственную унаследованность и частоту выполнения региональных маршрутов.

По структурным особенностям, определяющим пространственное размещение оползневых очагов, четко выделяются Чаткальская и Кураминская зоны, отличающиеся общей пораженностью оползнями и особенностями их активизации во времени.

Для Чаткальской зоны, охватывающей бассейн р. Чирчик, характерно преобладание линейно-куполовидных поднятий, сложенных терригенно-осадочным и эффузивным комплексом пород палеозойского возраста. В Кураминской зоне на правом берегу р. Ахангаран преобладают глыбовые поднятия, сложенные гранитоидами, кольцевые структуры и вулканогенные грабены, заполненные эффузивно-пирокластическим материалом. Тектоническая раздробленность пород коренной основы в бассейне Чирчика значительно выше, чем в бассейне Ахангарана, в связи с этим условия циркуляции подземных вод в массиве в первом случае наиболее благоприятные, и насыщение покровных пород на контактах происходит интенсивнее. Следует отметить, что по этой же причине площадь разнородных контактов, благоприятных для формирования оползней, в Чаткальской зоне более обширная, чем в Кураминской. В соответствии с этим пораженность оползнями территорий различная и составляет в бассейне Чирчика — 13,1, Ахангарана — 5,9% от площади отложений, способных к смещению (табл. I). В зависимости от системы тектонических нарушений оползни Чаткальского хребта не подчинены строгой ориентации в пространстве, в пределах Кураминского хребта имеют относительно линейное распространение.

В зависимости от геоструктурных особенностей различных участков все оползни группируются в следующих зонах:

краевые части синклиналей, сложенные обычно песчано-глинистыми породами мелового и палеогенового возраста и пораженные крупными, многослойными оползнями (Суреньята, Турковский, Атчинский и др.);

области предгорий, сложенных палеозойскими породами и покровными суглинками, где участки проявления крупных оползней четко взаимосвязаны с зонами обводненных тектонических нарушений.

В регионе преимущественно распространены древние и давние оползни, приуроченные к зонам наиболее крупных тектонических

Т а б л и ц а I

Основные показатели проявления оползней
в Чаткало-Кураминском регионе

Показатель	Бассейн р. Чирчик	Бассейн р. Ахан- гаран	Чаткало- Курамин- ская зона
1. Площадь отложений склонных к смещению, км ²	1802	1863	3665
2. Площадь оползней в породах, км ²	213,04	83,21	296,25
в т.ч.:			
верхнечетвертичных	0,05	0,83	0,88
среднечетвертичных	60,16	3,21	63,37
нижнечетвертичных	6,35	14,16	20,51
нерасчлененных:			
делювиальных	117,35	49,29	116,69
элювиальных	29,13	15,79	34,92
в т.ч. по возрасту оползне- вых очагов:			
древние	82,0	50,0	132,00
давние	109,46	22,10	131,56
свежие	21,58	11,11	32,69

нарушений. Общая пораженность равна 6,38%, а на участках кон-
тактирования среднечетвертичных отложений с зонами нарушений
она увеличивается до 25-30% (бассейны Угамская, Мазарская, Бель-
дерская и др.).

Наиболее склонные к смещению отложения характеризуются по-
вышенным содержанием пылеватой фракции, которая при водонасы-
щении обладает наибольшей подвижностью и благоприятствует про-
явлению пилунных свойств (по В.В.Охотину). Высокая просадоч-
ность среднечетвертичных отложений также предопределяет воз-
можность формирования в них глубоких оползней на участках то-
чечного или линейного увлажнения.

Об относительной пораженности отложений оползнями различно-
го возраста свидетельствуют данные табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Количество бассейнов с оползнями различного
возраста

Возраст суглинистых отложений	Пора- жен- ность, %	Количество бассейнов с оча- гами различного возраста		
		древние	давние	свежие
Верхнечетвертичный	0,24	—	3	II
Среднечетвертичный	6,38	5	42	42
Нижнечетвертичный	6,24	4	22	2I
Неразчлененный :				
делювиальный	25,87	13	29	26
элювиальный	3,09	5	28	29

Наибольшее количество древних и давних оползней приурочено к среднечетвертичным отложениям и делювиальным склонам, расположенным в интервале абсолютных высот 700–1400 м, и характеризующимся более долговременным и интенсивным увлажнением в течение весеннего периода.

Показателем активизации оползней на склонах может служить количество свежих форм на единицу площади. Установлено, что наиболее активно во всех условиях проявляются оползни с небольшой глубиной захвата пород смещением (спливы и оплывины), формирование которых зависит от характера увлажнения верхней части толщ и грунтов атмосферными осадками. Менее активно проявляют себя глубокие оползни, связанные с колебаниями уровня подземных вод (потоки и ступенчатые) вблизи участков разгрузки и совпадающие обычно с зонами тектонических нарушений. В обоих случаях характер активизации оползней всех типов в первую очередь зависит от величины насыщения пород атмосферными осадками и влиянием их на изменение уровня подземных вод. Стоковые и инфильтрационные характеристики в конкретном районе слабо изменяются во времени, поэтому можно предполагать, что соотношение между количеством осадков, насыщающих непосредственно или через другие показатели различные по глубине участки покровной толщи пород

должно практически оставаться постоянным. Количество различных форм оползней при этом будет находиться также в определенной соподчиненности друг с другом.

Соотношение количества свежих оползней на склонах с различной степенью нарушенности стабильно уменьшается от мелких к более глубоким, что позволяет использовать рассчитанные коэффициенты (табл. 3) для предварительных прогнозов активизации крупных оползней по характеру проявления поверхностных смещений в начальный период их активизации (февраль, март).

Т а б л и ц а 3

Относительная пораженность и вероятность активизации оползней на склонах различной нарушенности

Состояние нарушенности склона	Площадь, км ²	Сплыв	Оплывина	Поток	Ступенчатый
Ненарушенный	1588	$\frac{0,17}{1,0}$	$\frac{0,14}{0,8}$	$\frac{0,05}{0,30}$	$\frac{0,02}{0,12}$
Нарушенный:					
древние цирки	132,3	$\frac{0,15}{1,0}$	$\frac{0,35}{2,3}$	$\frac{0,10}{0,75}$	$\frac{0,13}{0,90}$
давние цирки	131,37	$\frac{0,17}{1,0}$	$\frac{0,41}{2,4}$	$\frac{0,27}{1,6}$	$\frac{0,06}{0,30}$

Примечание. В числителе — фактическое количество форм на 1 км², знаменателе — количество вероятных проявлений относительно сплыва.

Зоны развития свежих оползней располагаются в основном выше абс.отм. 800 м и совпадают с участками долговременного залегания снежного покрова.

В бассейне р.Чирчик к этому интервалу абсолютных высот приурочено 68,5%, в долине р.Ахангаран — до 45,9% всех оползней. Многолетними наблюдениями установлено, что ежегодное соотношение различных форм оползней в зависимости от особенностей климатической обстановки может изменяться в пределах 2-5%. Средние показатели распределения оползней по интервалам абсолютных высот приведены в табл. 4. В годы с аномальным количеством

осадков высотный интервал с максимальным развитием оползней снижается примерно на 200 м.

Т а б л и ц а 4

Распределение оползней по интервалам абсолютных высот, %

Интервал высот, м	Бассейн р. Чир- чик	Бассейн р. Ахан- гаран	Чаткало- Курамин- ская зо- на	В т.ч. по типам оползней			
				сплыв	оплы- вина	поток	ступен- чатый
600-800	4,4	-	2,2	0,4	0,4	0,7	0,7
800-1000	21,9	3,8	13,1	4,4	4,9	1,3	2,5
1000-1200	19,7	13,6	16,4	3,9	6,5	2,8	3,2
1200-1400	26,9	28,5	27,8	4,4	11,1	6,3	6,0
1400-1600	15,0	24,9	20,0	6,4	7,6	2,8	3,2
1600-1800	8,6	16,8	12,7	5,5	4,1	2,4	0,7
1800-2000	3,5	8,4	5,8	3,1	1,9	0,4	0,4
свыше 2000	-	4,0	2,0	0,4	0,2	0,2	1,2
Итого:				28,5	36,7	16,9	17,9

Специфические особенности проявления оползней в различных высотных зонах региона в зависимости от климатических условий текущего и прогнозируемого периодов требуют целенаправленного подхода к планированию аэровизуальных маршрутов. По кругу решаемых задач предлагается различать обзорные и информационные маршруты. В результате первых устанавливается характер снеготаяния и активность проявления оползней в переходный период от зимы к весне, соответствующий концу февраля, началу марта. Этот период отражает начальный этап оползневой активизации и характеризуется проявлением до 20-25% всех оползней, регистрируемых за зимне-весенний период. Смещения переходного периода в основном происходят на абсолютных высотах до 800-1000 м и имеют небольшую глубину захвата пород смещением. Активность их проявления зависит от запасов влаги в верхней части покровной толщи пород, накопленной за осенне-зимний период и позволяет прогнозировать возможную активизацию смещений грунтов при последую-

щих дополнительных увлажнении пород весенними осадками. В соответствии с этим основную часть маршрутных наблюдений в переходной период необходимо сосредоточивать в указанном интервале высот.

