МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИДРОТЕХНИКИ И МЕЛИОРАЦИИ им. А. Н. КОСТЯКОВА
ТАДЖИКСКИЙ ФИЛИАЛ ВНИИГиМ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
КОМИССИЯ «МЕЛИОРАТИВНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ
И ГИДРОГЕОЛОГИЯ»
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ АН ТАДЖИКСКОЙ ССР

МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ МЕЛИОРАТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В АРИДНОЙ ЗОНЕ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ВСЕСОЮЗНОГО СОВЕЩАНИЯ

ДУШАНБЕ — 1983

Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР
Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова
Таджикский филиал ВНИИГиМ

Академия наук СССР
Комиссия "Мелиоративная инженерная геология и гидрогеология"

Институт Геологии АН Таджикской ССР

МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ МЕЛИОРАТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В АРИДНОЙ ЗОНЕ

Тезисы докладов Всесоюзного совещания

Издательство "Донish"
Душанбе 1983

УДК 624.131+556.3:631.6

Методика инженерных изысканий для мелиоративного строительства в аридной зоне. Тезисы докладов Всесоюзного совещания. Душанбе: Донии, 1983, с. 170.

В сборнике приводятся сведения о методах инженерно-геологических, гидрогеологических и почвенно-мелиоративных исследований для обоснования водохозяйственного строительства и освоения земель. Предоставлен материал о путях оптимизации инженерных изысканий в связи с проектированием мелиоративных систем, нормативных документах, региональных особенностях массивов мелиорации в аридной зоне (Украина, Молдавия, Северный Кавказ, Закавказье, Поволжье, Средняя Азия и Казахстан), о вопросах охраны геологической среды, приборах и средствах для изысканий и др.

Рассчитан на инженеров геологов, гидрогеологов, почвоведов, изыскателей, проектировщиков, мелиораторов, строителей, студентов вузов.

Редакционная коллегия

Л.Г. Балаев (председатель), А.С. Ахмеров, Д.М. Кац (зам. председателя), А.А. Манукьян, Н.М. Парфенова, В.И. Преснухин, Я.С. Родин, В.Н. Сафарова (секретарь), Е.Н. Сквалецкий (зам. председателя)

Ответственный редактор Е.Н. Сквалецкий

© Издательство "Донии", 1983

I. МЕЛИОРАТИВНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 624.131.3+556.3.07

М.С. Алимов
(Узбекгидрогеология)

НОВЫЕ ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 1980 г. в Министерстве геологии УзССР было организовано специализированное конструкторское бюро с опытным производством. Работы ведутся в трех направлениях: гидрогеологические приборы и оборудование; то же для инженерной геологии; технология гидрогеологических и инженерно-геологических исследований. Для целей гидрогеологии создаются автоматический уровнемер, фильтрометр для оценки потерь воды из водоемов и водотоков, прибор автоматического питания лизиметров для определения испарения и инфильтрационного питания грунтовых вод, лизиметрическая установка для оценки испарения, инфильтрации и подземного стока при колебании уровня грунтовых вод (УГВ).

Из инженерно-геологических приборов разрабатывают портативный пенетрометр для изучения параметров грунтов зоны аэрации, влагомер нейтронный для установления влажности и содержания хлора в почвогрунтах, радиометр нейтронный многоканальный для определения водоотдачи пород, грунтонос обуривающий для отбора монолитов, пенетрационную установку для экспресс-исследований в зоне аэрации.

В части технологии разрабатывают комплект инструмента для бурения гидрогеологических скважин с обратно-всасывающей промывкой, испытатель пластов для опробования водоносных горизонтов в скважинах, полуавтоматическое устройство для изготовления фильтров методом продавливания, трубоподъемное устройство для откачек с помощью компрессоров, породоразрушающий инструмент с бесконсольной подвеской долотьев для бурения скважин с обратно-всасывающей промывкой, прибор для определения мощности водоносных горизонтов, минерализации подземных вод и глубин за-

легания водоупоров, пусковое устройство погружных насосов мощностью до 55 квт, установка для перфорации труб различного диаметра СП-26.

Установка СП-26 предназначена для сверления отверстий диаметром от 7 до 9 мм в обсадных трубах длиной I2 м как новых, так и бывших в употреблении. Годовая экономическая эффективность одной установки - II,5 тыс.рублей. С ее применением полностью ликвидируется ручное изготовление дырчатых фильтров.

Трубоподъемное устройство грузоподъемностью I,5 т смонтировано на передвижной компрессорной установке и предназначено для производства спуско-подъемных операций при производстве откачек, извлечении труб из скважин и др. Двигатель лебедки приводится в движение от компрессора. Годовой экономический эффект от внедрения одного трубоподъемника I0,I тыс.рублей.

При помощи обуривающего грунтоноса можно отбирать монолиты диаметром I20 мм ниже УГВ. Грунтонос монтируют на станок УРБ-2А-2, частота вращения его наружной трубы 40-60 об/мин. Применение грунтоноса полностью исключает ручную проходку шурфов с креплением для отбора монолитов. Экономический эффект от его применения 34 руб. на I пог.м.

УДК 624.I3I.4+556.332.4(575.3)

А.С.Ахмеров, В.Н.Сафарова
(Таджикский филиал ВНИИГиМ)

СВЯЗЬ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ ЛЕССОВЫХ ПОРОД С ИХ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Около 90% площади Дангаринского плато, где будет освоено свыше I00 тыс.га, - лессовые грунты. Мощность лессового покрова колеблется от I6-40 м на речных террасах до I00-200 м в приадырной зоне. Грунты характеризуются однородным гранулометрическим составом, незначительной засоленностью (менее 0,3-0,7 %) и сравнительно выдержанными физико-механическими свойствами (число пластичности $И_р$= 0,08-0,II, влажность на пределе раскатывания $W_р$ = 0,I9-0,2I, удельный вес 2,68-2,69 гс/см^3, коэффициент относительной просадочности $\delta_{пр}$ = 0,06-0,07) при закономерном изменении их по разрезу (объемный вес скелета $\gamma_{ск}$ возрастает в среднем на 0,02-0,03 гс/см^3 через 3 м, пористость $П$ снижается на I,0-I,5% через каждые 5 м).

Таблица I

Интервал, м	N	Значения К, м/сут			$A_{рас.}$	б	Коэффициент вариации (V), %
		макс.	миним.	$A_н$			
0-3	II3	I,40	0,II	0,45	0,42	0,27	60
3-9	9	0,63	0,27	0,44	0,36	0,I3	29
9-I5	9	0,39	0,I4	0,I4	0,I9	0,075	3I
I5-20	9	0,3I	0,II	0,24	0,23	0,02	8
0-20	30	0,63	0,II	0,32	0,28	0,I5	46

Таблица 2

Корреляционные уравнения	Коэффициенты		Ошибки	
	корреляции (r)	регрессии (b_{yx})	корреляции ($\pm S_r$)	регрессии ($\mp S_b$)
$K = 0,87\varepsilon_o - 0,593$	0,73	0,87	0,I56	0,32
$K = 0,03n - I,2I$	0,67	0,03	0,002	0,004
$K = 4,4\,Wp - 0,507$	0,5I	0,044	0,0I4	0,029
$K = I,524 - 0,935\gamma_{ск}$	-0,53	-0,935	0,306	0,63
$K = 0,535 - 0,0I9H$	-0,75	-0,0I9	0,003	0,007

Фильтрационные свойства изучали в процессе опытных наливов по Нестерову. В опорных шурфах параллельно с поинтервальным определением водопроницаемости до глубины 20 м производили отбор образцов для лабораторных исследований. Распределение значений коэффициента фильтрации (К) близко к нормальному закону, и рассеяние наиболее существенно в верхней трехметровой зоне. Определение расчетных ($A_{рас}$) значений К производили в соответствии с ГОСТ 23I6I-78 при доверительной вероятности $\alpha = 0,95$ (табл.I) по формуле

$$A_{рас} = A_н (I - \rho),$$

где $A_н$ - среднеарифметическое значение параметра; ρ - показатель точности оценки значения, вычисляемый по формуле: $\rho = t_\alpha б / A_н \sqrt{n}$; б-среднее квадратическое отклонение; t_α -коэффициент, зависящий от доверительной вероятности (α); n -число определений.

Анализ полученных данных свидетельствует об обратной зависимости между значениями К и глубиной проведения опыта (Н): коэффициент линейной корреляции (r) - 0,75, а корреляционное отношение криволинейной корреляции (η) - 0,825. На глубине 8-II м К резко снижается; эта зона соответствует нижней грани-

це активного выветривания лессовых грунтов. Глубже рассеяние значений невелико (б = 0,075–0,02). Результаты статистической обработки показали, что существует зависимость между значениями К и коэффициентом пористости (ε_0), пористостью, влажностью на границе раскатывания и объемным весом скелета (табл. 2), особенно с параметрами пустотности грунта (r = 0,67–0,73). Связь К с другими физико-механическими свойствами, в том числе с влажностью на границе текучести, не установлена.

УДК 624.131.23:626.84/87:551.79(477)

Ю.Г. Баландин
(Одесский госуниверситет)

К ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ ОБОСНОВАНИЮ МЕЛИОРАЦИЙ ЛЕССОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ УКРАИНЫ НА БАЗЕ ОПОРНЫХ РАЗРЕЗОВ ПЛЕЙСТОЦЕНА

Опыт эксплуатации массивов орошения Украины свидетельствует в ряде случаев о складывающемся во времени неудовлетворительном состоянии земель гидромелиоративных систем (ГМС) – до интенсивного подтопления (Беляевская, Татарбунарская ГМС Причерноморья и др.). Объясняется это недостатками обоснования ГМС – неполноценной интерпретацией результатов геолого-разведочных и лабораторных работ при недоучете инженерно-геологической роли макро- и мезотекстурных особенностей горизонтов лессовых толщ.

Анализ неблагоприятных явлений на ГМС свидетельствует о необходимости углубления теории мелиорации лессовых территорий, базирующейся на теории формирования инженерно-геологических свойств в процессе лессо- и литогенеза и учитывающей как региональные особенности геологии лессовых образований, так и зональные ландшафтно-климатические условия. Особое место в теории мелиорации крупных массивов лессовых пород принадлежит опорным разрезам плейстоцена. Этот вопрос поднимался Е.Н.Сквалецким и Ю.Г. Баландиным еще в 1966–1968 гг., а после принятия УРМСК новой схемы строения лессового покрова получил дальнейшее освещение. К настоящему времени нами выполнено инженерно-геологическое изучение ряда опорных разрезов. Литолого-стратиграфическая основа по ним получена либо совместно с отделом геологии антропогена АН УССР (разрезы Роксоланский, Приморский, Одесский, Крукеничи), либо использована из работ Института гео-

графии АН УССР (Градижский, Раздельнянский, разрезы Среднего Днепра) и Харьковского госуниверситета (Харьковский). Работа выполнялась с целью разработки метода межрегиональных инженерно-геологических аналогий и имеет непосредственное значение для обоснования ГМС на лессовых площадях. Ряд разрезов опробован нами сплошь по мощности с интервалом 20–50 см. В целом по всем разрезам каждое стратиграфическое подразделение толщи плейстоцена - горизонт (по М.Ф. Векличу) - опробован не менее 5–6 раз, т.е. необходимым минимумом (по СНИП) для получения репрезентативных статистик. В итоге состав и свойства осадков стратиграфически полных разрезов плейстоцена были изучены по 70–100 и более монолитам. Свойства подразделений толщ в разрезах сравнивались с данными массового опробования тех же горизонтов на площадях ГМС (примеры в табл.). Оценены циклическая составляющая изменчивости, однородность и тренд полей показателей состава и свойств, использован факторный анализ.

В стадии позднедиагенетического становления свойств в разрезах фиксируется тенденция общего улучшения свойств с возрастом ритма. Эта тенденция близка линейной и связана в элементах ритма с увеличением глинистости, микроагрегированности и изменениями соотношений форм влаги. Амплитуды изменения свойств по обобщенным данным сравнительно невелики, поэтому соседние ритмы на основе статистической оценки однородности объединяются обычно в единый "инженерно-геологический слой" (ИГС). Такими, как правило, являются ИГС разреза, объединяющий все горизонты нижнего плейстоцена, и ИГС, соответствующие крупным подразделениям среднего и позднего плейстоцена (в ранге одного-двух смежных звеньев). Обе тенденции - "ритма" и "стратиграфического контроля свойств" - имеют значение для площадных инженерно-геологических прогнозов разного масштаба. Для территорий крупных морфоструктур информативность о инженерно-геологическом состоянии пород детально опробованного опорного разреза является очень высокой, практически равноценной массовому опробованию лессовых толщ на массивах гидромелиоративного освоения (см. табл.).

Например, в Роксоланском и Приморском разрезах четко фиксируются общие для лессовых пород закономерные тенденции пространственной изменчивости свойств: на фоне общего улучшения свойств с глубиной, т.е. с возрастом элементов толщ, погребен-

Сравнение свойств (Jр,%; п,%; С, 10^3Па; φ, град; $\delta_{пр}$,%, 0,2МПа) горизонтов лессовых пород опорных разрезов у Роксолан (АР) и у Приморского (БП) с горизонтами толщ водоразделов междуречий Днестр-Хаджибей (А) и Хаджидер-Алкалия (Б). Горизонты Q_I: mr, sl, lb, tl (мортоношский, сульский, лубенский, тилигульский), Q_{II}: zv, dn, kd, ts (завадовский, днепровский, кайдакский, тясминский), Q_{III}: pl, ud, vt, bg, df, pč (прилукский, удайский, витачевский, бугский, дофиновский, причерноморский). Mr, lb, kd, pl, vt, df–почвы

Горизонт	АР					А					БП				Б			
	Jр	п	С	φ	$\delta_{пр}$	Jр	п	С	φ	$\delta_{пр}$	Jр	п	С	φ	Jр	п	С	φ
pč	I0	46–49	I6	20	5,8–7,0	II	50	26	22	8,0	II	45	I8	I8	I4	46	I7	I5
df	I2	48	24	20	4,I	I3	48	22	I8	3,5	I2	47	I8	I8	I3	46	20	I3
bg	9	47–5I	23	I9	5,4–7,0	I2	49	23	22	7,I	I0	50	20	I6	II	5I	I7	I5
vt	I6	47	30	23	3,I	I8	44	37	22	2,4	I3	48	33	I8	I5	48	32	I8
ud	I0	44–48	27	I7	3,4–6,0	II	47	33	I7	5,8	I2	46	39	20	I2	47	34	I9
pl	I3	45–4I	35	2I	3,8	I5	46	4I	23	3,I	I7	46	42	2I	I6	46	36	20
ts	II	42–48	28	I8	5,5–9,0	II	48	35	I8	7,0	I0	49	34	I9	II	48	3I	I8
kd	I5	4I	32	22	2,4	I8	44	33	23	2,0	I6	45	36	22	I7	48	36	20
dn	I2	40–47	28	I9	I,3–3,7	I2	48	30	I8	3,2	I4	46	32	I8	I2	47	29	I6
zv	I6	40	45	22	I,8	I9	43	38	22	I,5	I7	44	38	20	I8	46	[illegible]	2I
tl	I4	39–46	-	-	0,6–2,0	-	-	-	-	-	I4	45	30	I8	I2	47	32	I8
lb	горизонт в разрезе отсутствует										I8	42	40	2I	I8	44	4I	22
sl	I4	39	-	-	0,6–I,I	-	-	-	-	-	I2	44	42	I6	I3	46	43	I8
mr	I8	33	-	-	0,I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I9	44	45	23

Примечания: I) С – удельное сцепление, φ – угол внутреннего трения; сдвиг – неконсолидированный, для естественновлажного состояния; 2) п и $\delta_{пр}$ лессов разреза (АР) по значениям в приконтактовых зонах и середине слоя; обобщенные п и $\delta_{пр}$ (А) – для схемы отбора пробы "из середины слоя"; 3) число проб для (А) – 328, (Б)–264.

ные почвы плотнее лессовых горизонтов (и менее просадочны); по мощности последних параллельно утяжелению состава увеличивается плотность к приконтактовым зонам слоев. Амплитуды закономерных послойных вариаций пористости и коэффициента просадочности (табл., разрез у Роксолан) свидетельствуют о том, что их необходимо учитывать при проектных гидромелиоративных расчетах. Близки и обобщенные погоризонтные значения показателей свойств

по результатам опробования опорных разрезов и массивов орошения. Факторный анализ по методу соответствий показал, что сходство погоризонтных свойств по опорным разрезам с обобщениями по массивам ближе, чем, например, сходство свойств водораздельных и террасовых толщ.

Изучение свойств пород опорных разрезов позволит сэкономить средства при улучшении качества геологического обоснования ГМС.

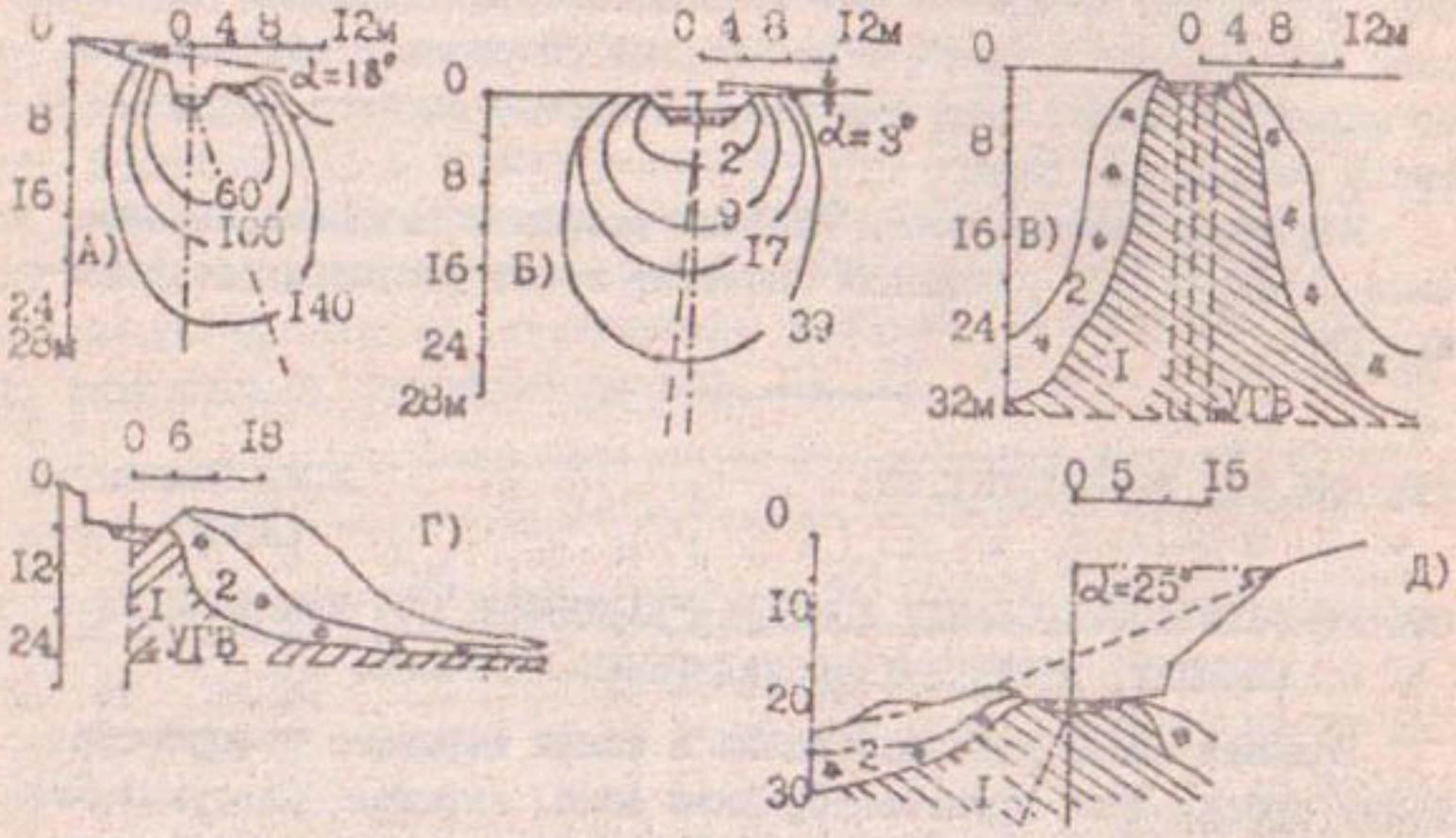
УДК 624.131.23+624.131.63

А.Л. Балаев
(МГМИ)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНТУРА УВЛАЖНЕНИЯ ПОД КАНАЛАМИ НА СКЛОНАХ, СЛОЖЕННЫХ ПРОСАДОЧНЫМИ ГРУНТАМИ.

Большая часть удобных земель в зонах широкого распространения просадочных грунтов (Средняя Азия, Украина, Северный Кавказ и др.) орошается и начато освоение предгорных районов со сложным рельефом. В подобных условиях возникают дополнительные проблемы в связи с неравномерными деформациями оснований сооружений, прорывами воды из каналов, размывом, оползанием склонов и т.д. Особенности совместной работы каналов и их просадочных оснований на косогорах изучались в 1980-1982 гг. МГМИ совместно с Таджикским филиалом ВНИИГиМ в Дангаринском районе. Одной из задач было исследование формирования контура увлажнения под каналами на склонах. С этой целью на косогоре крутизной α от 5^0 до 18^0 были отрыты два отрезка канала размерами 2,5х25 м и 5х23,5 м. Для наблюдения за развитием контура увлажнения под каналами были оборудованы радиометрические скважины и велось бурение скважин (периодически).

В процессе замочки оснований под каналами наблюдались три зоны влажности: насыщения, которой соответствует весовая влажность $W \geq 28-30\%$; увлажнения-с влажностью, незначительно превышающей наименьшую влагоемкость (НВ) грунта, равную 18-21%, и периферийная, где влажность изменяется от НВ до естественной (W_e = 5-8%). После прохождения контура увлажнения глубины,где природное давление превышает начальное ($P_{нач}$ = 0,05 МПа, глубина около 3 м), наблюдается просадочное уплотнение грунта с уменьшением его пористости. Фильтрационные свойства снижаются, этап преобладающего гравитационного движения влаги заканчива-



Контуры увлажнения под каналами на склонах:
А – Дангаринский опытный участок; Б – Колхозабадский полигон; В – замачивание через скважины; Г – Ташрабадский канал 4; Д – Правая ветка Яванского магистрального канала. I – зона водонасыщения, 2 – зона капиллярного увлажнения:

ется, и доминирующая роль переходит к капиллярным силам. Продвижение влаги вглубь сопровождается ростом периметра смачивания, что также замедляет скорость развития контура увлажнения. После достижения стабилизации заметную роль в процессе передвижения влаги приобретает форма пленочного движения.

Опыты показали, что развитие контура увлажнения в стороны зависит не только от глубины и размеров источников, времени замачивания и капиллярных свойств грунта, но и от уклона поверхности. Процессы передвижения влаги в просадочных грунтах необходимо рассматривать в совокупности с деформациями. Если повышение влажности – основная причина просадок, то последние изменяют фильтрационные свойства лессового грунта и влияют на процессы передвижения влаги, а следовательно и на формирование контура увлажнения. Напряженное состояние бортов источников увлажнения, а также крутизна склона существенно влияют на расте-

канне. На рис.(А) показаны контуры зоны увлажнения под каналом 2,5х25 м через 60,100 и 140 сут. замочки на склоне крутизной около 18°. В процессе замачивания наблюдались просадочные деформации бортов канала, более значительные вверх по склону. Это объясняется тем, что в любой горизонтальной плоскости, проведенной через область увлажненного грунта, природное давление вверх по склону существенно больше, чем вниз, верхние 3–5 м лессовой толщи обычно имеют повышенную пористость, ослаблены ходами землероев, норами, остатками корневой системы растений, обладают повышенными фильтрационными свойствами. Все это способствует несимметричному развитию контура увлажнения под каналами на косогоре. При увеличении крутизны склона величина смещения контура от вертикали увеличивается. Из рис.(А,Б,Д) видно, что угол отклонения между направлением преобладающего движения фильтрационного потока и вертикалью примерно соответствует уклону косогора, на котором расположен канал. Как видно из рис.(Б), даже небольшой уклон поверхности вызывает смещение контура увлажнения.

По мере увеличения срока замочки все большая часть инфильтрующейся воды идет на формирование боковой части контура увлажнения. Особенно это заметно после смыкания зоны увлажнения с грунтовыми водами или достижения водоупора. На Таптрабадском канале через 2 года эксплуатации после смыкания контура увлажнения с грунтовыми водами произошло постепенное выполаживание нижней части границы водонасыщенного грунта и соответственно границы зоны увлажнения (рис. Г). Аналогичная картина наблюдалась на Правой ветке Яванского канала более чем через 10 лет после начала его эксплуатации (рис. Д). Здесь стабилизировавшийся после завершения формирования зон растекания контур увлажнения имеет более пологую форму, отчетливо видна несимметричность зон увлажнения относительно оси канала. На склонах крутизной 15–25° стабилизировавшийся контур увлажнения в нижней части склона распространяется по криволинейной поверхности под углом 22–25°.

УДК 624.131.23

А.Л. Балаев
(МГМИ)
Д.И.Давлятов, Б.Р.Рахмонов
(Таджикский филиал ВНИИГиМ)

УТОЧНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗАМАЧИВАНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ ОПЫТНЫМ ПУТЕМ

Дангаринская долина расположена в междуречье Вахш-Кызылсу. Общая площадь возможных для орошения земель 103 тыс.га, 90% которых сложены лессовыми просадочными породами мощностью до 30 м и более, с величиной просадок до 2–3 м. Лессовые породы по своим свойствам и составу отличаются от других районов Таджикистана, поэтому исследование их просадочности в натурных условиях имеет большое значение для ведущегося здесь строительства каналов и гидротехнических сооружений. Работы по изучению параметров замачивания проводили МГМИ и Таджикский филиал ВНИИГиМ совместно с Таджикгипроводхозом.

Выполнялось замачивание опытных котлованов прямоугольной формы глубиной 0,5–1 м, размером а) 11х7 , б) 9,5х13, в) 22х25м и опытных отрезков каналов г) 25 х 2,5 м; д) 23,5 х 5 м.

Опытный участок, расположенный в северной части Дангаринской долины, сложен лессовидными суглинками, подстилаемыми на глубине 45 м песчаниками и алевролитами. Мощность просадочного слоя по результатам компрессионных испытаний монолитов составляет 28 м, ожидаемая величина просадки этой толщи 149 см. В зависимости от глубины выемки котлованов и отрезков каналов расчетная просадка дна изменяется от 99 до 130 см.

Во время опытов, проводившихся в 1981–1982 гг., уровень воды в объектах замачивания поддерживался постоянным. В дне котлована (б) были пробурены скважины, засыпанные гравием.

Опыты позволили установить удельные расходы воды на фильтрацию по замачиванию, а также их зависимость от формы и размеров водоисточников. Как видно из табл. 1, удельные расходы ($м^3/сут/м^2$) в котлованах (а, в) близки и в 1,5–2,0 раза ниже, чем в котловане (б) со скважинами. В отсеках каналов по мере увеличения ширины зеркала воды они уменьшаются. Сопоставление полученных данных с материалами по Вахшской долине показало, что в Дангаре удельные расходы на фильтрацию меньше на 40–60%.

Скорость продвижения фронта увлажнения (V) зависит от

Таблица I

Интервал времени, сут	Котлованы			Отрезки каналов		Средний расход
	б	в	а	г	д	
0–I0	0,74	0,27	0,26	0,58	0,38	0,44
I0–20	0,72	0,22	0,23	0,26	0,I8	0,32
20–30	0,4I	0,20	0,I8	0,29	0,I5	0,25
30–40	0,35	0,I8	0,I5	0,22	0,I4	0,2I
40–50	0,3I	0,I3	0,I3	0,24	0,I3	0,I9
50–60	–	0,I3	0,I3	0,22	–	0,I6
60–70	–	0,I3	0,II	0,2I	–	0,I5
70–80	–	0,I2	0,I0	–	–	0,II
80–I20	–	0,I2	–	–	–	0,I2
I20–260	–	0,05	–	–	–	0,05
260–300	–	0,02	–	–	–	0,02

Таблица 2

Интервал времени, сут	Котлованы		Отрезки каналов	
	б	в	г	д
0–I0	I,60	0,90	0,65	0,95
I0–20	0,70	0,35	0,20	0,30
20–30	0,50	0,30	0,I5	0,I5
30–40	0,20	0,25	0,I0	0,I0
40–50	–	0,I5	0,I0	0,I0
50–60	–	0,I0	0,05	0,05
60–70	–	0,I0	0,05	–
70–80	–	0,I0	–	–
80–90	–	0,I0	–	–
90–I20	–	0,08	–	–
I20–I40	–	0,02	–	–

формы и размеров объектов замачивания (табл. 2, м/сут). За счет просадочного уплотнения грунта V с глубиной быстро снижается и часть воды перемещается в боковые области контура. Наибольшее распространение влаги в стороны (до 8–I0 м) наблюдалось в котловане (б) со скважинами.

В целом удельные значения потерь на фильтрацию в лангарийских лессовых грунтах ниже, а скорость продвижения фронта ув-

лажнения меньше, чем в Вахшской долине. Как известно, данные, полученные в Вахшской долине, легли в основу нормативных документов по Таджикистану. Изложенное требует внесения соответствующих коррективов при расчете замочки в условиях Лангары. Для устранения просадочных свойств лессовых грунтов здесь потребуется больше времени на замачивание, а расход воды в целом будет близким к нормативному.