При последующих наблюдениях направление информационных маршрутов должно планироваться с учетом активного снеготаяния в более высоких зонах и особенностей геоструктурного строения территории. Особое внимание следует уделять участкам тектонических нарушений, отличающихся повышенной разрушенностью пород и обильной обводненностью. Частота наблюдений определяется характером выпадения атмосферных осадков и особенностями температурного режима, влияющего на изменение соотношения инфильтрационных и транспирационных статей водного баланса покровной толщи. Во все периоды в зависимости от степени поверхностного увлажнения сохраняется вероятность образования свежих оползней в отложениях различного генезиса и возраста (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Возраст комплекса	Показатель вероятной активизации				
	сплыв	опы- вина	поток	ступен- чатый	по ре- гиону
Верхнечетвертичный	1,0	0,99	0,67	0,50	
Среднечетвертичный	0,94	0,70	0,35	0,82	0,65
Нижнечетвертичный	0,79	0,69	0,38	0,23	0,61
Нерасчлененные:					
делювиальные	0,84	0,74	0,48	0,21	0,64
элювиальные	0,66	0,75	0,55	0,29	0,66

Примечание. Вероятная активизация — отношение свежих форм оползней к совокупности оползней всех типов за определенный период.

В соответствии с этим основной задачей маршрутных наблюдений этого периода является получение информации, опровергающей или подтверждающей ранее выявленные закономерности пространственного распределения оползней. Обязательным картографическим

материалом при наблюдениях этого периода является дежурная карта с элементами геоструктурного строения.

Л и т е р а т у р а

1. Четвертичная тектоника Памира и Тянь-Шаня /Под ред. Г.П. Горшкова. - М.: Наука, 1979, с. II 6.
2. Макаров В.И. Новейшая тектоническая структура Центрального Тянь-Шаня. - М.: Наука, 1977, с. 172.
3. Бухарин А.К., Масленникова И.А., Пятков А.К. Домезозойские структурно-формационные зоны Западного Тянь-Шаня. - Ташкент: Фан, 1985, с. 152.
4. Арапов В.А. Вулканизм и тектоника Чаткало-Кураминского региона. - Ташкент: Фан, 1983.
5. Динамика горных склонов Чаткало-Кураминской зоны /Р.А. Ниязов, И.А. Петрухина, В.И. Мартемьянов, Г.Л. Круковский, М.Г. Ходжаев - Ташкент: Фан, 1977. - 168 с.

УДК 556.332.52

Я.У. Исамухамедов, М.Я. Пуговкин

К МЕТОДИКЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОТДЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Необходимость в оценке и прогнозе влияния техногенеза на изменения гидрогеологических условий в целях оперативной информации для обоснования мероприятий по оптимизационному управлению гидрогеологическими процессами может быть обеспечена организацией мониторинга подземных вод и создании служб гидрогеологических наблюдений (3).

В настоящее время задачи, решаемые наблюдательной сетью, в основном заключаются в региональном изучении закономерностей воздействия мелиоративных мероприятий на режим, баланс и ресурсы подземных вод по качественным и количественным показателям; составлении прогнозов изменения режима, баланса и ресурсов под-

земных вод под влиянием мелиорации; районировании мелиорируемых территорий по условиям формирования режима подземных вод; контроле за охраной и качеством подземных вод (2).

Существующая региональная сеть и практика ведения режимных наблюдений не обеспечивают в полной мере решения вышеперечисленных задач — отсутствуют единая система и технология наблюдений за режимом уровня, температуры, химического состава подземных вод, не разработана система показателей изучения режима химического состава подземных вод, которая необходима для оценки масштабов качества и загрязнения, т.е. необходима разработка принципов организации многоцелевой наблюдательной сети, методов и технологии режимных наблюдений.

Одним из решаемых вопросов, необходимых для достижения намеченных целей, являются систематизация и выбор технических средств гидрорежимных наблюдений, обеспечивающих оптимальный режим их эксплуатации и экономически выгодных.

В настоящее время гидрорежимная служба ЦО Узбекгидрогеология располагает более чем 2000 наблюдательных пунктов, которые оснащены приборами, позволяющими вести наблюдения с целью изучения режима и баланса грунтовых вод в районах орошения для разработки рациональных мероприятий по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель. Наблюдения за уровнем подземных вод (УПВ) здесь ведутся "хлопушками", для чего привлекаются сотни наблюдателей, значительные трудозатраты которых складываются, в основном, из передвижения к наблюдательному пункту и обратно. Затраты на эти работы превышают 40% общих ассигнований при частоте замеров от I до I5 раз в месяц.

Пробы на химанализ отбирались пробоотборником, конструкция и технические характеристики которого не отвечают современным требованиям. Так, основными параметрами, влияющими на выбор способа измерения и конструкцию прибора, ведущего наблюдения за УПВ, является прежде всего диапазон измерений и срок автоматической работы, а так же амплитуда и скорость колебания уровня, степень минерализации подземных вод, годовые колебания температуры, диаметры обсадных труб наблюдательных скважин.

Имеющиеся сведения о режиме подземных вод позволяют уточ-

нить основные одиночные параметры уровнемеров. Специфика технических и эксплуатационных характеристик приборов гидрогеологического назначения ограничивает применение разнообразных конструкций регистраторов и видов регистрации (4).

Основными ограничивающими факторами являются: а) отсутствие сетевых источников питания; б) безнадзорная работа приборов в автоматическом режиме; в) зачастую необходимость установки приборов в обсадной трубе наблюдательной скважины с целью сохранности приборов от повреждений во время работы, что связано с отказом от надскважинных сооружений; г) некоторая агрессивность среды, в которой установлен прибор; д) работа приборов в сильно изменчивых климатических условиях.

Из всех отечественных технических средств, выпускаемых сегодня для замера уровня подземных вод (таблица) только несколько соответствуют современному уровню ведения режимных наблюдений. Это автоматические уровнемеры РУЦ-2М, ГПЦ-20, РУВС-1, которые серийно не выпускаются.

Гидрогеологические уровнемеры

Тип	Принцип действия
1	2
Переносные	
Мерные тросы, ленты, рулетки, датчики-хлопушки РС-20, Р-50, Р-100, ГПЦ-12В	Отчет значения уровня в них производится визуальным сравнением, с линейной мерой в виде тросов, мерных лент, проводов, рулеток
Электроуровнемеры Питание автономное, датчик-электрод ЭВ-1, УЭ-50, УЭ-75, УЭ-200, УЛ-50, УЛ-100, ПРУ-1	В качестве чувствительного элемента (датчика) используются различные хлопушки и электроды
Стационарные	
С непрерывной регистрацией СУВ-3, СУВ-М "Валдай", ГР-72, ГР-38, ППИ-2, ППИ-4, ПРМ-2, УДЦ-2	Приборы поплавково-механические. Колебания уровня воды передаются на барабан, который имеет свободное вращение и связан через шестерни с поплавком. Перо имеет связь с часовым механизмом струной и ходит горизонтально по каретке

1	:	2
С дискретной (периодической) регистрацией УР-2, ПРУ-1, АРУ-1, РУЦ-2, РУЦ-2М, РУЦ-3, ГП-20, РУВС-1		Во время работы часового механизма опускается струна и перо, двигаясь, оставляет след на ленте, которая укреплена на барабане Регистрация уровня воды в них происходит автоматически. Основные узлы, отчетное устройство и регистратор, часовой механизм. Регистрация УПВ определяется по числу черточек на ленте

Из всех перечисленных технических средств замера УПВ на современном этапе ведения гидрорежимных наблюдений нами предлагаются следующие приборы: а) для автоматической фиксации в течение предполагаемого времени — РУЦ-2м; ГП-20, РУВС-1; б) для разовой фиксации в течение квартала, месяца или года — портативный ручной уровнемер ПРУ-1; в) при опытно-фильтрационных работах использовать последнюю разработку СКБ Гидрогеотехника КНВ-4, которая позволяет вести наблюдения сразу в нескольких скважинах.

Л и т е р а т у р а

1. Коноплянцев А.А., Семенов С.М. Изучение, прогноз и картирование режима подземных вод. — М.: Недра, 1979, — 192 с.
2. Методическое руководство по гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям для мелиоративного строительства. — М.: ВСЕГИНГЕО, 1972, вып. 1, 2, 3, — с. 135, 200, 131.
3. Методические рекомендации по организации и ведению мониторинга подземных вод. — М.: ВСЕГИНГЕО, 1985, — 76 с.
4. Шустов В.М. Техника измерений при полевых гидрогеологических исследованиях. — М.: Недра, 1978, — 192 с.