УДК 624.131:3+556.3.02

Я.Ф. Володин
(Севкавгипроводхоз)

ПРОБЛЕМА ОПТИМИЗАЦИИ УСЛОВИЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Задача инженерных изысканий при обосновании мелиорации сводится к тому, чтобы выбрать наиболее эффективные в данных условиях технические средства, методику, установить минимально-допустимые объемы и стоимости геологоразведочных, опытно-фильтрационных работ, полевых и лабораторных исследований, при которых обеспечивается получение достоверных результатов. Выполнение комплекса этих мероприятий и определяет оптимизацию условий инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий.

На каждой стадии проектирования перед инженерными изысканиями возникает проблема обоснования намечаемых объемов работ: количества и глубины разведочных выработок, масштаба съемки, выбора технических средств для производства работ, а также перечня информационного материала, прикладываемого к отчетам. Понятно, что для многообразных сочетаний природных условий не удается подобрать типовой эталон по составу и объему инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий. Тем не менее руководство на эти виды изысканий необходимо, чтобы искоренять имеющиеся минималистские или максималистские подходы к определению объема, состава и стоимости работ.

Действующая нормативная литература по инженерно-геологическим и гидрогеологическим изысканиям, а также по дренажу требует изучения геологического строения и гидрогеологических характеристик грунтов до регионального водоупора без ограничения глубины его залегания. Однако многими исследованиями установлено, что активная зона водообмена в зоне горизонтального дренажа

имеет ограниченную мощность. Для практических расчетов, связанных с горизонтальным дренажем, активную зону фильтрации следует принимать равной 0,15-0,2 междренного расстояния (максимальная погрешность при расчетах параметров дренажа не превышает 12-25%).Использование активной зоны фильтрации позволяет сократить затраты при изысканиях, оценить необходимую точность определения параметров и определить границу при выполнении схематизации исследований области фильтрации.

В процессе проектирования орошения выполняют расчеты водного баланса, прогноза УГВ и солевого режима почвогрунтов. Однако достоверность этих расчетов и прогнозов низкая; многие характеристики определяют с невысокой точностью, а средняя относительная погрешность достигает 50%. Кроме того, длительный период эксплуатации орошаемых земель приводит к изменению водно-физических свойств почвогрунтов с тенденцией к их уплотнению и снижению фильтрационной способности. Поэтому дорогостоящие и трудоемкие прогнозные расчеты иногда не оправдывают своего назначения.

Весьма ориентировочно осуществляется оценка гравитационной водоотдачи грунтов как разность между полной и максимальной молекулярной влагоемкостью. Ясно, что дренажем нельзя осушить грунты до такого предела и эта влажность должна определяться опытным путем. Гравитационная водоотдача грунтов существенно зависит от интенсивности изменения глубины залегания грунтовых вод и длительности процесса осушения. Такое же положение и с оценкой недостатка насыщения грунтов. Принято, что недостаток насыщения представляет разность между полной влагоемкостью и естественной влажностью за минусом защемленного воздуха. Однако это отражает единовременный процесс насыщения и неприменимо к случаю периодического увлажнения и осушения толщи грунтов.

Широкие масштабы строительства водохозяйственных объектов и повышенные требования к качеству их возведения обязывает постоянно участвовать в этом процессе инженеров-геологов для производства документации выемок, прорезей, строительных котлованов и тоннелей, для осуществления геотехнического контроля при отсыпке земляных сооружений, для проверки эффективности противопросадочных и других мероприятий, а также для установления соответствия инженерно-геологических и гидрогеологических условий, принятых в проектных решениях, с фактической при-

родной обстановкой. Служба геотехнического контроля и участие инженеров-геологов в возведении водохозяйственных объектов может дать большой экономический эффект и повысить качество строительства. Однако вопросы организации геологической службы не всегда решаются положительно, что обусловлено отсутствием прямых средств для финансирования этих работ.

Эти и другие проблемные вопросы требуют решения для оптимизации инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий.

УДК 550.835:631.6:624.131

П.Г.Головачев, А.Г.Васянович
(Укргипроводхоз)

МНОГОЦЕЛЕВОЙ РАДИОМЕТР ДЛЯ ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ И ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ

В инженерных изысканиях широко используются радиоизотопные методы определения физических свойств почвогрунтов. Разработанные и внедренные в производство приборы ВИПР-I и ПИПР-I позволяют определять соответственно объемную влажность и плотность почвогрунтов в их естественном состоянии. Применяются и другие радиоизотопные приборы. Институту Укргипроводхоз было поручено разработать универсальный радиометр для целей гидромелиорации. Основные требования, которым должен удовлетворять радиометр,- минимальный вес, автономность, современная элементная база, возможность сопряжения измерительного преобразователя (зонда) с различными детекторами, сцинтилляционными, пропорциональными и газоразрядными счетчиками. Это позволило бы на базе радиометра изготовлять различные модификации нейтронных влагомеров, гамма-плотномеров и т.д.

В 1981 г. в Укргипроводхозе была разработана эскизная документация на многоцелевой радиометр и изготовлены три макета радиометра МР-В в модификации нейтронного влагомера.

Техническая характеристика влагомера

1. Габаритные размеры не более, мм:
- преобразователь влажности измерительный 34 x 460
- регистрирующий прибор 200 x 200 x 200

2. Масса не более, кг:
- преобразователь влажности измерительный 0,6
- регистрирующий прибор 3,6

3. Потребляемая мощность не более, Вт: 0,5
4. Продолжительность работы прибора при однократной зарядке аккумуляторов не менее, ч 25
5. Случайная и систематическая составляющие основной абсолютной погрешности измерений при доверительной вероятности 0,9 не более, % ±I
6. Глубина измерения до, м 30
7. Время измерения, с 20
8. Активность источника быстрых нейтронов, н/с $2 \cdot I0^4$

Прибор МР-В состоит из измерительного преобразователя влажности (зонда) и регистрирующего прибора. В измерительном преобразователе находятся источник быстрых нейтронов, детектор тепловых нейтронов СНМ-I7, усилитель, дискриминатор-формирователь импульсов и высоковольтный преобразователь для питания СНМ-I7. Двухжильным кабелем измерительный преобразователь связан с регистрирующим прибором, в котором имеются кварцованный таймер, счетная линейка на триггерах, масштабный преобразователь, устройство для представления информации в единицах объемной влажности, блоки питания и управления.

Отличительные особенности влагомера МР-В от серийного НПТ-I состоят в том, что он имеет в 3 раза меньший вес, возможность программирования на требуемый градуировочный график для представления результатов измерения непосредственно в единицах измеряемой величины, конструктивно представляет единый блок, выполняющий роль контрольно-транспортного устройства с размещенными внутри регистратором, преобразователем влажности и полиэтиленовым эквивалентом влажности. Положение преобразователя в МР-В фиксирует специальный захват, и ввод его в скважину осуществляется после установки влагомера на оголовок скважины, что обеспечивает надежную радиационную безопасность оператора.

МР-В выполнен на современной элементной базе на микросхемах серии К I76 и К I40, что позволило получить высокую надежность работы прибора и малые аппаратурные погрешности. В МР-В предусмотрено четыре режима работы: контроль питания, прямопоказывающий режим измерения влажности, контроль регистрирующего прибора опорной частотой, режим измерения в относительных единицах (частота). На базе МР-В Укргипроводхоз и ВНИИГиМ проводят опытно-конструкторские работы для подготовки к серийному производству с I984 г. облегченного влагомера.

УДК 624.131.23:550.83

Г.Р. Гольдин
(ВНИИГиМ)

ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН АКТИВИЗАЦИИ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ЛЕССОВЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Замачивание ирригационных систем в лессовых просадочных грунтах, особенно в косогорных условиях рельефа, как правило сопровождается неравномерными просадками, прорывами воды и другими явлениями, ведущими к снижению урожайности культур и к разрушению дорог, мостов и т.д. Учитывая большую протяженность каналов, а также необходимость линейно-площадного изучения толщи по трассе, представляется перспективным использование наряду с традиционными способами изысканий (разбуривание скважин, проходка шурфов и т.п.) геофизических методов, в частности электроразведочных, применение которых для решения рассматриваемой задачи оправдано их высокой производительностью, незначительными затратами и достоверностью получаемых результатов. Исследования, связанные с применением методов наземной электроразведки для выделения суффозионно-неустойчивых участков в лессовом массиве (являющихся очагами наибольшего развития геодинамических процессов), проводили на сильнопросадочных лессах Средней Азии. Они включали в себя моделирование работы каналов на косогорных участках, наблюдения за развитием фильтрации, просадочных деформаций и суффозионных явлений. На некоторых объектах сознательно предусматривалась ситуация, обуславливающая возникновение прорыва воды или повышенной просадки.

Для количественной оценки влияния неоднородности на удельное электрическое сопротивление (УЭС) было использовано решение известной задачи теоретической геофизики о сфере в поле точечных электродов. Вычисление радиуса по некоторым заданным аномальным значениям кажущегося удельного электрического сопротивления, регистрируемого измерительной аппаратурой, осуществляли методом итераций на ЭВМ "Минск-22". Полученные данные позволили оценить распространение структурных нарушений (в виде пустот) по глубине массива. Это позволило в дальнейшем перейти к дифференциальной оценке обследуемой площади по фильтрационным и просадочным свойствам, а также оценивать площадь с точки зрения возможного возникновения аварийных ситуаций.

Просадочные свойства леса в той или иной мере определяют-

ся их пористостью, глинистостью, низкой влажностью, пластичностью и некоторыми другими свойствами. Повышенная пористость, а также низкое содержание глинистых частиц - факторы, способствующие увеличению просадочных деформаций, - влияют на УЭС в сторону его увеличения. Вместе с тем пораженность толщи пустотами, также повышающая УЭС, приводит к интенсификации фильтрационных процессов и к росту деформируемости замачиваемого массива.

Полевые исследования проводили на опытных и производственных каналах Таджикистана и Киргизии. Выявление и оконтуривание суффозионно-неустойчивых участков в толще грунта осуществляли на основании результатов электропрофилирования и ВЭЗ. Выделено несколько видов аномалий, которые интерпретировались следующим образом:

- высокоомные зоны - пораженность толщи пустотами, повышенная пористость, трещиноватость и т.п.;

- большой разброс точек на графиках - высокая степень неоднородности сложения массива на коротком отрезке;

- график электропрофилирования отмечен переходом от одних значений УЭС к другим - контакт плотных отложений с более рыхлыми (такие зоны характеризуются появлением поперечных просадочных трещин и возможностью развития суффозионных процессов).

Наблюдения за физико-механическими явлениями показали, что: повышенные деформации (провалы) и прорывы воды произошли на участках, отмеченных на графиках электропрофилирования высокоомными зонами; появление поперечных просадочных трещин, замыкающихся на русло канала, было приурочено к местам, соответствующим перепадам в значениях УЭС.

Из вышеизложенного видно, что методы наземной электроразведки применимы для прогнозирования явлений, вызываемых активизацией геодинамических процессов при замачивании лессовых грунтов.

УДК 624.131.32:550.834

Б.А.Гранит (МИСИ), М.Ш.Дадабаев (Таджикгипроводхоз), И.Г.Мендель, М.М. Мешков (ПНИИС)

ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПОСТРОЕЧНОГО ЗАМАЧИВАНИЯ МАССИВА ЛЕССОВЫХ ПОРОД НА СЕЙСМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВЗРЫВОВ

Для изучения влияния искусственного обводнения лессовых пород на сейсмический эффект на участке опытного замачивания (Лангаринская долина Таджикистана) была проведена серия взрывов, имитирующих 6-7 балльные землетрясения. Кроме специальных взрывов был зарегистрирован промышленный взрыв мощностью 130 т, произведенный в 1,5 км от участка, где проявился силой 5 баллов. Особенность инженерно-геологических условий участка заключается в залегании в адырной части толщи лессовых пород мощностью до 40 м на коренных породах, представленных трещиноватыми песчаниками. На склонах мощность лессовых пород уменьшается до 15-20 м. Грунтовые воды приурочены к кровле трещиноватых песчаников. При замачивании техногенный уровень грунтовых вод не образуется, а происходит увеличение влажности лессовых пород до 25% и выше.

Скорость колебания грунта в пунктах сейсмологических наблюдений (ПСН) записывалась сейсмологической аппаратурой по прямой схеме. Сейсмометрический канал состоял из сейсмографа СБС (T_s = 5 с, $Д_s$ = 0,9) и высокочастотного гальванометра М 001.1А (f = 80 Гц), установленного в магнитный блок светолучевого осциллографа Н-041. Регистрировалась вертикальная (Z) и радиальная (X) составляющие скорости колебаний. Для исследования амплитудно-частотных характеристик колебаний грунтов при взрывах на ЭВМ-1022 проводили расчет спектров зарегистрированных записей колебаний с последующим расчетом приращений балльности (ΔJ) в соответствии с РМС-73. Частотные и временные особенности колебаний изучали путем анализа отношения τ_i/τ_0, - продолжительности максимальной группы колебаний на изучаемом τ_i и эталонном τ_0 грунтах. Кроме того анализировалось отношение t_i/t_0, - времени от вступления волны до наступления максимальной амплитуды (A_{max}).

Исследования проводили на трех площадках в пределах участка опытного замачивания лессовых пород, влажность которых в контуре замачивания около 25%. Площадки 1 и 2 представляют со-

бой замачиваемые в течение 300 сут котлованы. Площадка 3 расположена на склоне крутизной 15-18°, часть которого замочена через чеки. Изучение динамических особенностей колебаний замоченных лессовых пород при взрывах показало существенное увеличение амплитуд скоростей колебаний и смещение максимумов амплитудно-частотных спектров влево по сравнению с их положением на оси частот для целинных лессовых пород. На площадках I и 2 ΔJ для замоченных лессов составляет I балл относительно целинных лессовых пород. На площадке 3 происходило закономерное увеличение ΔJ до I,5 баллов относительно сухого склона той же крутизны и экспозиции. Различие в 0,5 балла, вероятно, можно отнести за счет влияния рельефа.

Данные регистрации мощного промышленного взрыва относительно коренных пород, залегающих в основании адыра, на котором находится участок опытного замачивания, дают в зависимости от состояния лессовой толщи приращение I-2,5 балла. На лессах природной влажности в этом случае ΔJ = I-I,5 балла, а в местах опытного замачивания увеличивается до 2-2,5 баллов. Сейсмологические наблюдения в шурфе на глубине 6 м показали значительное уменьшение сейсмического эффекта при заглублении пункта наблюдений (до I балла).

В целом сейсмологические исследования на участке опытного замачивания, подтвердили ранее полученные рядом авторов в других районах Таджикистана данные об увеличении сейсмического эффекта на замоченных лессах и об уменьшении частоты максимальных амплитуд колебаний. Это позволило в нашем случае, при отсутствии подтопления, приращение сейсмической интенсивности лессовых пород ограничить величиной в I балл, что необходимо учитывать при гидротехническом строительстве и мелиоративном освоении Дангаринской долины.

УДК 624.I3I.32:550.834

Б.А. Гранит (МИСИ)
С.А. Белых (Таджикгидроводхоз)

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛЕССОВ

Изучение упругих свойств лесса при гидромелиоративном строительстве сейсмоакустическими методами позволяет оценивать физико-механические и деформационно-прочностные характеристики

пород и их изменения при техногенезе.

Исследования проведены в 1980-1982 гг. в Дангаринской долине Таджикистана, изучались лессовые породы с природной влажностью, в замоченном состоянии и насыпные плотины из лесса.

Комплекс сейсмоакустических методов включал в себя ультразвуковое просвечивание и профилирование в шурфах и на монолитах лессовых пород, сейсмокаротах шурфов и скважин по методу вертикального сейсмического профилирования (ВСП), поверхностное сейсмозондирование (СЗ) и горизонтальное сейсмическое профилирование (ГСП). Данный комплекс геофизических методов позволяет установить связь между инженерно-геологическими и упругими свойствами лессовых пород (скорости продольных - V_p и поперечных - V_s волн). Характер этих связей устанавливали по данным ультразвуковых измерений скорости продольных волн на монолитах (37-78 шт.), которые подвергали лабораторному инженерно-геологическому опробованию. По данным сейсмокаротажа получали V_p и V_s, характеризующие большой объем породы, и сопоставляли их с осредненными для этого объема инженерно-геологическими характеристиками. Затем провели статистический совместный анализ инженерно-геологических и упругих свойств лессовых пород. Ниже приведены парные и множественные уравнения регрессии для целинных и замоченных лессовых пород, а также лессовых пород нарушенной структуры. Для лессов в природной обстановке основным фактором, определяющим их свойства, является влажность, а для лессов нарушенной структуры (насыпные плотины) помимо влажности важна и плотность грунта.

Парные уравнения регрессии для целинных и замоченных лессовых пород (коэффициент корреляции $r = 0,5-0,7$):

$W = 24,95 - 0,03\ У_{pI}$; $W = 24,6 - 0,12\ У_p$;

$\gamma_{ск} = 4 \cdot 10^{-4}\ У_{pI} + 1,18$; $n = 57,8 - 7 \cdot 10^{-3} У_{pI}$; $C = 8 \cdot 10^{-2} У_{pI} + 24$;

$E = 1,3 \cdot 10^{-6}\ У_{pI}^{2,63}$; $E = 6,3 \cdot 10^{-6}\ У_p^{2,31}$. То же для насыпных грунтов ($r = 0,5-0,65$): $\gamma_{ск} = 0,0005\ У_{pI} + 1,35$;

$W = 0,005\ У_{pI} + 7,18$; $n = 0,019\ У_{pI} + 49,47$; $C = 0,03\ У_{pI} + 2,4$;

Множественные уравнения регрессии для целинных и замоченных лессов ($r = 0,88-0,92$): $У_{pI} = 13,4h - 11,27W + 490$; $У_p = 22,9h - 12,2W + 517$; $У_{pI} = 8h + 666,2\gamma_c - 14,44W - 363,4$; $У_{pI} = 7h + 580\gamma_{ск} + E - 12,6W - 278$.

Условные обозначения:
h - глубина в м; W - весовая влажность, %; $\gamma_{ск}$ - объемный вес скелета, гс/см^3; n - пористость, %; C - сцепление, кПа; E - модуль общей деформации, МПа; V_{pI} - скорость продольных волн по данным ультразвука, м/с; V_p - то же по данным вертикального сейсмического профилирования.

УДК 624.131.23:626.81/84

О.Г. Гунешян
(ПНИИИС)

ОПЫТ ПРОГНОЗА ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ЛЕССОВИДНЫХ ПОРОД ПРИ ОРОШЕНИИ

Повышение уровня грунтовых вод в связи с орошением Прикопетдагской равнины привело к изменениям природной среды, в том числе свойств грунтов.

Участок исследований расположен между поселками Гяуш-Тепе и Бахарден Ашхабадской области. Здесь равнина образована периферическими частями конусов выноса. До глубины 20-30 м в ее строении участвуют лессовидные суглинки и супеси с карбонатными стяжениями, с редкими линзами галечников. Супеси и суглинки по гранулометрической классификации И.М. Горьковой относятся к группе смешанных, реже пылеватых и песчаных.

В восточной части изучаемой территории в 1976 г. УГВ фиксировали в основном на глубине 1-5 м, в 1966 г. - на 10-15 м. Таким образом, за 10 лет уровень воды повысился на 8-10 м, что повлекло за собой изменение влажностного режима пород зоны аэрации. Влажность пород изменяется здесь от 3% у поверхности, до 27% у зеркала грунтовых вод. В западной части, где грунтовые воды до глубины 30 м не вскрыты, влажность в пределах верхней 10-12-метровой толщи изменяется от 5,5 до 20,5%.

Повышение УГВ способствовало изменению других показателей физического состояния, прочности и сжимаемости. Выше УГВ для лессовидных пород характерны смешанные довольно прочные коагуляционно-цементационные структурные связи, образованию которых способствует присутствие карбонатов в солевом составе. При обводнении цементационные структурные связи в значительной мере разрушаются, и для лессовидных пород, залегающих ниже уровня грунтовых вод, характерны коагуляционные связи. Несмотря на

	Объемная масса, г/см³	Объемная масса скелета, г/см³	Пористость, %	Коэффициент пористости	Сцепление, кПа	Угол внутреннего трения (φ°)	Модуль деформаций, МПа
А	I,62	I,52	43,52	0,774	60	22	I5,0
Б	2,04	I,76	34,97	0,540	3I	2I	8,5

увеличение плотности при обводнении рассматриваемых пород, прочность их значительно снижается, а сжимаемость увеличивается. В таблице приведены средние значения (по данным более чем 400 определений) показателей физических, прочностных и деформационных свойств лессовидных суглинков и супесей до повышения уровня грунтовых вод (А) и после (Б).

В западной части участка, где также возможен подъем грунтовых вод, прогнозируются деформации, связанные с просадкой. Просадочными являются супеси и суглинки со степенью водонасыщенности не более 0,4–0,5 и объемной массой скелета менее I,50г/см³. На остальной части территории просадочные деформации, видимо, произошли ранее, при повышении УГВ до глубины I–7 м и при орошении полей.

Ожидаемая величина просадки изменяется от I,8 до I6,6 см. Это свидетельствует о наличии площадок с первым (межконусные понижения) и со вторым (конуса выноса) типами грунтовых условий. В западной части территории ожидается повышение УГВ и аналогичные изменения свойств пород.

УДК 624.I3I.38

Д.И. Давлятов
(Таджикский филиал ВНИИГиМ)

К МЕТОДИКЕ ОПЫТНОГО ЗАМАЧИВАНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ

Опытное замачивание грунтов – наиболее достоверный способ изучения просадочности – используется на новых объектах мелиоративного строительства, особенно при проектировании ответственных сооружений. Наиболее целесообразно проводить замачивание на опытных участках. Рассмотрим методику на примере Дангаринского участка, расположенного в пределах предгорной зоны.

Здесь было оборудовано 3 котлована различного сечения и 3 отрезка каналов, которые расположены на склоне крутизной до 18^{0}. Воду подают из резервуара объемом 100 $м^{3}$ по водоводу из стальных труб диаметром 76 мм. Все котлованы и каналы оборудованы распределительной сетью с индивидуальными задвижками. Для замеров расходов воды использовано два водомера, один из которых обслуживал котлованы, другой - каналы. В котлованах и каналах установлены водоприемники для исключения размыва их дна.

Для наблюдения за развитием деформаций все объекты замачивания оборудованы сетью поверхностных и глубинных реперов; изменение влажности грунтов и развитие контура увлажнения изучали с помощью радиометрических скважин и путем разбуривания скважин по поперечникам. Поверхностные репера устанавливали через 2 м. Для замера послойных деформаций просадочной толщи были установлены кусты реперов на глубине 1,5 м; 3; 5; 10; 15; 20 м от дна котлованов. Ежедневно проводили наблюдения за динамикой влажности с помощью нейтронного влагомера НИВ-2, нивелирование поверхностных и глубинных марок, замеры расхода воды, регистрировали и замеряли просадочные трещины с нанесением их на план. Проведенные опыты позволили получить количественную характеристику уменьшения удельных расходов на фильтрацию по мере роста сроков замачивания.

Для изучения послойных деформаций в процессе замачивания котлованы и каналы были оборудованы глубинными реперами (ГР) новой конструкции (авт. свид. № 863758), установленными в одной скважине на разной глубине путем вдавливания в стенку марок с прикрепленными тросиками. В процессе наблюдений выявлен ряд недостатков этого метода. Основные из них: недостаточный вес грузов для натяжения тросиков и отрицательное влияние полихлорвиниловых трубок (через них пропускали тросики), которые в процессе просадок искривлялись и образовали складки. При последующем увеличении сил натяжения выправить искривления было невозможно. В результате репера, установленные глубже 10 м, показали деформации, значительно ниже реальных, в то время как на меньшей глубине работали нормально (контроль проводился по ГР обычной конструкции, каждый из которых устанавливали в отдельную скважину).

Исходя из опыта, для использования куста ГР в одной скважине нужно, чтобы прикрепляемые к маркам стальные тросики имели

сечение 1 м^2; их не надо изолировать трубками, а оставлять у той стенки, в которую вдавлена марка. Скважину следует засыпать; для уменьшения трения по поверхности тросиков засыпку проводят на 0,7–0,8 м лессовым грунтом естественной влажности, затем на 0,3–0,4 м густой смесью лессового грунта с отработкой нефтепродуктов и т.д.; верхние 3–4 м заполняют только смесью. Для обеспечения вытягивания тросиков при просадочных деформациях грунта вес грузов должен быть 5 кг, а глубже 25 м – не менее 7–8 кг.

УДК 624.131.38

В.П. Лармограй
(ВНИИГиМ)

К ОЦЕНКЕ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ МЕЛИОРАТИВНОЙ СЕТИ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ

Параметры процесса просадочных деформаций определяют путем опытного замачивания, проводимого на участках с наибольшей мощностью просадочной толщи. Три отсека каналов различной ширины в диапазоне размеров каналов проектируемой системы оборудуют глубинными марками в центре канала для определения величины послойного уплотнения. В том же месте по обеим сторонам устанавливают поверхностные марки по двум-трем поперечным створам. В каждом створе две поверхностные марки должны располагаться на дне канала, затем по одной на берегу на расстоянии 0,7–1,0 м от уреза воды, примерно на границе капиллярной каймы. Остальные марки ставят с интервалом через 1 м. С каждой стороны канала по две марки располагают за пределами ожидаемой зоны деформаций на расстоянии 2–4 м друг от друга.

Наблюдения за перемещениями поверхностных марок ведут одновременно с измерениями послойных деформаций под дном канала. Высотное положение марок определяют нивелированием, а горизонтальные расстояния – рулеткой. Замеры контролируют абрисом просадочных трещин. По результатам замеров для каждого отсека строят график зависимости положения границы деформированной зоны от глубины промачивания. Затем для выделенных горизонтов с учетом строения толщи строят эпюры вертикальных перемещений поверхности по створам на момент достижения фронтом увлажнения данного горизонта. На основе эпюр абсолютных перемещений строят их единичные эпюры, отнесенные к максимальному вертикальному переме-

щению дна канала. Аналогично строят эпюры горизонтальных перемещений. Полученные эпюры могут быть использованы для прогноза деформаций на различные сроки увлажнения массива на других участках региона, у которых строение просадочной толщи (или ее верхней части) аналогично площадкам опытных котлованов.

По эпюрам перемещений определяют характеристики просадочного блюдца в поперечном сечении каналов и под сооружениями; эти характеристики служат основой для последующего моделирования совместной работы сооружения и просадочного грунтового массива на кинематических моделях. Такая методика позволяет без дополнительных изысканий увеличить число анализируемых вариантов и рассмотреть работу сооружения на массивах с различной мощностью просадочных слоев, произвольным их расположением и любой степенью просадочности. Используют принцип независимости действия сил. Сначала рассматривают взаимные перемещения массива и сооружения при деформации массива только от его собственного веса, а затем определяют взаимные перемещения грунтового массива и сооружения от веса сооружения.

Кинематическая модель – это объемная или плоская геометрическая модель сооружения, способная деформироваться при заданных деформациях опор. Модели изготовляют из дерева, картона, бумаги или другого материала. Перемещения массива от собственного веса и веса сооружения определяют аналитически, перемещения и деформации сооружения оценивают непосредственно замерами на модели. Расчет деформаций массива от веса сооружения по обычным схемам расчета фундаментов в соответствии с характеристиками грунтов. Для массовых сооружений моделирование выполняют для типичных расчетных случаев и по результатам составляют таблицы нарушений конструкций в процессе просадочного уплотнения.

Необходимо учитывать, что изыскания не дают достаточно полных и точных данных о строении и просадочных характеристиках массива, наличии в нем слабопроницаемых прослоев, ослабленных участков, пустот и т.д., влияющих на формирование увлажненной области, динамику процесса уплотнения и очертания просадочного блюдца. Величина перемещений, их неравномерность, форма и положение просадочного блюдца относительно сооружения с определенной вероятностью изменяются в некоторых пределах, которые могут быть установлены для каждого конкретного случая. При оценке условий и характера проявления деформаций необходимо определить эти пре-

делы, исходя из полноты информации, по условиям работы сооружения выбрать наиболее неблагоприятные сочетания положения просадочного блюдца, очертания эпюр перемещений и их величин.