А.М.Мирзаев, М.М.Якубов

ПРИБЛИЖЕННЫЙ МЕТОД В ЗАДАЧАХ ТЕОРИИ ПРЕДЕЛЬНОГО РАВНОВЕСИЯ ГРУНТОВ

В условиях плоской задачи система уравнений равновесия (I) и условие предельного равновесия грунтов (2) будут следующими:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \bar{\sigma}_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} &= F_x, \\ \frac{\partial \bar{\sigma}_z}{\partial z} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} &= F_z. \end{aligned} \right\} \quad (I)$$

$$(\bar{\sigma}_x - \bar{\sigma}_z)^2 + 4\tau_{xz}^2 = (\bar{\sigma}_x + \bar{\sigma}_z)^2 \sin^2 \varphi, \quad (2)$$

где

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma} &= \sigma_x + c \cdot \operatorname{ctg} \varphi, \\ \bar{\sigma}_z &= \sigma_z + c \cdot \operatorname{ctg} \varphi \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

$\bar{\sigma}_x, \bar{\sigma}_z, \tau_{xz}$ - составляющие компоненты; F_x, F_z - составляющие объемной силы; φ, c - соответственно угол внутреннего трения и коэффициент сцепления грунта.

Для определения предельного напряженного состояния грунтов, как известно [1,2], совместно рассматриваются системы (I) и выражение (2).

При этом выбирают для решения системы выражения:

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_x &= \sigma (1 + \sin \varphi \cos 2\delta), \\ \bar{\sigma}_z &= \sigma (1 - \sin \varphi \cos 2\delta), \\ \tau_{xz} &= \sigma \sin \varphi \cdot \cos 2\delta \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где $\sigma = \frac{\bar{\sigma}_1 + \bar{\sigma}_2}{2}$ - характерное напряжение: $\bar{\sigma}_1 = \sigma_1 + c \operatorname{ctg} \varphi$; $\bar{\sigma}_2 = \sigma_2 + c \operatorname{ctg} \varphi$, δ - угол между направлением главного напряжения и осью абсцисс.

Выражение (4) тождественно удовлетворяет условию (2). Следует отметить, что при совместном решении (1) и (2) вследствие нелинейности последнего получают системы двух квазилинейных дифференциальных уравнений первого порядка [2]. Так как выражение (1) является линейным относительно G_x, G_z, T_{xz} , то одним из способов линеаризации получающейся системы является написание в линейном виде условия предельного равновесия. В [3] описан один из способов такого представления.

В работе также предлагается способ линеаризации условия (2) для дальнейшего его применения для решения системы (1).

Выражение (2) представимо в виде:

$$\left[\bar{G}_x - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z) - \left(\bar{G}_z - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z) \right) \right]^2 + 4 \tau_{xz}^2 = \left[\left(\bar{G}_x - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z) \right) + \left(\bar{G}_z - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z) \right) \right]^2.$$

обозначим

$$\left. \begin{aligned} U &= \bar{G}_x - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z), \\ V &= \bar{G}_z - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

тогда

$$(U - V)^2 + 4 \tau_{xz}^2 = (U + V)^2. \quad (6)$$

откуда

$$\tau_{xz}^2 = U \cdot V$$

и

$$\tau_{xz} = \pm \sqrt{U \cdot V}. \quad (7)$$

Умножив и разделив на величину $(U + V)$, выражение (7) перепишем в виде:

$$\tau_{xz} = \sqrt{U \cdot V} \frac{(U + V)}{(U + V)} = \frac{U + V}{\frac{U}{\sqrt{U \cdot V}} + \frac{V}{\sqrt{U \cdot V}}} = \frac{U + V}{\sqrt{\frac{U}{V}} + \sqrt{\frac{V}{U}}}.$$

Подставляя значения U и V , имеем:

$$T_{12} = \frac{(\bar{G}_x + \bar{G}_z) \sin \varphi}{\sqrt{\frac{\bar{G}_x - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z)}{\bar{G}_z - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z)}} - \sqrt{\frac{\bar{G}_z - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z)}{\bar{G}_x - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z)}}} \quad (8)$$

Обозначим:

$$W = \sqrt{\frac{\bar{G}_z - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z)}{\bar{G}_x - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z)}} + \sqrt{\frac{\bar{G}_x - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z)}{\bar{G}_z - \frac{1 - \sin \varphi}{2} (\bar{G}_x + \bar{G}_z)}} \quad (9)$$

Изменение величины W можно определить, если воспользоваться выражениями (4). Тогда W определится как функция аргумента (угла) δ . Действительно, подставляя (4) в (9), получим:

$$\begin{aligned} W &= \sqrt{\frac{G(1 - \sin \varphi \cos 2\delta) - \left(\frac{1 - \sin \varphi}{2}\right) \cdot 2G}{G(1 + \sin \varphi \cos 2\delta) - \left(\frac{1 - \sin \varphi}{2}\right) \cdot 2G}} + \sqrt{\frac{G(1 + \sin \varphi \cos 2\delta) - \left(\frac{1 - \sin \varphi}{2}\right) \cdot 2G}{G(1 - \sin \varphi \cos 2\delta) - \left(\frac{1 - \sin \varphi}{2}\right) \cdot 2G}} \\ &= \sqrt{\frac{\sin \varphi (1 - \cos 2\delta)}{\sin \varphi (1 + \cos 2\delta)}} + \sqrt{\frac{\sin \varphi (1 + \cos 2\delta)}{\sin \varphi (1 - \cos 2\delta)}} = \\ &= \sqrt{\frac{1 - \cos^2 \delta + \sin^2 \delta}{1 + \cos^2 \delta - \sin^2 \delta}} + \sqrt{\frac{1 + \cos^2 \delta - \sin^2 \delta}{1 - \cos^2 \delta + \sin^2 \delta}} = \\ &= \sqrt{\frac{2 \cdot \sin^2 \delta}{2 \cdot \cos^2 \delta}} + \sqrt{\frac{2 \cdot \cos^2 \delta}{2 \cdot \sin^2 \delta}} = \operatorname{tg} \delta + \operatorname{ctg} \delta. \end{aligned}$$

Значит $W = \operatorname{tg} \delta + \operatorname{ctg} \delta$. (10)

В таблице приведены значения W в зависимости от значения угла δ . Область определения функции W в зависимости от изменения угла δ для практических расчетов можно разбить на три промежутка, которые соответствуют имеющимся в расчетах разделением на три предельные напряженные зоны.

Между углами $30^\circ \leq \delta \leq 60^\circ$ величина W с достаточной для практики точностью может быть заменена постоянной величиной

$$W = W_{cp} = \frac{\sum W_i}{7} = \frac{14,9774}{7} = 2,1396 \approx 2,14.$$

Для остальных значений δ ($0^\circ \leq \delta < 30^\circ$ и $60^\circ < \delta \leq 90^\circ$). W не может быть заменена постоянной величиной и поэтому в этих интервалах для решения конкретной задачи величину W нужно рассматривать как функцию координат. Следует отметить, что нами рассматривались только положительные значения, в случае отрицательных значений δ все значения W принимаются со знаком минус.

Градус	$tg \delta$	$ctg \delta$	W	Промежуток
0	0	∞	∞	
5	0,0875	11,4301	11,5176	I
10	0,1763	5,6713	5,8476	
15	0,2679	3,7321	4,0000	
20	0,3640	2,7475	3,1115	
25	0,4663	2,1445	2,6108	
30	0,5774	1,7321	2,3095	II
35	0,7002	1,4281	2,1283	
40	0,8391	1,1918	2,0309	
45	1,0000	1,0000	2,0000	
50	1,1918	0,8391	2,0309	
55	1,4281	0,7002	2,1283	
60	1,7321	0,5774	2,3095	
65	2,1445	0,4663	2,6098	III
70	2,7475	0,3640	3,1115	
75	3,7321	0,2679	4,0000	
80	5,6713	0,1763	5,8476	
85	11,4301	0,0875	11,5176	
90	∞	0	∞	

Значит, при $30^\circ \leq \delta \leq 60^\circ$ касательное составляющее напряжений τ_{xz} с достаточной для практики точностью может быть аппроксимировано линейной функцией

$$\tau_{xz} = \frac{\sin \varphi}{2,14} (\bar{\sigma}_x + \bar{\sigma}_z). \quad (\text{II})$$

Последнее выражение можно получить непосредственно из (2), полагая $\bar{\sigma}_x$ и $\bar{\sigma}_z$ по величине очень близок и разностью $(\bar{\sigma}_x - \bar{\sigma}_z)$ можно пренебречь. Следовательно, полученное приближенное выражение нужно использовать при очень близких значениях компонентов $\bar{\sigma}_x, \bar{\sigma}_z$ напряжений. Теперь для интегрирования системы (I) совместно с выражением (II) воспользуемся функцией напряжений Эри.

$$\left. \begin{aligned} \bar{\sigma}_x &= \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + x F_x, \\ \bar{\sigma}_z &= \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + z F_z, \\ \tau_{xz} &= -\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial z} \end{aligned} \right\}, \quad (\text{I2})$$

где u — пока неизвестная функция; F_x, F_z — предполагаются постоянными.

Выражения (I2) тождественно удовлетворяют систему (I). Подставляя (I2) в (II), получим:

$$-\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial z} = \frac{\sin \varphi}{2,14} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + x F_x + z F_z \right). \quad (\text{I3})$$

Решая (I3) для конкретных задач, можно найти решения рассматриваемых задач.

Л и т е р а т у р а

1. Цытович Н.А. Механика грунтов. — М.: Стройиздат, 1979.
2. Соколовский В.В. Статика сыпучей среды. — М.: Гостехиздат, 1954.
3. Малышев М.В. Прочность грунтов и устойчивость сооружений. — М.: Стройиздат, 1980.

У.У.Умаров, М.М.Махкамов, И.Х.Хабибуллаев, А.Эргашев

СОЗДАНИЕ ПОСТОЯННО ДЕЙСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД КОНУСОВ ВЫНОСА

На изменение водохозяйственной и мелиоративной обстановки в пределах конусов выноса рек влияют следующие факторы: освоение головных частей конусов выноса приводит к увеличению площадей орошения и водоподачи, а вследствие этого к повышению количества поступающей за счет инфильтрации воды до уровня грунтовых вод; бетонирование русел рек - к сокращению потерь воды из них на фильтрацию, а также к интенсивному отбору подземных вод для различных нужд, в т.ч. на орошение. Для научно обоснованных проектных решений по рациональному использованию водно-земельных ресурсов, эксплуатации подземных вод, сохранению и восстановлению природных условий водоносных горизонтов необходимо создать гидрогеологическую базу. Следует организовать современную службу режима и контроля за изменениями гидрогеологических условий, оперативно прогнозировать и управлять гидрогеологическими процессами.

В настоящее время в пределах конусов выноса рек Сох и Исфара произведены гидрогеологические и инженерно-геологические съемки масштаба 1:200 000, частично 1:50 000; разведаны и утверждены ГКЗ СССР и ГКЗ запасы подземных вод для водоснабжения населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных объектов. Выполнена региональная оценка эксплуатационных запасов подземных вод конуса выноса р.Сох. Для эффективного решения задач контроля и рационального использования подземных вод гидрогеологическая и инженерно-геологическая изученность конусов выноса еще недостаточна. Необходимо увеличить сеть наблюдательных пунктов за их режимом, особенно в головных галечниковых частях, где формируются основные запасы подземных вод, исследовать гидрогеологические условия нижних частей водоносных горизонтов и влияние промышленности и сельского хозяйства.

Рациональное использование, охрана и контроль водно-земель-

ных ресурсов, установление оптимального водного режима и баланса почвогрунтов, прогнозирование гидрогеолого-мелиоративных процессов требуют разработки постоянно действующих моделей (ПДМ) месторождений подземных вод, в первую очередь, для конуса выноса р.Сох, где ПДМ поможет подойти к контролю и управлению гидрогеологическими процессами и связанным с ними изменением мелиоративного состояния земель.

Под ПДМ гидрогеологического объекта мы понимаем комплекс, состоящий из гибкой системы математических моделей и информационной базы с их управляющими системами и техническими средствами, позволяющий решать требуемые гидрогеологические и мелиоративные задачи с помощью ЭВМ. В работах, посвященных созданию ПДМ месторождений подземных вод [3,6,8] даются лишь общие принципы создания ПДМ, их необходимо конкретизировать для каждого типа месторождений [5,10], в частности, разработать гибкую систему математических моделей и информационную базу, адекватно отображающих природный процесс в совокупности с техногенным воздействием и интенсивностью мелиоративных мероприятий для конусов выноса [1,9].

ПДМ месторождения подземных вод конуса выноса (региональная) будет включать модели отдельных гидрогеолого-мелиоративных и водозаборных участков (локальная). На региональных моделях решаются задачи долгосрочных прогнозов и изучаются изменения общих гидрогеологических условий под влиянием водохозяйственной деятельности. Ход гидрогеологических процессов в будущем определяется возможностью альтернативного выбора основных характеристик объекта. На локальных моделях решаются задачи контроля и управления гидрогеолого-мелиоративными процессами отдельных участков. Контроль и выдача информации для обоснования мероприятий по управлению гидрогеологическими процессами и мелиоративным состоянием почв с учетом техногенного воздействия на основании многовариантных прогнозов и проведения вычислительных экспериментов для принятия оптимальных решений являются основными задачами ПДМ.

Для адекватного отображения объекта на модели необходимо представить его в виде системы. Месторождения подземных вод с

их природными условиями и техногенными факторами, влияющими на них, составляют сложную динамическую систему, включающую множество взаимосвязанных подсистем: гидрогеолого-мелиоративные и водозаборные участки, водохозяйственные условия, систему водоносных горизонтов и др. [4]. Такие системы реализуются с использованием ЭВМ путем математического моделирования процессов, происходящих на объекте. Основу системы составляет математическая модель фильтрации подземных вод конуса выноса, имеющая следующий вид [1,2]:

$$\left. \begin{aligned} \mu_1 \frac{\partial h}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} K_1(h-b) \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_1(h-b) \frac{\partial h}{\partial y} + f_1(x, y, t) \\ \mu_2 \frac{\partial z}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} K_2(z-b) \frac{\partial z}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_2(z-b) \frac{\partial z}{\partial y} - K_b(1 - \frac{H}{z}) + f_2(x, y, t) \\ \mu_3 \frac{\partial H}{\partial t} &= \frac{\partial}{\partial x} T \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} T \frac{\partial H}{\partial y} + K(1 - \frac{H}{z}) \end{aligned} \right\}$$

с краевыми условиями

$$R(x, y, t) = F_1(x, y), (x, y) \in G_1, t = t_0$$

$$\left. \begin{aligned} z(x, y, t) &= F_2(x, y) \\ H(x, y, t) &= F_3(x, y) \end{aligned} \right\} (x, y) \in G_2, t = t_0$$

$$\left. \begin{aligned} K_1(h-b) \frac{\partial h}{\partial n}(x, y, t) &= F_4(x, y, t), (x, y) \in \Gamma_i, t \geq t_0 \\ h(x, y, t) &= F_5(x, y, t), (x, y) \in \Gamma_j, t \geq t_0 \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} K_2(z-b) \frac{\partial z}{\partial n}(x, y, t) &= F_6(x, y, t), (x, y) \in \Gamma_k, t \geq t_0 \\ z(x, y, t) &= F_7(x, y, t), (x, y) \in \Gamma_l, t \geq t_0 \end{aligned} \right\}$$

$$\Gamma_i + \Gamma_j = \Gamma_a, \quad \Gamma_k + \Gamma_l = \Gamma_b, \quad \Gamma_a + \Gamma_b = \Gamma,$$

где $R(x, y, t)$, $K_1(x, y)$, μ_1 - уровень грунтовых вод, м; коэффициент фильтрации, м/сут; коэффициент свободной водоотдачи в однослойной безнапорной зоне (головная часть конуса выноса); $z(x, y, t)$, $K_2(x, y)$, μ_2 - уровень грунтовых вод, м; коэффициент фильтрации, м/сут; коэффициент водоотдачи в слоистой безнапорно-напорной зоне (периферия конуса выноса); $H(x,$

y, t), $T(x, y)$, M - напор, м; коэффициент водопроницаемости, м²/сут; коэффициент упругой водоотдачи напорного горизонта слоистой зоны; $K_z(x, y)$ - вертикальный коэффициент фильтрации; $B(x, y)$ - абсолютная отметка поверхности водоупора, м; $f_1(x, y, t)$, $f_2(x, y, t)$ - функции инфильтрации или испарения, м/сут соответственно в области G_1 и G_2 ; $F_1 \div F_2$ - известные функции; G_1 - область фильтрации безнапорной зоны с границей Γ_α ; G_2 - область фильтрации слоистой зоны с границей Γ_β ; $G = G_1 + G_2$ - область фильтрации с границей Γ ; x, y - пространственные координаты; t - время.

На границах двух зон должны выполняться следующие условия:

$$\left. \begin{aligned} K_1(R-b) &= K_2(Z-B) \frac{\partial Z}{\partial n} \\ R(x, y, t) &= Z(x, y, t) = H(x, y, t) \end{aligned} \right\} (x, y) \in \Gamma_z,$$

где Γ_z - граница раздела двух зон.

Взаимосвязь поверхностных и подземных вод, влияние водоохозяйственных условий и орошения на модели будут учитываться по методике, предложенной в работе [2].

При создании ЦДМ месторождений подземных вод будут широко использованы последние достижения по автоматизации решения гидрогеологических задач на ЭВМ [7].

Создание ЦДМ гидрогеологических объектов, в особенности конусов выноса, где сосредоточены основные запасы пресных подземных вод Ферганской долины, будет иметь большое значение в охране окружающей среды и народном хозяйстве в целом.