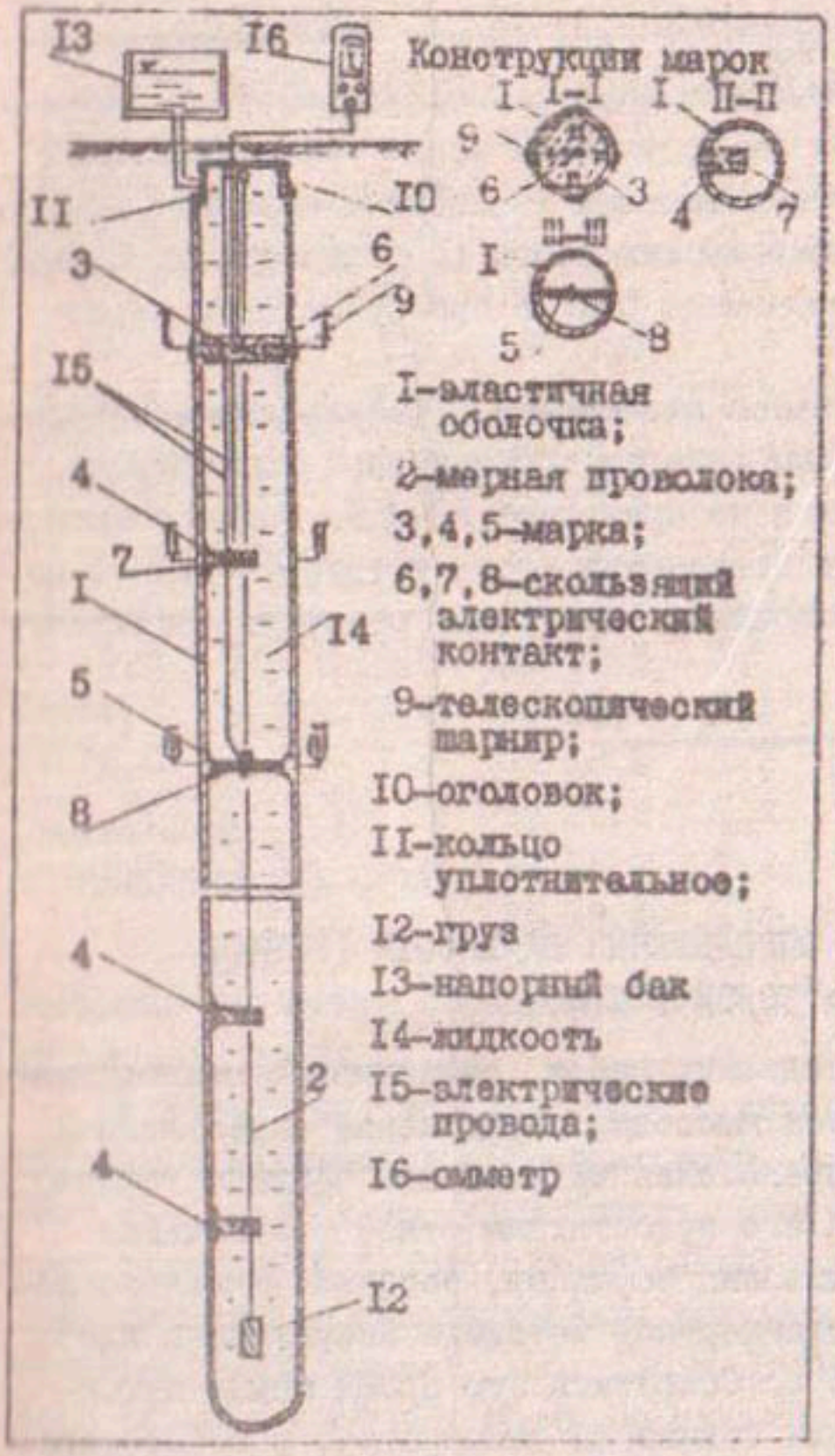
УДК 624.131.389

В.А.Докин, В.Г.Григорьев,
С.Н.Коробкин, С.Н.Павленко
(СтавНИИГиМ)

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ И ПОСЛЕПРОСАДОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ

Деформация при увлажнении лессового грунта в основаниях сооружений развивается по всей толще просадочного массива, а не только в зоне уплотнения под сооружением. В задачи полевых исследований при изучении работы сооружений на просадочных основаниях входит измерение послойных деформаций грунта практически по всей мощности просадочной толщи основания. Учитывая, что максимальную величину общей деформации грунта в массиве, ее значения по горизонтам и то, что характер развития различных видов деформаций точно можно определить только полевыми методами, разработана серия устройств для измерения послойных деформаций и влажности грунтов (авт.свид.№№ 600385, 688621, 756189, 885427, 912830). Эти устройства позволяют выполнять комплексные измерения перемещений грунта в вертикальной и горизонтальной плоскостях в любом направлении, измерять величину угловых перемещений и их направление для исследуемых областей массива грунта, а также проводить измерения в основаниях сооружений с компенсацией усилия бокового распора грунта, возникающего под действием дополнительной нагрузки от сооружения.

Описание устройства для измерения послойных деформаций грунта и конструкции приведено по авторскому свидетельству № 600385. Закрытая снизу эластичная оболочка устанавливается в массив грунта в специальную скважину диаметром 50–250 мм. Мерная проволока, выполненная из материала с высоким удельным электрическим сопротивлением, последовательно проходит через расположенные на марках скользящие электрические контакты, которые обеспечивают непрерывный контакт с проволокой при ее перемещении в процессе измерения деформаций. Телескопические шарниры обеспечивают фиксированное положение марки на уровне ис-



Устройство для измерения послойных деформаций грунта

следуемого горизонта и позволяют свободно расширяться эластичной оболочке до размеров скважины. Верх эластичной оболочки закрыт оголовком и герметизирован уплотнительным кольцом. Постоянное натяжение и перемещение мерной проволоки при вертикальном уплотнении грунта обеспечивает груз, подвешенный к нижнему ее концу. Избыточное гидростатическое давление жидкости внутри оболочки создает условия для плотного прижатия ее к стенкам скважины. Хороший контакт эластичной оболочки по стенкам скважины обеспечивает синхронность перемещения отдельных участков оболочки и соответствующих слоев массива грунта. Гибкие эластичные провода соединяют скользящие электрические контакты на каждой марке с регистрирующим устройством. В качестве вторичной аппаратуры можно применять универсальный измерительный прибор УПИП-60М или другой измерительный мост сопротивления. Пересчет измеренных величин сопротивления отрезков мерной проволоки между марками в линейные величины длин отрезков производят по графику тарировки устройств.

Устройства для измерения послойных деформаций грунта были применены при регистрации просадочных и послепросадочных деформаций лессовых пород при замачивании Октябрьского распределите-

ля III очереди Большого Ставропольского канала. Производственная проверка показала удовлетворительную работу устройств в сложных эксплуатационных условиях на протяжении всего срока испытаний (8–9 месяцев), возможность повышения точности измерений, достаточной для проектно-изыскательских работ (с точностью до 0,5мм) и работоспособность в автономном режиме при проведении периодических замеров.

Сопоставление результатов наблюдений с результатами измерений деформаций по глубинным реперам традиционной конструкции показывает, что расхождения не превышают 10–20%. Технико-экономическая эффективность от применения шести устройств длиной до 25 м в сравнении с традиционными глубинными реперами составляет 19,6 тыс.руб.

УДК 631.432

А.А. Дубинский
(ВолжНИИГиМ)

МЕТОДИКА УСКОРЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ГРУНТОВ СЫРТОВОЙ ТОЛЩИ

Большой объем изыскательских работ, связанный с мелиоративным строительством, требует массовых определений естественной влажности грунтов. Эти определения ведутся как правило термостатно-весовым методом. К его недостаткам относятся большие затраты времени для высушивания образцов, особенно тяжелого механического состава. По стандартной методике высушивание идет 6–8 ч при температуре 105°С. Сократить это время можно путем вакуумирования образцов или повышения температуры в термостате. Первый способ для полевых условий малоперспективен, применение второго – возможно, учитывая ступенчатый характер процесса обезвоживания грунта: свободная влага удаляется при 100°С, рыхлосвязанная – 104°, прочносвязанная – 110–115°, кристаллогидратная – 200°, конституционная – 400–800°.

Ускоренная методика определения влажности грунтов с сушкой их при 130° рекомендована "Руководством по лабораторным геотехническим исследованиям грунтов" (М, Союзводпроект, 1975). Определенную таким образом влажность принимают как ориентировочное значение искомой величины. Повышение температуры свыше 200° еще больше сократит время иссушения образцов, однако приведет и к

H, м	Влажность, %			H, м	Влажность, %			H, м	Влажность, %		
	I05°	I30°	230°		I05°	I30°	230°		I05°	I30°	230°
3	I5,0	+I,I	+2,I	I8	I6,9	+I,3	+2,I	36	I9,6	+I,4	+2,4
5	I5,9	+I,0	+I,9	20	I6,3	+I,2	+I,7	37	I8,3	+I,6	+2,5
6	I5,I	+I,I	+2,0	22	I6,7	+I,4	+2,I	38	I9,8	I,8	2,5
7	I6,2	+I,I	+I,8	23	I6,5	I,I	2,0	39	20,3	I,6	2,2
8	I5,5	I,2	I,8	24	I7,3	I,6	2,4	40	I8,4	I,6	2,3
9	I4,8	I,I	I,8	25	I6,8	I,3	2,2	4I	20,3	I,7	2,9
I0	I5,4	I,0	I,6	26	I5,9	I,4	2,I	42	2I,5	I,7	2,6
II	I3,2	I,I	I,7	27	I6,6	I,6	2,0	43	22,6	I,6	2,5
I2	I7,3	I,2	I,8	28	I7,6	I,2	2,0	44	20,8	I,3	2,4
I4	I8,0	I,2	2,0	29	I7,3	I,5	2,I	45	20,9	I,3	2,I
I5	I5,8	I,I	I,8	30	I7,8	I,5	2,5	46	2I,0т	I,8	2,7
I6	I4,4	I,I	I,6	3I	I8,4	I,6	2,4	47	22,9	I,6	2,4
I7	I5,6	I,2	2,0	32	I8,3	I,6	2,4	48	2I,2	I,8	2,6
Среднее по пачке		I,I	I,8	33	I8,4	I,4	2,2	Среднее по пачке		I,5	2,3
				34	I8,9	I,4	2,I	по толще			2,I
				35	I8,4	I,4	2,4				

большему искажению результата анализа за счет потери кристаллогидратной влаги.

Выдержанность механического и минералогического состава генетически однородных покровных толщ, в частности сыртовой толщи Заволжья, позволяет предположить устойчивое содержание в грунтах прочносвязанной и кристаллогидратной влаги. Для проверки этого предположения проанализированы результаты сушки при различных температурных режимах (I05; I30 и 230°) грунтов полного типичного разреза сыртовой толщи по скважине у г. Ершова. Грунты представлены гидрослюдистыми глинами с фракцией мельче 0,00I мм в верхних I7 м разреза (верхняя пачка) – 40–45%, а глубже (нижняя пачка) – 45–50%. Засоленность грунтов по всему разрезу 0,2–0,3% и менее. Результаты опыта приведены в табл., из которой видно, что содержание свободной и рыхлосвязанной влаги в сыртовых глинах, типичное для рассматриваемого района, до I7 м изменяется в пределах I3–I8%, а с глубины I8 м увеличивается. Сушка при I05° продолжалась 6–9 ч. Количество прочносвязанной влаги по всему разрезу толщи изменяется в пределах I,0–I,8%. В верхней пачке значения параметра колеблются от I,0 до I,2%,

а в нижней - от I,I до I,8%. Время сушки при I30° сократилось до 4-5 ч. Содержание кристаллогидратной влаги изменяется всего от 0,6 до I,I%, а сумма прочносвязанной и кристаллогидратной влаги - от I,6 до 2,6% (I,6-2,0% в верхней пачке и 2,0-2,6% в нижней). Время сушки при 230° всего I,5-2 ч. Таким образом, определение естественной влажности незасоленных негумусированных сыртовых глин термостатно-весовым методом можно проводить при 230°. Систематическая ошибка определений в целом для сыртовой толщи при этом равна +2,I% (случайная +0,5%). В верхней пачке она равна +I,8% (± 0,2%), а в нижней +2,3% (± 0,3%). Такая методика ускоряет анализ в 3-5 раз.

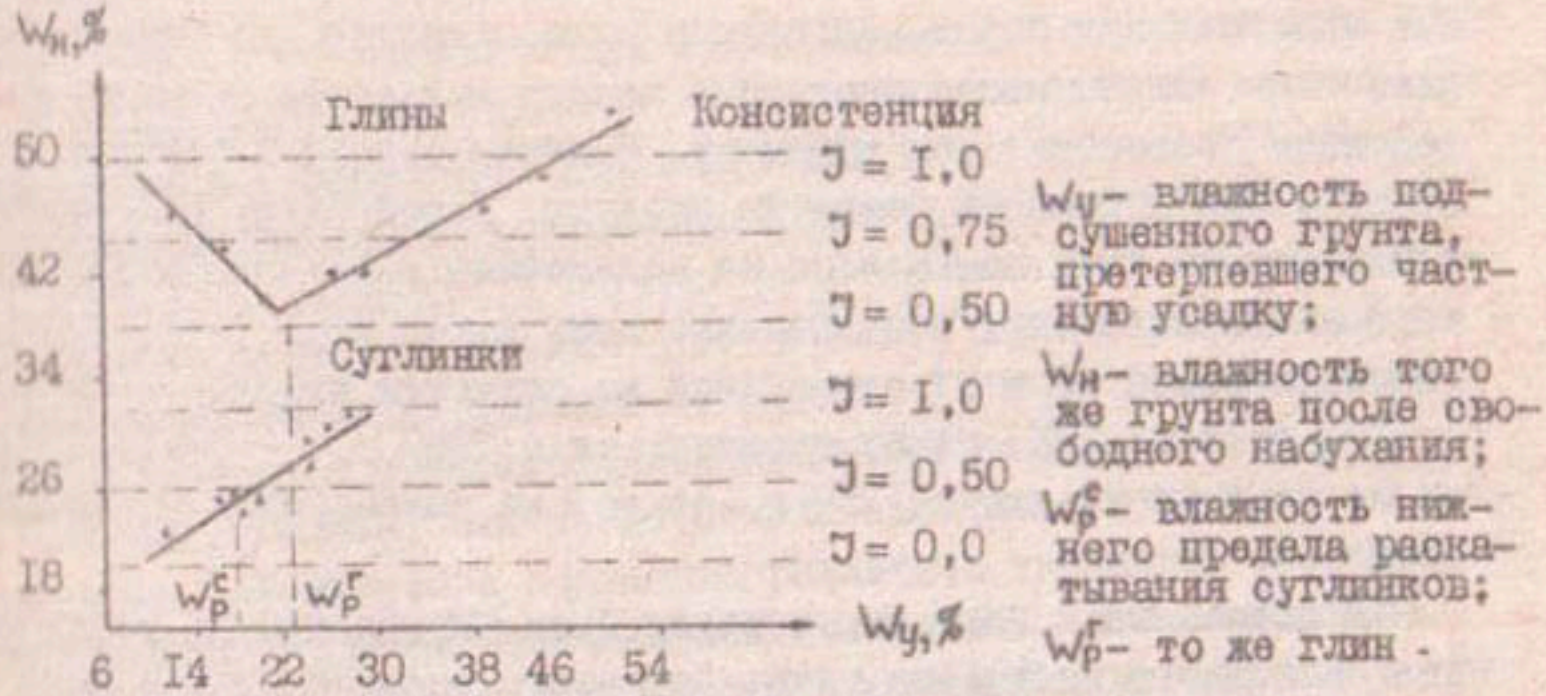
УДК 624.I3I.I:626.8

В.Т. Дудукалов
(Нижгипроводхоз)

О ДОЛГОСРОЧНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОМ УВЛАЖНЕНИИ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Один из основных природных факторов, определяющих видоизменение горных пород в зоне выветривания, - периодическое увлажнение и высушивание - остается неучтенным в проектах, хотя основное воздействие сельскохозяйственной мелиорации, особенно в аридной зоне, заключается в периодическом промачивании грунтов и последующем подсыхании. Фактор периодического увлажнения, являясь неотъемлемой частью условий эксплуатации любой оросительной системы, медленно преобразовывает свойства пород. Эти изменения, имея необратимый характер, накапливаются во времени и нередко определяют переход грунтов в другие классификационные разности. Так, периодический подпор грунтовых вод, содержащих железистые и кремнистые соединения, ирригационными аэрированными водами способен снизить активную пористость песков, цементируя и превращая их в полускальные породы.