Л и т е р а т у р а

1. Абуталиев Ф.Б., Бахрамов А., Измаилов И.И. К вопросу моделирования безнапорно-напорного потока численными методами и ЭВМ / Тр.ГИДРОИНГЕО, Ташкент: САИГИМС, 1977, вып. 3, с.82-98.
2. Туляганов Х.Т., Абуталиев Ф.Б., Ходжибаев Н.Н. К методике прогнозирования изменений гидрогеологических условий предгорной зоны Узбекистана // Узб.геол.ж., 1974, № 4, с.48-50.

3. О г н я н и к Н.С. Постоянно действующие математические модели гидрогеологических процессов.-Киев: Наукова думка, 1983,-168 с.
4. Ш е р ф е д и н о в Л.З., У м а р о в У.У. О системных исследованиях в гидрогеологии/ Тр. ГИДРОИНГЕО, Ташкент: САИГИМС, 1981, вып. 7, с.27-48.
5. П л о т н и к о в Н.И. Поиски и разведка пресных подземных вод.-М.: Недра, 1985,-370 с.
6. С н ч е в К.И. Создание гидрогеологической и инженерно-геологической модели Крыма //Разведка и охрана недр, № 10, 1982, с.45-47.
7. А л и м б а е в А., Х а б и б у л л а е в И. Структура диалоговой системы моделирования геофильтрации //Применение ЭВМ при решении задач гидрогеологии и инженерной геологии/ Тр.ГИДРОИНГЕО, Ташкент: САИГИМС, 1987, с.12-16.
8. У м а р о в У.У. Автоматизированная информационно-поисковая система "Мелиоративная гидрогеология" и постоянно действующие модели.-Ташкент: Фан, 1978, - 120 с.
9. Х а б и б у л л а е в И.Х. Пакеты прикладных программ для решения некоторых задач геофильтрации. Автореф.Дис. канд.техн.наук, Ташкент, 1980, - 18 с.
10. Х а б и б у л л а е в И.Х. Создание постоянно действующих моделей гидрогеологических объектов на ЭВМ /Экспресс-информация.- М.: ВИЭМС, 1986, вып. 2, с.1-5.

УДК [556.3+528.71] :551.311(575.13)

Т.И.Муминджанов, Г.А.Федорова, Х.М.Ташматов

К ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И АЭРОКОСМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ЭКЗОГЕННЫМИ ПРОЦЕССАМИ НА ФЕРГАНСКОМ ПОЛИГОНЕ

1. Местоположение полигона и источники техногенного загрязнения

Ферганский полигон расположен на густонаселенной территории,

в пределах которой проявляются различные виды влияния техногенеза на геологическую среду: градопромышленного, мелиоративного, гидротехнического и сельскохозяйственного.

Ферганский полигон в административном отношении находится в пределах Ферганской, Наманганской, Андижанской областей УзССР и Фрунзенском районе Ошской области КиргССР, а также части Ленинабадской области ТаджССР. Он представляет собой крупную межгорную впадину, со всех сторон ограниченную горными сооружениями Тянь-Шаня.

На основе предварительного анализа техногенного воздействия на геологическую среду можно выделить следующие факторы: региональный характер в связи с освоением земель; локальная хозяйственная деятельность с последующим загрязнением подземных вод четвертичного комплекса и активизацией экзогенных процессов.

Характерной чертой Ферганского полигона является зональность рельефа. Здесь выделяются зоны высоких гор, предгорий и центральная равнинная. Первая находится за пределами республики, вторая характеризуется абсолютными отметками от 500 до 3000 м, делится на высокие предгорья, непосредственно примыкающие к зоне высоких гор и полосу адыров, которые состоят из отдельных гряд, окружающих равнинную зону в виде вытянутого по широте полукольца, открытого на западе. Адыры затронуты денудацией гораздо меньше, чем высокие предгорья и в Южной Фергане отделяются от них равнинным пространством заадырных впадин. Сами же адыры разделены Ярмазарской межадырной впадиной и располагаются кулисообразно в два ряда.

В геологическом строении участвует мощный комплекс пород от палеозоя до четвертичных.

В гидрогеологическом отношении территория представляет собой межгорный артезианский бассейн, в котором развиты мощные водоносные комплексы с грунтовыми и напорными водами. Гидрогеологический разрез бассейна делится на три части. Самый нижний этаж сильно дислоцирован и метаморфизован осадочными породами докембрия и палеозоя. В горно-складчатом обрамлении с ними связаны трещинно-жильные и трещинно-карстовые пресные воды. Средний этаж, представленный отложениями мезозоя, палеогена и нео-

гена содержит несколько водоносных комплексов с напорными пластовыми, в основном высокоминерализованными водами. К самому верхнему этажу приурочены водоносные комплексы четвертичных отложений мощностью в центральной части депрессии до 3000 м.

Подземные воды четвертичных отложений, приуроченные к различным генетическим, литологическим и возрастным группам, находятся в тесной гидравлической и балансовой взаимосвязи и могут рассматриваться как единая гидродинамическая система. Однако по условиям формирования и развития подземных вод имеются большие региональные различия, определяемые геолого-геоморфологическим строением вмещающих пород.

На склонах Кураминского, Чаткальского, Туркестанского и Алайского хребтов развит весь комплекс склоновых процессов. Особенно четко они выражены на склонах Чаткальского хребта, сложенных с поверхности лессовидными суглинками. Для адиров Ферганской впадины характерно интенсивное проявление всех агентов денудации: элювиация (физическое, химическое, выветривание), флювиальная эрозия, биогенно-антропогенное воздействие — все что ведет к нивелированию растущих структур.

Для Центральной Ферганы характерны эрозионно-аккумулятивные процессы в пределах главного русла Сырдарьи и ее боковых притоков и формирующихся молодых террас. Для Каракалпакской степи характерны эоловые процессы — навевание, перевевание, развеивание песка, дефляция в песчаных котловинах. В междурядовых и междугристых понижениях образуются разбобщенные солончаки.

Севернее сел. Ванновская начинается плоская глинистая равнина с редко разбросанными буграми песков. Пески разделены разрозненными солончаками. Здесь развиты процессы засоления, дефляции, заболачивания.

На бортах водохранилищ образуются мелкие оплывины, сплывы (в 1982–1983 гг. на Андижанском водохранилище зафиксировано до 40 мелких оползней), а также суффозионные просадки и линейный размыв. На равнинах наблюдается оврагообразование. Эти процессы характеризуются большими скоростью и величиной. Строительство водохранилищ способствует активизации оползней (Минг-

чукур, 1970 г.). Вдоль каналов отмечаются обрушения, оврагообразование, засоление по бортам каналов, образование участков избыточной увлажненности, а в местах утечки воды – заболачивание. Создание крупных промышленных комплексов (химический комбинат под Ферганой) вызывает изменение рельефа, гидрогеологических и климатических условий.

Структура Ферганского полигона

Для ведения мониторинга подземных вод на региональном уровне на Ферганском полигоне по гидрогеологическим, геолого-геоморфологическим и гидродинамическим условиям и техногенного воздействия выделяются две группы месторождений подземных вод. Учитываются неравномерность поступления загрязнителей, степень воздействия сельскохозяйственного фактора и расположение крупных промышленных узлов.

Месторождение подземных вод Северной Ферганы

Источники загрязнения рассредоточены по всей территории, так как она является зоной преимущественно сельскохозяйственного освоения. Начиная с 1980 г. орошаемые площади расширяются в основном за счет адырных и предгорных площадей, отложения которых характеризуются большим солесодержанием. Это создает угрозу засоления основных водоносных горизонтов заадырных впадин Северной Ферганы при орошении адыров и предгорных массивов.

Для первоочередной организации мониторинга подземных вод могут быть выделены Алмас-Варзыкская и Исковат-Пишкаранская впадины, где гидрогеологические условия наиболее полно изучены и запасы подземных вод утверждены в ГКЗ СССР. Подземные воды этих месторождений директивными органами выделены как основной источник хозяйственного водоснабжения населения.

I. Исковат-Пишкаранский локальный участок Ферганского полигона – наиболее напряженный по интенсивности техногенного воздействия, является объектом мониторинга локального уровня. Основными задачами мониторинга экзогенных процессов и подземных вод на участке являются: изучение влияния сельскохозяйственного освоения адыров и предгорий на гидрогеологические условия прилегающих земель.

Техногенное воздействие на подземные воды и экзогенные процессы в пределах Северной Ферганы будет изучаться на следующих детальных полигонных площадках: Исковат-Пишкаранской (I-I) - влияние сельскохозяйственного освоения предгорий и адиров на качество месторождения подземных вод; Джидакалинской (I-2) - условия интенсивной эксплуатации месторождения подземных вод и их охрана. Задачи: выявление интенсивности и динамики техногенной нагрузки; оценка техногенеза в формировании загрязнения и обоснование рационального использования подземных вод с учетом природно-техногенных факторов. Чадакской (I-3) - влияние горнодобывающей промышленности на гидрогеологические условия и проявление склоновых процессов; Чартакская (I-4) - влияние эксплуатации бальнеологических вод; Пишкаранская площадка (I-5) - влияние загрязнения нефтепродуктами на изреженность и угнетенность растительности (схема).

Месторождения подземных вод Южной Ферганы

Мощность отложений четвертичного водоносного комплекса в центральной части долины, куда приурочены в основном все запасы хозпитьевых вод, достигает 800-900 м. Водоносные комплексы представлены аллювиально-пролювиальными отложениями.

На территории выращивается хлопчатник, расположены Ферганский нефтеперерабатывающий завод, Новококандский завод химических удобрений, суперфосфатный завод и т.д. Район густо населен. Подземные воды в этом районе наиболее интенсивно подвержены загрязнению отходами промышленных предприятий. В результате вышли из строя эксплуатационные скважины хозпитьевого назначения, расположенные в галечниковой зоне конуса выноса р.Бешалысай, и возникла реальная угроза загрязнения водозаборов районцентра Ташлак и других населенных пунктов. Здесь расположено одно из уникальных месторождений подземных вод на Сохском конусе выноса, которое в настоящее время подвержено сильному техногенезу со стороны завода по производству химических удобрений.

В связи с этим в Южной Фергане целесообразно оборудовать три участка мониторинга локального уровня:

П. Сохский - по изучению влияния промышленно-аграрного комп-

лекса на подземные воды конуса выноса и динамику ландшафта.

Ш. Фергана-Маргиланский – для изучения влияния промышленно-городского аграрного комплекса на гидрогеологические условия предгорных равнин.

ІУ. Андижанский – для изучения влияния на подземные воды городской агломерации и влияния гидротехнического строительства (Андижанское водохранилище) и селезащитных мероприятий.

П. Сохский локальный участок расположен на Сохском конусе выноса, его северная граница совпадает с БТК, включая пригородную зону Коканда, южная – с республиканской границей Киргизии.

На территории Сохского полигонного участка отмечены вторичное и ирригационное засоление, изменение ландшафта, подтопление городской территории.

Ш. Фергана-Маргиланский локальный участок вытянут субмеридионально с юга на север от Шахмардана до р.Сырдарьи. Здесь развиты переработка берегов и подтопление земель, прилегающих к водохранилищу, увеличение минерализации и жесткости подземных вод, освоение новых земель, загрязнение подземных вод отходами нефтяной промышленности.

На площадках на детальном уровне будут изучаться: на Шахмарданской (Ш-І) – влияние рекреационных мероприятий на окружающую среду; на Аувальской (Ш-2) – изменение качества каптируемых вод предгорных орошаемых равнин, куда относится Аувальский водозабор; на Каркядонской (Ш-3) – переработка берегов и подтопление прилегающих земель к водохранилищу; на Ферганской (Ш-4) – загрязнение сбросами нефтеперерабатывающей промышленности; на Чимионской (Ш-5) – эксплуатация минерально-бальнеологических вод; на Центрально-Ферганской (Ш-6) – влияние новоосваиваемых территорий Центральной Ферганы на окружающую среду и гидрогеологические условия прилегающих земель.

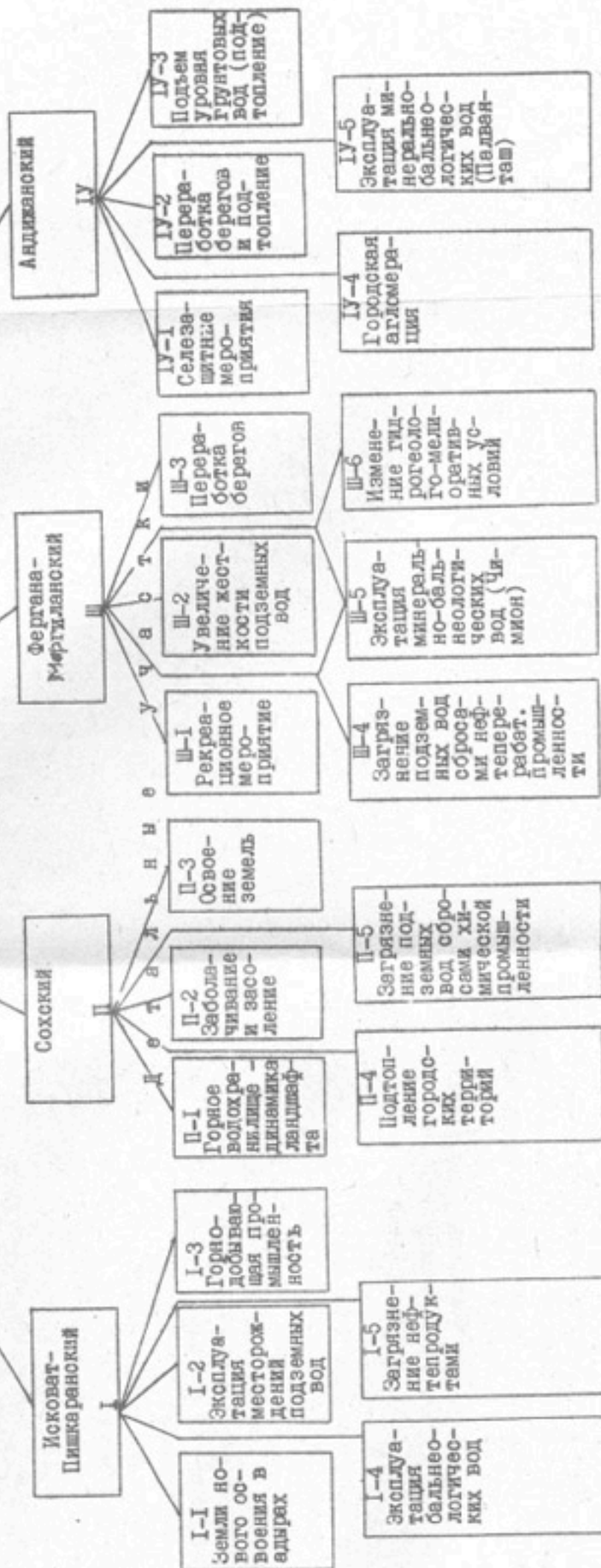
ІУ. Андижанский локальный участок расположен в восточной части Ферганского полигона, с севера ограничен р.Сырдарьей, с юга – группой Андижанских адыров.

На Андижанской площадке (ІУ-І) будут изучаться селезащитные мероприятия, на Кампыр-Раватской детальной площадке (ІУ-2) –

Ферганский региональный полигон



Д о к л а д н ы е п о л и г о н ы



Структура Ферганского полигона АКАГС и ПВ.

влияние Андиканского водохранилища на гидрогеолого-мелиоративные условия нижележащих земель (подтопление и переработка берегов водохранилища); на Кургантепинской (IY-3) – изменение уровня грунтовых вод, вызванное орошением; на Андиканской (IY-4) – влияние городской агломерации на гидрогеологические условия; Палванташской (IY-5) – влияние интенсивной эксплуатации месторождения минерально-бальнеологического типа на гидрогеологические условия.

Цели и задачи, решаемые на Ферганском полигоне

В задачи регионального мониторинга подземных вод (МРВ) входят выполняемые на территории всей республики в среднем масштабе (1:200 000) контроль и прогноз техногенных изменений гидрогеологических условий в целях оперативной информации планирующих и контролирующих органов о появлении и вероятных их последствиях. Работы локального и детального мониторинга дополняют и конкретизируют региональные оценки, выполняются в крупном масштабе на площадях с выраженными негативными последствиями техногенеза и предназначаются для обоснования мероприятий по управлению гидрогеологическими процессами.

Основой ведения МРВ является создание специальной наблюдательной сети и организации специальной программы наблюдений, учитывающей необходимость изучения естественного режима подземных вод и определения степени антропогенных воздействий на подземную гидросферу, а также факторов и источников воздействия. Одним из основных отрицательных последствий антропогенного воздействия на подземные воды является их загрязнение. Ему особенно подвержены подземные воды зоны активного водообмена, приуроченные к верхней части разреза и, прежде всего, грунтовые. В связи с этим создание системы мониторинга подземных вод является своевременной и неотложной задачей сегодняшнего дня.

Основными задачами системы мониторинга подземных вод являются:

I. Изучение закономерностей многолетнего естественного и нарушаемого хозяйственной деятельностью человека режима, баланса, химического состава и качества подземных вод в основных гидро-

геологических районах с целью своевременного обнаружения негативных последствий антропогенного воздействия на подземные воды и его оценка.

2. Наблюдение и контроль за уровнем загрязнения и истощения подземных вод в районах минимального воздействия (фоновые наблюдения) и в местах, подверженных антропогенному воздействию, в т.ч.: в районах эксплуатации подземных вод; промышленных объектов и комплексов (потенциальных и существующих источников загрязнения); влияния горнодобывающей промышленности; городских агломераций и примыкающих к ним охранных зон; крупных водохозяйственных мероприятий (районы сельскохозяйственных мелиораций, зоны влияния водохранилищ, каналов) и т.д.

3. Анализ и обобщение гидрорежимной информации для оценки состояния режима и качества подземных вод, определения и оценки факторов и источников, влияющих на режим и качество подземных вод.

4. Составление постоянно действующих моделей.