Глинистые грунты под действием периодического увлажнения могут набухать, а при потере влаги нередко происходит их самоуплотнение. Циклическое увлажнение хазарских и шоколадных хвалынских глин, развитых в Нижнем Поволжье, при одних и тех же значениях влажностей в различных циклах усадка-набухание вызывает нарастающие снижения плотности. При последующем насыщении грунта водой изменяется его консистенция с потерей прочности.



Зависимости влажности свободного набухания от интенсивности подсушивания скифских глин и элювиально-делювиальных суглинков:

При неоднородных геолого-литологических разрезах нередко фиксируются оползневые нарушения откосов в выемках из-за различного отношения лито-генетических разностей к периодическому интенсивному увлажнению. Так, на пикетах 290-291 Донского Магистрального канала четвертичные элювиально-делювиальные суглинки подстилаются скифскими неогеновыми глинами. Число пластичности этих суглинков в среднем 0,I2, а глин - 0,23; объемный вес соответственно I,67-2,05 гс/см^3 и I,89-2,05 гс/см^3. При подсушивании и те и другие грунты подвержены усадке.

Высушивание глин с нарушенным и ненарушенным сложениями показывает, что их структурная прочность не влияет на уплотнение. Это, вероятно, связано с тем, что на стадиях раннего эпигенеза глины неоднократно подвергались высушиванию и усадке.

Зона контакта суглинков и глин периодически оказывается под водой, а отношение этих литологических разностей к увлажнению различно. Влажность набухания ($W_н$) суглинков зависит от их исходного состояния. Чем интенсивнее предварительное высушивание (усадка), тем ниже $W_н$. Аналогичная зависимость сохраняется у глин только до влажности W_p ; дальнейшее снижение влажности при усадке вызывает резкое повышение $W_н$.

У суглинков, подсушенных до 10-14%, консистенция после набухания полутвердая, а глин — текучепластичная. Таким образом, при подсушивании пород, слагающих откосы канала, до влажностей ниже Wp, глины после набухания всегда находятся в менее устойчивом состоянии, чем суглинки. Наличие подобных грунтов в откосах ДМК привело к развитию оползня. Мероприятия по борьбе с ним должны быть направлены на исключение возможности свободного набухания глин, что возможно лишь путем пригрузки. Традиционный способ борьбы, основанный на снижении активного давления на откосах ДМК, начал проводиться с 1957 г.. Эффективности он не имел, хотя уже к 1958 г. откос был спланирован с заложением 1:4.

В последние 2 года мероприятия были направлены на исключение свободного набухания глин. Для этого определялись усилия, развивающиеся при набухании, что позволило установить пригрузку, исключающую или существенно снижающую набухание скифских глин.

УДК 624.138:624.131.23:626.82

Ю.Г.Еременко, М.В.Волохов
(ЮжНИИГиМ)

ЗАМАЧИВАНИЕ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ ДЛЯ ИХ УПЛОТНЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗАКРЫТОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ

Результаты исследований, проведенных ЮжНИИГиМ в 1975-1980 гг., показали, что ограничение инструкцией ВСН-2-23-75 (М, Минводхоз СССР, 1975) глубины замачивания при строительстве закрытой оросительной сети до 5 м не согласуется с установленными закономерностями проявления просадочных деформаций. Верхняя часть толщи до глубины 3-4 м при замачивании не уплотняется или слабо уплотняется. В процессе эксплуатации трубопроводов закрытой оросительной сети глубины промачивания просадочных грунтов поливными и аварийно сбрасываемыми водами достигают 15 м, охватывая наиболее активную по просадочным свойствам зону. Поэтому до 5 м такие грунты являются неустойчивыми и не обеспечивают безаварийную работу закрытой оросительной сети. Опыт эксплуатации такой сети свидетельствует, что затраты на ее ремонтно-восстановительные работы в некоторых случаях сопоставимы с затратами на строительство. Для предотвра-

ления разрушений закрытой оросительной сети от просадочных деформаций при ее эксплуатации необходимая при строительстве глубина замачивания просадочных грунтов должна быть не меньше промачивания их аварийно-сбросами и поливными водами (I5 м).

Экспериментально установлена пропорциональная зависимость ускорения замачивания и обратно пропорциональная его продолжительность от ширины линейно протяженного водоисточника. Замачивание просадочных грунтов до глубины I5 м из источников шириной 3; 6 и I4 м осуществляют соответственно в 4,6; 5,4 и I0,4 раза быстрее, чем из источника замачивания шириной 0,3 м. Технико-экономическое сравнение различных вариантов уплотнения просадочных грунтов замачиванием показывает, что наименьшие затраты при использовании линейно протяженных источников с шириной водного зеркала от 3 до 5–6 м.

По результатам исследований разработаны и проверены в производственных условиях на Надтеречной плоскости два рациональных способа уплотнения просадочных грунтов при строительстве закрытой оросительной сети: из системы параллельных, рядом расположенных небольших каналов и линейной каскадной системы чеков, сооружаемых по трассам проектируемых трубопроводов. Первый способ применим в условиях слабонаклонного рельефа с постоянными положительными уклонами по трассам проектируемых трубопроводов, позволяющими подавать воду на замачивание самотечным способом. Каналы нарезают плужным каналокопателем. Выполняется не менее 3 каналов. Они врезаются в грунт ненарушенной структуры на глубину 0,6 м, имеют ширину по дну каждый 0,6 м, по верху 2 м. Общая ширина водной поверхности 6 м. Наполняют каналы и удерживают воду в них слоем до 0,6 м с помощью подпорных устройств: металлических щитов или водосливных перемычек.

Для условий рельефа, осложненного уклонами переменных знаков, разработан способ предварительного замачивания просадочных грунтов из линейной каскадной системы чеков, устраиваемых по трассам проектируемых трубопроводов закрытой оросительной сети. Чеки, отделенные друг от друга небольшими перемычками, выполняют шириной 3,5–4 м, глубиной 0,6 м. Длина чеков может быть различной и определяется с учетом уклона поверхности из условия их наполнения слоем воды не менее 0,2 м. Длинные боковые откосы чеков устраивают вертикальными, нижний и верхний поперечные откосы – с уклонами, допускающими выезд строительных машин. Вику-

тый грунт укладывают в кавальеры вдоль чеков с нижней по склону стороны на расстоянии I0–I5 м от бровки. Вода подается из магистрального канала временной насосной станцией. Трубопровод из труб РГ оборудуется задвижками, позволяющими регулировать расход воды. В грунтовых перемычках между чеками устанавливают трубные водовыпуски диаметром I00–I50 мм.

Замачивание прекращают при достижении весовой влажности 25% на глубине I5 м. Время замачивания просадочных грунтов различного состава изменяется от 30 до 60 суток. Для контроля замачивания строят радиометрические скважины глубиной 20 м, в которых проводят ежедневные наблюдения за влажностью с помощью нейтронного индикатора влажности НИВ-2.

Значительное сокращение объемов ремонтно-восстановительных работ закрытой оросительной сети при применении разработанных способов уплотнения замачиванием просадочных грунтов и быстрый ввод в эксплуатацию орошаемых участков на проектную мощность обеспечивают ежегодный экономический эффект до 60 руб/га.

УДК 624.I3I.7(470.63)

Э.В.Запорожченко
(Севкавгипроводхоз)

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТАВРОПОЛЬЕ ДЛЯ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Около I00 км I-й очереди Большого Ставропольского канала (БСК) проходят по районам, где широко распространены делювиальные отложения, генетически связанные с глинами майкопской свиты олигоцена, от которых делювий, также представленный в основном глинами, унаследовал повышенное набухание ($б_н$ = 9,3 – – I6,3%; $P_н$ = 0,22–I,I2 · $I0^5$ Па) и некоторые другие отрицательные в инженерно-геологическом отношении характеристики. Магистральный канал на этих участках по условиям командования проходит в насыпях высотой от 2,5 до 24,5 м. Другого материала для профильных сооружений в регионе нет.

Специалисты Севкавгипроводхоза на основе проведенных в 60-х годах лабораторных и натурных исследований пошли на ответственное решение – строить канал преимущественно в оптимальной посадке с использованием вынимаемого грунта в насыпи, осуществлять все переходы в насыпных сооружениях (по косогорам в одно-

скутых дамбах), проводить канал без потери командования в глубокутых дамбах и во всех этих случаях (а также для устройства противофильтрационных облицовок) в качестве материала для насыпей и дамб применять четвертичные набухающие глины из непосредственно примыкающих к трассе канала карьеров и строительных выемок. Двадцатилетняя практика строительства и эксплуатации подтвердила возможность применения указанных глин в гидротехнических насыпях по разработанной совместно со строителями технологии.

Магистральный канал БСК последующих очередей вступает уже в пределы собственно Ставропольской возвышенности. О степени расчлененности здесь дневной поверхности свидетельствует характер гидротехнических сооружений: 4 тоннеля, дюкера, глубокие выемки, высокие насыпи. Канал следует по территории, сложенной плотными и прочными породами коренной основы, не прикрытыми рыхлым четвертичным покровом или имеющими покров незначительной мощности.

Перед изыскателями, проектировщиками и строителями в 80-х годах вновь встала проблема применения в крупных гидротехнических сооружениях необычного материала, принципы и технологию укладки которого требовалось вновь в короткий период времени до-

казать, отстоять и внедрить на практике. Это – среднесарматские отложения, представленные сложно переслаивающейся толщей песков и различной прочности песчаников. Пески в основном мелкозернистые, кварцполевошпатовые, неоднородные, пылеватые (P_4 = 5–10%, $\gamma_{ск}$ = 1,4–1,6 тс/м^3).

Распространение песчаников в толще песка неравномерное как по мощности, так и по простиранию и составляет (по объему) примерно 20%. Мощность прослоев и линз преимущественно от 0,3 до 0,5 м. Песчаники карбонатные, средняя плотность 2,4 тс/м^3, преобладают значения $б_{ск}$ от 20 до 30 МПа.

Качественного супесчаного материала для возведения насыпей практически нет; возможные карьеры пришлось бы разместить на пахотных землях в 5–7 км от объектов. С другой стороны, при оптимальной посадке канала, из его выемок должен быть извлечен большой объем песка в смеси с песчаником, который необходимо где-то складировать.

Использование материала из выемок (смесь песка и дробленого песчаника) для сооружения качественных насыпей и дамб ка-

нала позволит резко снизить строительную стоимость, сохранить для сельскохозяйственного производства пахотные земли.

Обычно песчаные породы (без крупных каменных включений) укладывают в насыпи намывным способом. На строящейся системе БСК отсутствовали условия получения необходимого количества воды для намыва песков. Практически нереально было и отделение скальных включений и пропластов от песка. Требовалось найти пути укладки песков и дробленных взрывами песчаников "сухим" методом. Пятью крупномасштабными экспериментами по укладке смеси песка и песчаника и уплотнения вибрационными катками массой 8 и 12 т была доказана реальность устройства гидротехнических насыпей из смеси сарматского песка и песчаника "сухим" методом, разработаны технологические параметры строительства и контроля, решены все остальные вопросы. Это позволило в 1978 г. соорудить насыпи на 8-километровом отрезке канала с экономическим эффектом 892 тыс.руб., а затем на III и IУ очередях с общим объемом внедрения около 9 млн.м^3.

По разработанной и осуществленной технологии песчано-каменная смесь ныне применяется для отсыпки всего профиля насыпей БСК, а не только для низовых, пригрузочных частей, как это рекомендует СНиП II-53-73. Таким образом, практикой строительства доказаны возможность, целесообразность и экономический эффект применения нетрадиционных материалов - набухающих глин и смеси "песок-песчаник" в гидротехнических насыпях, т.е. решена одна из важнейших инженерно-геологических проблем крупного ирригационного строительства в Центральном Предкавказье.

УДК 624.131.1:627.8

Н.И. Кац
(Азгипроводхоз)

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ОПТИМИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ И ОПЫТНЫХ РАБОТ ДЛЯ МЕЛИОРАТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В Азербайджане для целей мелиорации в сложных геологических условиях возводят плотины, имеющие в основном составной профиль, в котором малопроницаемые связные грунты использованы в качестве противофильтрационного элемента (ядро или экран), а крупнообломочные смеси, главным образом аллювиальные гравийно-галечники с песчаным заполнителем, применяют в качестве обратных

фильтров и упорных призм. Весьма актуальна проблема совершенствования методики полевых, лабораторных и опытных работ, связанных с изучением глин и выбором их оптимальных параметров для укладки в тело плотины. Это обусловлено ограниченным распространением на описываемой территории суглинков – наилучшего материала для экранов и ядер плотин.

При использовании в качестве строительного материала глин одним из ключевых вопросов является выбор расчетных показателей оптимальной влажности – плотности грунтов нарушенной структуры. Получаемые в лабораторных условиях по методике стандартного уплотнения величины плотности отличаются высокими значениями – порядка I,72–I,76 гс/см^3. Такие плотности гарантируют устойчивость сооружений, но практически для глинистых грунтов не могут быть достигнуты ни в процессе опытных работ, ни при строительстве. Как правило, при таком положении апробация грунта в опытных насыпях усложняется и является продолжительной. В результате анализа существующего фактического материала были выполнены определенные проработки и предлагаются следующие пути оптимизации лабораторных работ. Метод стандартного уплотнения следует ограничить до минимального числа определений, подлежащих статистической обработке – 7 образцов. Полученные при этом расчетные значения оптимальной влажности–плотности будут служить теоретическим критерием, а средние частные значения заданных влажностей рекомендуется назначать при производстве опытных работ. После стандартного уплотнения производят компрессионные испытания и определяют возможную осадку при различных ступенях нагрузок и начало ее стабилизации. В случае высоких значений оптимальной плотности и малой осадки рекомендуемые для опытных работ величины этого показателя должны быть снижены применительно к уплотняющим механизмам с учетом допустимых осадок.

Особо следует отметить, что для глинистых грунтов необходимо предварительно определить степень набухания. В случае набухающих высокодисперсных грунтов оптимальную влажность следует назначить $W_{опт} = W_p + 0{,}02$, предусматривая переменный режим плотности по высоте плотины. Это связано с недопустимостью переуплотненности набухающего грунта, что приводит к увеличению деформаций набухания, а в верхней зоне при переменном водном режиме к развитию трещин.

Испытания грунтов на сдвиг и массовые компрессионные испытания целесообразно проводить после опытных работ, причем для тяжелых высокодисперсных набухающих глин следует производить медленный сдвиг под нормальной нагрузкой, равной заданной при предварительном уплотнении. Только такие условия опыта дают истинные углы внутреннего трения.

Изложенное позволяет оптимизировать объем инженерно-геологических исследований и опытных работ.

УДК 624.131.4

А.А.Кириллов, Ю.А.Кириллов
(ВНИИГиМ)

О МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ ВЛАГОПЕРЕНОСА В ТОЛЩАХ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ

Для получения исходных данных, позволяющих выполнять инженерные расчеты уплотняемости лессовой толщи под различными элементами оросительной сети, рекомендуется замачивание опытных котлованов и каналов с наблюдениями за продвижением фронта увлажнения и максимально водонасыщенной области. Эта методика может быть упрощена, если одновременно с изучением процессов передвижения влаги в лессовой толще изучать испарение воды с поверхности земли.

В зоне гравитационного движения влаги лесс интенсивно уплотняется, водопроницаемость его снижается, вследствие чего в 8-12 раз уменьшается общее количество воды, поступающей в грунт из источника увлажнения. Просадочную толщу вокруг канала (котлована) рассекают просадочные трещины. В зоне капиллярного и пленочного движения воды связность грунта теряется в меньшей степени, уплотнение здесь в 6-12 раз меньше.

В процессе инфильтрации вода расходуется не только на формирование увлажненного контура, но и на испарение с поверхности земли, внутрипочвенное испарение, увеличение водных оболочек на частицах за пределами увлажненного контура и др., причем 90-95% воды теряется на инфильтрацию.

Под крупными гидротехническими сооружениями со значительной шириной зеркала воды расход на испарение в начале процесса увлажнения составляет лишь несколько процентов от приходной части. Но в конце этого процесса, при завершении просадок, сни-

нение водопроницаемости лесса и обусловленного этим значительного уменьшения объема поступающей в грунт воды обе статьи водного баланса становятся соизмеримыми, хотя для рассматриваемых сооружений инфильтрация все же всегда превосходит испарение. Благодаря этому под крупными каналами и котлованами зона гравитационного движения воды (максимально возможного водонасыщения) занимает большую часть увлажненного контура, скорости продвижения фронта увлажнения и максимально водонасыщенной области более или менее одинаковы и наибольшие для данных условий, с чем и связано максимально возможное проявление просадочных и послепросадочных деформаций.

Под небольшими гидротехническими сооружениями с маленькой шириной зеркала воды соотношение другое. Здесь превалирует зона капиллярной и связной влаги, перемещающейся в стороны, благодаря чему скорости продвижения фронта увлажнения, особенно зоны максимального водонасыщения, значительно меньше. Иное здесь и соотношение между инфильтрацией и испарением; в начале преобладает инфильтрация, затем они почти уравниваются и развитие зоны максимально возможного водонасыщения практически прекращается. Поскольку уплотняемость лессов при неполном водонасыщении в 6–12 раз меньше, чем при максимальном, в таких условиях формируется своеобразная двухслойная среда, у которой водопроницаемость верхнего слоя в несколько раз меньше, чем нижнего. Это обуславливает неоднородность распределения влажности под объектами и значительно меньшее проявление деформаций.

Водобалансовые расчеты показали, что мощность зоны максимально возможного водонасыщения и повышенной уплотняемости лессов у круглых и квадратных котлованов более чем в два, а у каналов более чем в четыре раза превышает ширину зеркала воды. Одинаковые условия для влагопереноса создаются, когда у котлованов ширина по урезу воды примерно в два раза больше, чем в каналах. Соответственно проявляются и деформации лессов.

На основании высказанных выше теоретических положений для получения исходных данных о влагопереносе под различными элементами оросительной сети может быть рекомендована следующая методика. На участке, где изучаются особенности инфильтрации воды в лессовой толще, создаются два котлована и два испарительных бассейна. Первый котлован – круглый или квадратный с шириной по урезу воды 0,7–0,8 мощности просадочной толщи, а

второй с размерами в два раза меньшими. Глубина котлованов I,0м, наполнение их водой 0,5–0,6 м. Каждый котлован оборудован релиметрическими скважинами для наблюдения за передвижением воды в лессовой толще, водомерными рейками для определения слоя сработки воды, поверхностными и глубинными марками для выявления величин проявленных деформаций. Здесь проводят обычные наблюдения за инфильтрацией воды.

Для создания испарительных бассейнов отрывают два круглых котлована глубиной I,5 м. Ширина по дну первого I,5 м, второго – 2,0 м; заложение откосов соответственно I:I и I:2. Оба котлована выстилают пленкой, не имеющей швов или каких-либо других нарушений сплошности, и заполняют грунтом с объемной массой скелета I,4–I,45 г/см^3; в центре отрывают котлован диаметром по дну I,0 глубиной 0,5 м с одиночными откосами. Котлован оборудуют металлической рейкой с миллиметровыми делениями или другим масштабом. После залива в котлован на глубину 30–35 см воды наблюдают за испарением. Размеры первого котлована позволяют получить максимальные величины этого показателя, а размеры второго – средние, расчетные для данных условий. Малый котлован, где изучается инфильтрация воды, позволит в процессе исследований уточнить расчетные значения испарения. По этим данным с помощью водобалансовых расчетов строят контуры увлажнения и устанавливают необходимую глубину переработки лессовой толщи.

УДК 624.I3I.54

А.В. Колманов
(ВНИИГиМ)

НОВАЯ МЕТОДИКА И НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ШТАМПОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ЛЕССОВЫХ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ

Штамповые испытания лессовых просадочных грунтов проводят в ходе изысканий под все виды строительства, включая гидромелиоративное, для определения начального просадочного давления ($P_{нач}$) и начальной просадочной влажности ($W_{нач}$). Оба показателя находят по кривой осадки штампа при испытаниях грунта с различной влажностью. Однако даже в условиях относительно равномерного распределения влажности под опытным котлованом просадочный грунт на различной глубине от плоскости загружения находится на разных стадиях уплотнения, и характер результирующей

кривой не может служить объективным показателем для выделения указанных критериев. Кроме того, величина активной зоны зависит не только от площади опытного штампа, но и передаваемой на основание нагрузки, из-за чего испытаниями не удается определить и такой важный показатель, как относительное уплотнение при начальной влажности ($\delta_н$).

Из вышеизложенного видно, что наиболее перспективный путь совершенствования штамповых испытаний - переход к изучению послойных деформаций грунта в активной зоне, измерению их величин на различных стадиях увлажнения и загружения основания. Поскольку известные способы решения поставленной задачи не могут быть применены в структурно-неустойчивых грунтах, во НИИПГиМ разработана новая методика штамповых испытаний, позволяющая изучать динамику послойного уплотнения грунта под штампом или сооружением. В основе методики лежит устройство для измерения послойной деформации грунта (авт. свид. № 414479). В случае необходимости (например, при малой величине выделяемых слоев) точность определения послойных деформаций может быть повышена за счет применения высокочувствительных индикаторов и прогибомеров.

Методика проведения испытаний сводится к оборудованию измерительной скважины, установке штампа и замачиванию грунта до необходимой влажности, контролируемой либо при помощи влагомера, либо отбором проб через трубы, заглубленные в дно источника увлажнения. В зависимости от решаемых задач загружение штампа можно производить как перед началом замачивания грунта, так и после его увлажнения. Периодичность проведения замеров также определяется задачами исследований и должна позволять строить кривые уплотнения грунта на каждой ступени загружения штампа или увлажнения основания. Для определения деформаций от собственного веса грунта и от дополнительной нагрузки необходимо установить аналогичное устройство вблизи штампа и провести параллельные замеры. Выполненные по изложенной методике штамповые испытания позволили установить следующие особенности формирования активной зоны и развития послойных деформаций:

- в лессовых грунтах при нагрузках, соизмеримых с величиной начального просадочного давления ($P_{нач}$ = 0,015 МПа), зона просадок практически отсутствует или имеет крайне ограниченное развитие;

- основное развитие зоны просадок по глубине происходит

при нагрузках до 0,1 МПа;

– дальнейший рост нагрузок на грунт вследствие формирования уплотненного ядра под штампом существенно не увеличивает зону просадок по глубине;

– кривые послойного уплотнения грунта под штампом близки к кривым компрессионного сжатия грунта в лабораторных условиях, что свидетельствует о его незначительном боковом расширении;

– анализ кривых послойного уплотнения показывает, что в пределах активной зоны по глубине при изменении нагрузки или степени водонасыщения грунта происходит последовательная смена фаз его напряженно-деформированного состояния. Особенно четко выделяется переход грунта из состояния нормального уплотнения (осадки) в фазу упруго-пластического течения (просадки); условия этого перехода и величина $б_н$ определяются соотношением структурной прочности грунта при заданной влажности, действующим напряжением и плотностью сложения породы.

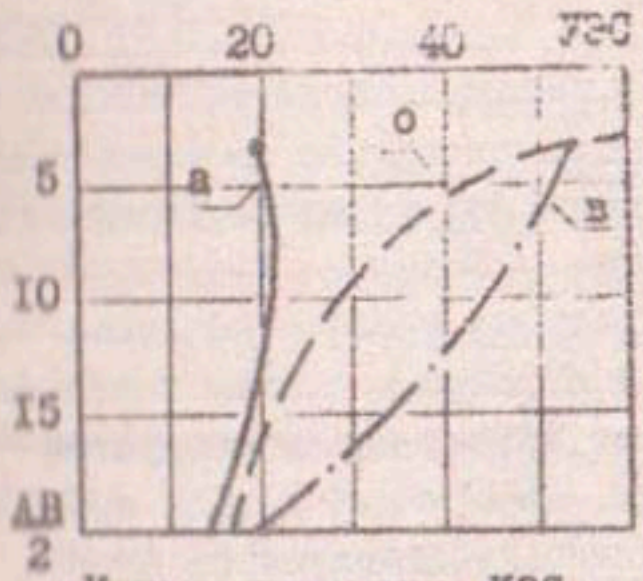
Таким образом, анализ результатов штамповых испытаний по новой методике свидетельствует о существенном расширении объема получаемой информации и целесообразности ее внедрения в практику.

УДК 624.131.1:631.587

О.К.Ксанлов, Г.Р.Гольдин
(ВНИИГиМ)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОСАДОЧНЫХ И СУФФОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКЕ ОРОШАЕМЫХ ПОЛЕЙ

Известно, что на сильнопросадочных грунтах, при их сельскохозяйственном освоении, величина просадок за вегетационный период составляет в среднем 20–30 см, доходя на отдельных участках до 80–100 см, а суммарная величина просадок может достигать 150–180 см. В таких условиях важно выявление участков с максимальными деформативными возможностями для последующего проведения на них профилактических мероприятий. Нормы на изыскательские работы для строительства предполагают проходку 2–5 шурфов на 1 км^2 площади орошаемого поля. Однако в силу противоречия между значительным размером площадей орошаемых полей и точечным характером информации, получаемой традиционными способами изысканий, их необходимо дополнить методами, способными



Кривые изменения УЭС

давать информацию о всей площади как в плане, так и по глубине. К числу наиболее перспективных можно отнести методы наземной электроразведки.

В 1981 г. в Вахшской долине на осваиваемых землях Таирабадского массива была проведена опытная электроразведка для выявления участков с наибольшей вероятностью возникновения повышенных деформаций. Наибольшая часть земель расположена в предгорной части и характеризуется достаточно сложным увалисто-холмистым рельефом. Склоны неустойчивы и имеют крутизну до 30^0. Часто наблюдаются суффозионные воронки, провалы, трещины, ходы землероев и т.п. Это позволило предположить, что орошение данных площадей будет связано с возникновением неравномерных просадок, прорывов воды и другими нежелательными явлениями. В качестве объекта исследований был выбран орошаемый участок размером 100х80 м, расположенный на склоне крутизной $5–6^0$. Электроразведочные исследования заключались в проведении электропрофилирования на 4 разносах питающей линии АВ/2 = 2,5; 5; 10; 20 м. Расстояние между профилями составило 10 м, шаг профилирования – 10 м, в каждой точке проводили 4 замера. На рисунке представлены кривые изменения удельных электрических сопротивлений (УЭС) в зависимости от размера токовой линии. Сопротивление с глубиной падает, что говорит о некотором увеличении влажности грунта. При этом величина УЭС поверхностного слоя (АВ/2 = 2,5) и темп падения сопротивления с глубиной на различных участках опытного поля различны. С точки зрения поставленных задач наиболее интересны высокоомные зоны, полученные в различных точках как в плане, так и по глубине. Кривая типа (б) характеризует поверхностную пораженность грунтовой толщи, т.к. аномально высокое значение УЭС (свыше 40-50 Ом.м) получено при измерении линией разносом АВ/2 = 2,5 м. Соответственно кривая типа (в) характеризует более глубокую нарушенность толщи. Высокоомные зоны интерпретировались пораженностью толщи на основании сравнения влажности грунта на

аномальных участках с влажностью грунта на участках поля, не выделенных электрометрией - (УЭС менее 40 Ом.м, кривая а). Такое сравнение не показало какой-либо зависимости УЭС от влажности, величина которой в пределах поверхностного трехметрового слоя составляет 5-6%. Таким образом, аномально высокие значения УЭС однозначно обусловлены повышенной пористостью или каким-либо структурным нарушением толщи.

Полив осуществляли по бороздам. Воду на участок подавали гибким транспортирующим шлангом, а в борозды - гибким поливным полиэтиленовым шлангом, имеющим через каждые 60 см отверстия для пропуска расчетного расхода воды. Деформации в виде провалов и прорывов на орошаемом поле обычно наблюдались на второй день полива в точках, выделенных электроразведкой и отмеченных высокими значениями УЭС. Наиболее интенсивно отмеченные явления происходили в аномальных точках с глубиной пораженностью толщи - кривая (в).

Съемка нивелированием по квадратам 10x10 м до начала освоения и после проведения вегетационных поливов полностью подтвердила правомочность метода наземной электроразведки. Полученные результаты показывают, что электроразведка в модификации электропрофилирования и микроВЭЗ является перспективным методом поиска ослабленных участков на орошаемом поле с целью последующего проведения профилактики на этих участках.

УДК 556.3.46:624.131:551.435.8

А.В.Дущик (ИМР Мингео УССР)
В.И.Морозов, А.А.Коджаспиров
(Крымгеология)

О ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ ПЛАТФОРМЕННОГО КАРСТА

В течение последних 12 лет в пределах Равнинно-Крымской карстовой области проводятся специализированные комплексные гидрогеологические и инженерно-геологические съемки для целей мелиорации масштаба 1:50000. На этой территории интенсивно развивается орошаемое земледелие за счет Северо-Крымского канала и подземных вод. На орошаемых массивах происходит интенсивная инфильтрация, которая на отдельных участках с мощностью покровных отложений до 1,5-3 м превышает 50 мм/год, т.е. почти в

10 раз выше естественной, и вызывает изменение гидрогеологических условий первых от поверхности водоносных горизонтов (повышение уровней и минерализации воды, образование новых водоносных слоев и др.) и инженерно-геологической обстановки (образование суффозионных и карстовых провалов и др.). Освоение территорий, сложенных закарстованными породами, требует учета всех тех особенностей и закономерностей развития карста, которые на них проявляются в естественных условиях и будут проявляться при изменении природной обстановки под влиянием орошения.

Поэтому при проведении комплексных гидрогеологических и инженерно-геологических съемок в районах развития карста должны выполняться следующие виды исследований: изучение условий развития и картирование всех поверхностных карстопроявлений; выявление, анализ и изучение развития главных факторов, влияющих на развитие карстовых процессов; проведение карстологического описания керна пробуренных скважин; выявление участков поглощения воды в сети действующих каналов, деформаций их одежды, новейших проявлений карстообразования и интенсивности развития этого процесса; изучение гидрохимических особенностей инфильтрующихся поверхностных и подземных вод, их изменений во времени; изучение изменений в разрезе, по площади и во времени фильтрационных свойств водовмещающих пород и пород зоны аэрации; анализ неотектонических движений, выделение ослабленных зон, где возможно развитие и активизация техногенного карста.