5. Составление гидрогеологических прогнозов (в т.ч. режима УГВ, элементов баланса, гидрохимического режима и динамики загрязняющих веществ подземных вод).

6. Обеспечение нужд народного хозяйства систематической и оперативной информацией об изменениях режима и качества подземных вод в целях предупреждения и принятия необходимых мер по предотвращению возможных негативных последствий (управление).

В пределах Ферганского полигона наиболее значительно нарушаются компоненты ландшафта в результате создания оросительных, коллекторно-дренажных систем, водохранилищ, карьеров, нефтяных скважин, а также роста промышленных комплексов.

В настоящее время назрела необходимость в аэрокосмическом мониторинге экзогенных процессов, вызванных деятельностью человека. Контроль будет осуществляться наиболее простым в исполнении пассивным фотографированием из космоса в сочетании с наземными методами во время полевых исследований. Подобные работы с использованием фотографических съемок из космоса были сделаны во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидротехники и мелиорации (ВНИИГМ) при изучении засоления верхнего

метрового слоя почвы орошаемых земель республик Средней Азии, Азербайджанской ССР и южных районов Средней Азии (Л. Балаев).

Основными задачами системы мониторинга экзогенных процессов являются:

1. Систематизация данных по применению АФС и КФС по изменению экзогенных процессов под влиянием деятельности человека.

2. Выявление закономерностей изменения путем сравнительного дешифрирования аэрокосмофотоматериалов: а) съемок, выполненных при разных условиях влажности – весенние съемки после схода снега, когда влажность четко отражается контрольным рисунком повышенных частей рельефа, высыхающих быстрее, чем пониженные; б) осенние съемки, когда увлажненные участки четко выделяются по темным пятнам гидрофильной деятельности на фоне высохшей эфемерной растительности; в) повторные съемки с разрывом в 10–15 лет, чтобы уловить динамику оползневых, эоловых и различных техногенных процессов.

3. Типизация территории по условиям антропогенного воздействия на геологическую среду и региональный прогноз по интенсивности их изменений.

4. Подготовка картографической основы инженерно-геологических условий для ведения мониторинга экзогенных процессов применительно к Ферганскому полигону.

Организация наблюдательной сети и методика проведения работ

Мониторинг экзогенных процессов должен дать оценку изменения экзогенных геологических процессов под влиянием деятельности человека.

Будет использован метод ландшафтно-индикационного дешифрирования как наиболее эффективный для распознавания последствий антропогенных изменений гидрогеологических и инженерно-геологических условий. Цель работы – установление направленности, скорости изменения геологической среды, вызванной инженерной деятельностью человека.

Методический прием исследований – комплексирование сравнительного дешифрирования АФС и КФС за разные сроки залетов (про-

межуток 20–30 лет) с аэровизуальными и наземными наблюдениями.

При аэровизуальных и наземных наблюдениях будет производиться заверка достоверности отдешифрированных контуров на местности. В полевой период должны быть составлены рабочие предварительные карты на локальные полигонные участки и детальные полигонные площадки.

Региональные исследования будут проводиться по всему региональному полигону и по заложенным транссектам. Работы по транссектам имеют цель установить границы изменения инженерно-геологических и гидрогеологических условий путем наземных маршрутов. Дешифрирование на полигоне будет проводиться на КФС регионального уровня 1:500 000 и 1:200 000 масштаба. Будут использоваться черно-белые КФС в качестве рабочей основы, а синтезированные и спектрональные космоснимки в качестве дополнения.

Локальные исследования будут проводиться на локальных полигонных участках. Дистанционные работы заключаются в профилировании на выделенных участках со сгущением профилей через 5 км. Методический прием – изучить динамику экзогенно-геологических процессов, неблагоприятных для народного хозяйства, спровоцированных деятельностью человека, путем сравнительного дешифрирования АФС с промежутком между съемками в 20–30 лет.

При наземных работах на полигонных участках проверяется достоверность предварительного дешифрирования, уточняются границы выделенных контуров различных индикаторов, а также индицируются гидрогеологические параметры. Собираются данные о скорости и направленности экзогенных процессов на полигонном участке. Дешифрирование АФС ведется на локальном уровне в масштабе 1:25 000 и 1:50 000. Результатом работ на локальном полигонном участке должна быть составлена карта на инженерно-геологической основе масштаба 1:25 000.

Детальные исследования будут проводиться на детальных полигонных участках площадным методом. Организационная часть мониторинга включает выявление основных направлений многолетних исследований и создание системы контроля, позволяющей постоянно накапливать и оценивать информацию, а также принимать оптимальные решения.

Программой работ при организации мониторинга подземных вод надо предусмотреть подготовительные работы и создание специальной сети. Подготовительные работы включают изучение существующих наблюдательных пунктов, анализ геолого-гидрогеологических, гидродинамических, геоморфологических условий формирования подземных вод, путей миграции ингредиентов.

Ферганской ГТ и ИПП по скважинам региональной сети систематические наблюдения за уровнем режимом проводятся с 1940 г., по контролю за охраной подземных вод от истощения и загрязнения с 1967 г.

Помимо региональной сети для ведения мониторинга качества подземных вод должны быть использованы многочисленные эксплуатационные скважины для хозяйственных целей и для орошения.

Локальные участки Исковат-Пишкаранский и Фергана-Маргиланский, соединяясь, образуют единый региональный створ — от предгорья Южной Ферганы до Северной. В отличие от региональной сети, по которой изучаются и прогнозируются закономерности загрязнения подземных вод, локальная сеть должна быть мобильной. Исследования на объектах мониторинга ведутся комплексно с применением геофизических, ядерно-физических и других методов.

Основным принципом реализации мониторинга на полигонах является унификация — использование стандартной аппаратуры для дистанционных съемок и наземных работ, исследование на единой методической основе и формирование результатов в виде комплекса карт и других материалов по единым требованиям.

На основе обобщения и анализа материалов по Ферганскому полигону будут отработаны и выданы рекомендации: по контролю за гидрогеолого-мелиоративным состоянием; контролю за качеством подземных вод; методам технологии наблюдений и обработке данных, их преобразования, хранения, поиска и оптимизации, формированию банков данных; составлению схемы охраны.

В процессе комплексных работ на Ферганском полигоне предполагается получить следующие результаты:

I. Региональные закономерности режима подземных вод и экзогенных геологических процессов с выявлением тенденции, скорости и интенсивности изменений геологической среды под влиянием техногенеза.

2. Технология организации и ведения мониторинга подземных вод и экзогенных процессов на опытно-производственных полигонах применительно к пустынным зонам Средней Азии.

3. Рекомендации по охране и рациональному использованию геологической среды Ферганской впадины и водоохранные мероприятия.

4. Система оперативного сбора информации о состоянии геологической среды, постоянно действующие модели процессов для обоснования рекомендаций по управлению.

УДК 556.38(575.1)

Е. А. Нам

ОБ ОЦЕНКЕ ВЫКЛИНИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РУСЛО Р. СЫРДАРЬИ

Первоначально строительство коллекторно-дренажной сети, ликвидация дикорастущей влаголюбивой растительности в долине р. Сырдарьи до 60-х годов удерживали объем речного стока в низовьях в пределах его нормы — "компенсирующие" факторы (1, 2, 4). Исчерпание влияния этих факторов, когда объем суммарного испарения в бассейне превысил объемы его "компенсации", а также дренирование руслом реки подземных вод на всем протяжении повлекло за собой изменение размеров выклинивания подземных вод.

В результате сокращения объемов речного стока по всей длине реки возросла роль нового фактора "компенсации" — подземного притока в русло реки. Поэтому постоянная оценка подземного притока как динамической величины не вызывает сомнений. Размеры подземного выклинивания в русло реки оцениваются тремя основными методами: 1 — русловым балансом, 2 — аналоговым моделированием и 3 — аналитическим.

Русловый баланс для любого участка реки, согласно (4), можно представить в следующем виде:

$$(Q_2' - Q_{п.пр}) - (Q_1' - Q_{п.о}) = (Q_2 + Q_{бзб} + E_б + E_r) - (Q_1 + Q_{б.пр} + Q_{бзб} + X \pm \Delta g),$$

где Q_1 и Q_2 - приток и отток поверхностных вод на участке; Q'_1 и Q'_2 - приток и отток подруслового стока; $Q_{п.пр.}$ и $Q_{п.о.}$ - приток и отток подземных вод, $Q_{взб}$ - водозабор; $Q_{б.пр}$ - боковой приток, $Q_{взв}$ - возвратные воды; X, E_b, E_r - осадки на водную поверхность русла, испарение и транспирация с нее; Δq - водообмен грунтовых вод с глубокими водоносными горизонтами.

Выбор участков с однородным литолого-геологическим строением позволяет исключить из рассмотрения подрусловый сток, так как в этом случае $Q'_1 \approx Q'_2$.

Учитывая незначительность разности $X - (E_b + E_r) \approx 0$, а также то, что р.Сырдарья в настоящее время на всем протяжении дренирует как грунтовые, так и напорные воды ($\Delta q = 0, Q_{п.о.} = 0$), русловый баланс для участка реки, где необходимо оценить выклинивание подземных вод, представляется в следующем виде

$$(Q_2 + Q_{взб}) - (Q_1 + Q_{взв}) = \pm X,$$

где $\pm X$ - невязка баланса, относящаяся большинством исследователей к подземной составляющей речного стока. Остальные обозначения прежние. Такой подход к оценке подземного выклинивания в русло р.Сырдарьи реализуется в работах (2,4).

Возвратные воды, формируемые при водозаборе на орошение низких террас р.Сырдарьи, осуществляемое непосредственно из ее русла (канал им. Ахунбабаева), составляют лишь часть возвратных вод сбрасываемых на данном участке. При таком трансформировании объем водозабора из русла сокращается на величину эвапотранспирации. Эвапотранспирацию с территории, подкомандной каналу с водозабором, из русла р.Сырдарьи и выклинивание подземных вод относят к величине невязки. Величина возвратных вод, по данным С.И.Харченко (4), составляет 30-70% от водозабора. Поэтому объемы выклинивания подземных вод в русло реки, определенные методом руслового баланса, несколько завышены. Учитывая вышеизложенное, оценку размеров выклинивания можно производить по следующему уравнению:

$$Q_{п.пр} = (Q_2 + Q_{взб}) - (Q_1 + Q_{взв} + Q_{б.пр} + E).$$

При отсутствии водозабора (например, участок Бекабад-Чиназ)

$$Q_{п.пр} = Q_2 - (Q_1 + Q_{бзб} + Q_{\delta.пр}),$$

где E — суммарное испарение с орошаемой территории, подкомандной каналу, с водозабором из русла реки. Здесь и далее под возвратными водами понимаются коллекторно-дренажные воды.

В целом величина подземного выклинивания по оценке методом руслового баланса, несмотря на высокую точность измерения расходов рек (средняя погрешность срочных наблюдений за расходами составляет для горных рек с относительно чистым руслом 2–4%), невязка руслового баланса соответствует средней погрешности определения некоторых его статей.

Так, если расходы поверхностных вод достигают $500 \text{ м}^3/\text{с}$ и выше при погрешности, не превышающей 4%, ошибки достигают $20 \text{ м}^3/\text{с}$ и выше, что сопоставимо с величиной подземного выклинивания. Поэтому проведенная оценка подземного выклинивания по русловому балансу, на наш взгляд, должна использоваться в дальнейшем при исследовании различных процессов, происходящих на том или ином участке, как экспертная. К тому же высокая точность самих гидрометрических наблюдений при сложившейся ирригационной обстановке не исключает неполного учета возвратных вод и объема водозабора.

В этих условиях аналитические расчеты и аналоговое моделирование процессов выклинивания представляются более достоверными. Такая оценка проведена А.Р.Бородиным для двух участков р.Сырдарьи; Каль-Чильмахрам и Бекабад-Чиназ. По безнапорному водоносному горизонту он применил метод аналогового моделирования, для напорного горизонта подземных вод — аналитический (формула Дарси).

При расчетах выклинивания подземных вод в русло реки из безнапорного горизонта схема принята плоской в плане. Обоснованием для этого послужили: относительная литологическая однородность водовмещающих пород, незначительные мощность водоносного горизонта по сравнению с простиранием по поверхности и изменения напора с глубиной.

При реализации модели учитывалась водопроводимость пласта, напор воды в сечении блока, суммарная величина площадного пи-

тания грунтовых вод за счет инфильтрации и подпитывания из нижележащих водоносных горизонтов. Выбор коэффициентов фильтрации разделяющего слоя произведен по результатам профильных задач и разнице напоров в безнапорном гравийно-галечниковом горизонте и субнапорном водоносном горизонте. Коэффициент фильтрации разделяющих слоев принят 0,1 м/сут.

Для участка р.Сырдарьи-Каль-Ақджар 1984-1985 гг. по русловому балансу размер подземного выклинивания оценивается в 23,4 м³/с, а по данным моделирования и аналитическим расчетам 22,2 м³/с, для участка Бекабад-Чиназ в 1981-1982 гг. соответственно 12,7 и 20,1 м³/с.

Существенная разница в размерах выклинивания подземных вод в русло р.Сырдарьи на участке Бекабад-Чиназ вызвана неучетом водозабора на орошение.

Л и т е р а т у р а

1. Р у б и н о в а Ф.Э. Изменение стока р.Сырдарьи под влиянием водохозяйственного строительства в ее бассейне. М.: Гидрометиздат, 1979, - 138 с.
2. С о к о л о в Б.Л. Гидрологическое обоснование проектов освоения месторождений твердых ископаемых /Тр.ГИИ. М., 1977, вып.240, с.45-49.
3. С о к о л о в В.И. Прогнозная оценка подрусового стока в бассейне р.Сырдарьи (на примере Ферганской долины) // Изв. АН УзССР, Сер.техн., 1985, № 2, с.43-45.
4. Х а р ч е н к о С.И. Исследование влияния орошения на водные ресурсы и водный баланс речных бассейнов, разработка методики определения возвратных вод и безвозвратных потерь /Тр.ГИИ. М., 1973, вып.208, с.9-46.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В научных статьях сборника обобщены общие теоретические и методические основы мониторинга подземных вод и ЭП, предлагаются к внедрению следующие положения (рекомендации):

прогнозирование скорости смещения глубоких оползней на основе многофакторного анализа как основы для построения постоянно действующей модели мониторинга ЭП на примере Ангренского полигона;

методические основы создания мониторинга ЭП в Северной Киргизии на базе наблюдательной сети стационарных участков, включенных в структуру полигонов. Типизируются виды наблюдений в зависимости от задач полигонов на импактном, буферном и фоновом уровнях;

подходы к разработке структуры наблюдательной сети на локальных полигонах, обоснованию выбора технических средств, мест и интервалов заложения пунктов измерения и организации наблюдений;

пороговые (критические) уровни влажности лессовых пород для контроля процесса просадочности в районах интенсивного освоения;

получение критических значений реологических характеристик сланцевой толщи месторождений Центральных Кызылкумов для наблюдения длительной устойчивости стационарных горных выработок;

выбор опорной наблюдательной сети на локальных полигонах за изменением геологической среды в районах горнодобывающих предприятий.

С о д е р ж а н и е

Введение	3
В.П.Ким. Оценка влияния техногенных факторов на оползневой процесс при организации мониторинга ЭП в Ангренском промышленном районе	4
В.П.Гостев. Создание основ мониторинга экзогенных геологических процессов в Северной Киргизии	8
Ш.Х.Абдуллаев, В.Д.Минченко. Рекомендации по оснащению локальных полигонов средствами измерения напряжений, порового давления и глубинных перемещений	12
Н.Г.Мавлянов. Наблюдения за пороговыми величинами естественной влажности лессовых пород Ташкентского комплекса — составная часть мониторинга ЭП . . .	28
А.М.Ахунжанов. Инженерно-геологические процессы и наблюдения за их развитием на месторождениях Центральных Кызылкумов	37
Т.И.Прядуненко. Оценка влияния поверхностного стока на химический состав грунтовых вод	42
Б.И.Грибанов, Ш.К.Абдуллаев. Выявление методами Г.И.С. местоположения и мощности зоны "скольжения" при изучении геодинамических процессов	47
Н.И.Еникеев. Систематизация подземных вод Приташкентского региона по степени нитратного загрязнения	50
М.М.Мирасланов, М.А.Адылова. Организация стационарных наблюдений на локальных полигонах за изменением геологической среды в районах горнодобывающих предприятий	58
В.И.Мартемьянов. Особенности использования закономерностей проявления экзогенных процессов при мониторинге ЭП в горноскладчатых районах	63
Я.У.Исамухамедов, М.Я.Пуговкин. К методике наблюдения за отдельными элементами режима подземных вод орошаемых территорий	70
А.М.Мирзаев, М.М.Якубов. Приближенный метод в задачах теории предельного равновесия грунтов	74

У.У.Умаров, М.М.Махкамов, И.Х.Хабибуллаев, А.Эргашев. Создание постоянно действующих моделей месторождений подземных вод конусов выноса	79
Т.И.Муминджанов, Г.А.Федорова, Х.М.Ташматов. К организации мониторинга подземных вод и аэрокосмических наблюдений за экзогенными процессами на Ферганском полигоне	83
Е.А.Нам. Об оценке выклинивания подземных вод в русло р.Сырдарьи	94
Заключение	98

Темплану поз. 83
соответствует

Коллектив

Мониторинг подземных вод и экзогенных процессов

Утверждено к печати РИСО Главного координационного геологического управления "Узбекгеология"

Литературный редактор Л.И.Ежова

Р - 18302.	Подписано в печать 5/II-1988 г.
Формат 60/90	Усл.-печ.л. - 6,8. Уч.-изд.л. - 6,0.
Заказ 124	Тираж 300 экз. Цена 90 к.
ПО "Узбекгидрогеология", г.Ташкент-41, ул.Морозова, 64.	