Как показал опыт работ, закарстованные зоны, районы возможной активизации техногенного карста можно выделить только путем комплексирования различных видов и методов исследований. Наиболее эффективными являются геофизические, гидрохимические, карстологические, морфо-структурные методы. Применение их и проведение перечисленных видов исследований позволило выявить в пределах Равнинно-Крымской карстовой области участки и районы с различными условиями возможной активизации техногенного карста. Наиболее интенсивному развитию карстовых процессов под воздействием деятельности человека подвержены долины балок, участки с развитием покровных суглинков мощностью до 1,5 м. Анализ условий развития техногенного карста показал, что его проявления возможны примерно на 40% площади Равнинно-Крымской карстовой области.

УДК 627.83:627.157

М.С. Лапидовская
(ВНИИГиМ)

ПРОГНОЗ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕМЛЯНЫХ РУСЕЛ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ

Массовость строительства мелиоративных систем требует охвата больших площадей геологическими изысканиями, на базе которых должно вестись инженерно-геологическое прогнозирование по взаимососуществованию и взаимодействию природной среды и природных процессов с инженерным сооружением и процессами, связанными с его работой. Для облегчения задачи предлагается использовать аналитические методы прогноза.

При оценке устойчивости русла канала следует учитывать перераспределение природных напряжений при сооружении канала за счет выемки грунта. Так как откосы находятся на сравнительно небольшом расстоянии друг от друга, взаимное влияние приводит к выдавливанию нижней части откосов в русле. Положение еще больше ухудшается под действием фильтрационного потока.

Во ВНИИГиМ разработана методика определения зон выпора грунта, исходя из анализа напряженного состояния приканального массива, под действием основных факторов, его определяющего - прочностных характеристик (угла внутреннего трения φ и сцепления С), собственного веса грунта, разгрузки со стороны русла, гидродинамического воздействия потока. Предлагаемый метод позволяет прогнозировать поведение грунта в приканальном массиве при прокладке открытого русла, т.е. в момент снятия нагрузки, а также в процессе эксплуатации каналов при изменении прочностных характеристик под влиянием фильтрации.

Прочностные характеристики грунта			
φ, град		С, кПа	
сухой	влажный	сухой	влажный
29	27	72	I8
3I	29	87	35
30	I5	90	30
29	I7	63	I9
30	I6	60	II
29	I8	59	32
45	37	50	30
25	I2	93	40

Для сложных геологических условий и на ответственных участках мелиоративных каналов рекомендуется полное определение опасных зон с использованием специальных программ расчетов на ЭВМ. В остальных случаях для облегчения процесса проектирования целесообразно применение программы, предложенной автором ("Рекомендации по расчету статической устойчивости откосов земляных каналов и открытых дрен", М, Союзводпроект, 1980).

Необходимым условием правильного прогноза является точность определения прочностных характеристик сухого и влажного грунта, т.к. с увлажнением ослабляются связи между частицами и падают прочностные свойства. Как видно из таблицы, составленной по результатам исследований супесчано-суглинистых грунтов массива Мисконе (Сирия), во влажном состоянии сцепление уменьшается в 3-4 раза, снижается и угол внутреннего трения. Это уменьшение прочностных свойств следует прогнозировать и учитывать при изысканиях и проектировании.

УДК 624.131.23:550.343.4

Н.И.Кригер, Р.М.Джафаров,
А.Д.Кожевников, О.А.Тулабаев,
Г.Л.Владова (ПНИИИС)

О МЕТОДАХ ИЗУЧЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ МЕЛИОРАЦИИ ЛЕССОВЫХ ТОЛЩ

Влияние воды на сейсмические свойства дисперсных пород своеобразно: при их увлажнении и заполнении пор водой свободная пористость уменьшается, а скорость волн падает; последнее наблюдается лишь при определенных значениях влажности (W). Эти значения влажности образуют, по предложенной нами терминологии, "парадоксальный интервал влажности" ($W_{пр}$). Скоростные характеристики лессовых пород не являются сколько-нибудь неожиданными, если влажность пород не соответствует $W_{пр}$. Если при замачивании породы влажность не достигает этого интервала, скорости (V) практически не меняются. При замачивании породы в интервале влажности, превышающей $W_{пр}$, значения V также не меняются и лишь при полном заполнении пор водой резко повышаются. Это - эффект сплошности среды и даже незначительная примесь воздуха в поровой воде препятствует резкому возрастанию скоростей. Но в пределах $W_{пр}$ свойства дисперсных пород своеобразны.

Установлены две закономерности поведения скоростей в $W_{пр}$.

I. При повышении влажности падение скоростей тем больше, чем более дисперсна порода. Например, падение скоростей продольных волн (V_p) составляет в супесях Дунай-Днестровского массива орошения и в районе Буденновска в Предкавказье 200-300 м/с, в суглинках Яванской долины, Прикопетдагской равнины и Дунай-Днестровского массива - 350-400, в майкопских глинах - 1300 м/с. В крупнозернистых песках $W_{пр}$ отсутствует.

2. Влажность породы тем выше, чем больше ее дисперсность: в супесях 3-10, в суглинках 5-20, в майкопских глинах 17-28%.

Роль $W_{пр}$ в формировании инженерно-геологических и сейсмических свойств дисперсных пород еще слабо изучена, но очень существенна.

Значения на границах этого интервала являются порогами, с которыми связаны изменения различных свойств пород (V_p, V_S, модуль деформации, сопротивление сдвигу и т.д.). В лессовых породах, где значения влажности в этих пороговых точках обычно составляют 9-12 и 18-20%, имеется также третья пороговая точка со значением W=25%. Указанные три пороговых значения влажности в значительной мере определяют свойства, поведение и эволюцию лессовых пород. Нами было установлено, что в лессах приращение сейсмической интенсивности при W<10% обычно близко к нулю, при влажности $W_{пр}$ (обычно 10-18%) составляет около I балла и может достигать более высоких значений при W>25%.

Пороговые значения влажности лабораторными исследованиями могут быть установлены и в типичных глинах, но в этом случае практическое значение их обычно несколько меньшее, т.к. низкая водопроницаемость глин препятствует достаточно быстрому изменению влажности и следовательно других свойств породы.

При отсутствии техногенных процессов влажность лессовых пород по большей части находится в соответствии с характером окружающего ландшафта, т.е. в состоянии термодинамического равновесия. При искусственном увлажнении лессов иногда происходят просадки - переход потенциальной энергии зерен породы в кинетическую. При отсутствии термодинамического равновесия породы (при незакончившейся просадке, наличии пузырьков воздуха в воде техногенно образованного водоносного горизонта, при несоответствии химического состава подземных вод составу водорастворимых соединений в породе, при некоторых тепловых процессах и

т.д.) сейсмический эффект в породе может повыситься. Особенно большое значение может иметь незавершенная просадка. При этом надо иметь в виду, что последние стадии просадки (послепросадочная деформация) могут длиться годами. Иногда сейсмический толчок может ускорить этот процесс и вызвать уплотнение породы, ранее описанное нами под названием сейсмической просадки. При высокой влажности породы и отсутствии указанного термодинамического равновесия приращение сейсмической интенсивности может достигать 2 баллов и больше. В Яванской долине при землетрясении в ноябре 1972 г., интенсивность которого оценена в 4 балла, вокруг замоченного полигона в слабо увлажненных лессовых породах образовались трещины, которые могли бы быть приняты за последствие 8-балльного землетрясения. На самой замоченной территории просадка лессовых пород уже была завершенной, термодинамическое равновесие установившимся, деформации здесь при землетрясении не наблюдалась.

Таким образом, прогноз приращения сейсмической интенсивности на лессовых породах следует проводить, опираясь не только на литологический состав и наблюдаемые в момент исследования скоростные и прочностные характеристики пород, но и учитывая их влажность и существование $W_{пр}$, а также прогнозируя изменения влажности и принимая во внимание нарушение термодинамического равновесия влажности и плотности породы с окружающей средой. Связанные с этой проблемой отдельные частные методические вопросы за последние годы были освещены в ряде наших работ.

Инженерно-сейсмологические условия изменяются не только при обводнении территорий (орошении земель, предпостроечном замачивании грунтов), но и при их осушении. Важно и уменьшение влажности дисперсных (глинистых и алевритовых) пород. При медленном естественном осушении территории после замачивания влажность лессовых пород постепенно уменьшается, и осушаемая зона распространяется в глубину. При большой осушаемой площади и одномерном процессе миграции влаги вверх, влажность (W) лессовых пород на разных глубинах в заданный момент времени может быть определена по формуле

$$W = W_0 e^{\beta t} + W_e$$

где W_e – естественная (балансная, равновесная) влажность;
W_0 – приращение влажности в результате техногенного обводнения;

t- время; e - основание натурального логарифма; β - параметр, зависящий от глубины, состава пород, климата и принятых единиц измерения значений W и t . Параметр β определяется эмпирически - путем естественного осушения предварительно замоченного опытного котлована. Желательная длительность наблюдений за осушением котлована составляет около I года, что позволяет прогнозировать изменения влажности на ряд лет вперед на достаточно большой территории, однородной в геологическом и физико-географическом отношении. Исследования показали, что параметр β можно считать величиной, не изменяющейся во времени. Начало отсчета времени рекомендуется вести через I-I,5 месяца после окончания замачивания, когда стечет вниз гравитационная влага.

Учитывая, что $W_{пр}$ отвечает приращение сейсмической интенсивности на I балл, нами дан прогноз изменения инженерно-сейсмической обстановки через 5; I0 и I5 лет на трех строительных площадках в Таджикистане, где было произведено предварительное замачивание грунтов для устранения просадочных свойств.

УДК 624.I3I.4:5I9.2:626.8I/84

Э.В.Мавлянов, Г.Р.Рашидов,
Т.Д.Мирахмедов (ГИДРОИНГ.)

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ В СВЯЗИ С МЕЛИОРАТИВНЫМ СТРОИТЕЛЬСТВОМ

Методы количественного прогноза инженерно-геологических свойств грунтов под воздействием мелиораций разработаны слабо и требуют совершенствования. В качестве одного из путей решений этой проблемы нами рассмотрен метод "сравнения", состоящий из двух самостоятельных, дополняющих друг друга способов: обобщенных статистических характеристик показателей свойств грунтов и математико-картографических моделей полей показателей свойств грунтов.

Сущность первого способа заключается в том, что в пределах однородных геологических тел сравнивают начальные и прогнозные значения статистических характеристик показателей свойств грунтов. Для этого проводят специальную типизацию территории, где выделяют геологические тела различного уровня и оценивают их однородность с применением статистических критериев. Далее в

пределах однородных геологических тел оценивают статистические параметры показателей свойств грунтов: $\bar{X}$ - среднее значение, $\mathcal{D}$ - дисперсию, δ - среднее квадратическое отклонение, V - коэффициент вариации и др. Для получения прогнозных значений показателей свойств грунтов устанавливаем корреляционные зависимости между показателями и составляем прогнозные уравнения (временные ряды).

Сущность второго способа заключается в составлении карт полей показателей свойств грунтов (до и после орошения), построенных путем математического моделирования стратиграфо-генетического комплекса, реализуемого в виде тренд-поверхностей. На картах-моделях получают теоретические значения моделируемых показателей, характеризующих их изменчивость в пространстве и времени, что позволяет судить о влиянии орошения на их изменения. Далее, используя прогнозные уравнения, получают расчетную основу для составления прогнозных моделей-карт показателей свойств грунтов.

Сравнение полученных моделей позволяет оценить степень изменения показателей свойств грунтов. Предложенный метод апробировали при исследованиях на территории I очереди освоения Каршинской степи, где в качестве прогнозируемых параметров приняты: гранулометрический состав, число пластичности, пористость и естественная влажность грунтов зоны аэрации. Полученные результаты показали, что разработанные методы прогноза позволяют количественно оценить возможные последствия орошения на изменение компонентов инженерно-геологических условий. Сопоставление прогнозных значений показателей с натурными данными, полученными на участках нового орошения, дало близкую сходимость. Материалы можно использовать при составлении общей прогнозной инженерно-геологической карты, как основы рационального использования и охраны геологической среды.

УДК 624.131.436(477)

И.И.Молодых
(ИГН АН УССР)

МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ РЕЛИКТОВЫХ КРИОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В СВЯЗИ С МЕЛИОРАЦИЕЙ (НА ПРИМЕРЕ УКРАИНЫ)

В лессово-перигляциальной области четвертичного оледенения широко развиты западинные морфоскульптуры(поды и степные блюд-

ца), относящиеся в основной своей массе к реликтовым криогенным образованиям. Поды и степные блюдца с позиций мелиоративной практики обладают комплексом специфических особенностей. В сельскохозяйственном производстве за счет избыточно переувлажненных почв и оглеенных пород в их контурах постоянны вымокания и вымерзания культур при мелиоративном и других видах строительного и хозяйственного освоения - неизбежны дополнительные, порой дорогостоящие, мероприятия для обеспечения устойчивости грунтов оснований, особенно в зоне контакта оглеенных гидроморфных литологических разновидностей в контурах микропонижений с вмещающими типично лессовыми просадочными породами,

В методических рекомендациях по детальной гидрогеологической и инженерно-геологической съемке и по изысканиям для целей мелиорации отсутствуют положения, регламентирующие методы и способы картирования реликтовых криогенных образований (детальность изучения, используемые при этом подходы, представляемые в итоге съемок и изысканий фактические материалы и пр.). Рассматриваемые морфоскульптуры требуют специального картирования и изучения с использованием методов геодезии, четвертичной геологии, палеопедологии, почвоведения, палеокриогенеза и инженерной геологии.

В разработанных основах методологии предлагается схема генетической классификации западинных морфоскульптур на основе анализа гомогенности и гетерогенности их развития. Таксоны включают: типы - по направленности развития; подтипы - по генезису и эволюции развития морфоскульптур; классы - с учетом геологического развития и литологии включающей морфоскульптуры покровной толщи; виды - по особенностям региональной и зональной принадлежности морфоскульптур; разновидности - в зависимости от их морфологии и степени деградации пород. Изучение и картирование реликтовых криогенных образований должно проводиться сообразно с обусловленной стадийностью в процессе разномасштабных геолого-съемочных работ и целевых инженерно-геологических изысканий с использованием для этого современных методов полевых и лабораторных работ.

На предварительной стадии осуществляется стереоскопическое аэрофотодешифрирование, на основе которого, с учетом анализа фондовых материалов по геоморфологии, геологическому строению, литологии покровной толщи и подстилающего субстрата, разрабати-

мается рабочий вариант схемы развития западинных морфоскульптур, которая уточняется в процессе вертолетных и маршрутных рекогносцировок. До буровых и горнопроходческих работ производится типизация исследуемой территории по развитию западинных морфоскульптур и выбираются опорные участки для детальных инженерно-геологических исследований на территориях регионального развития морфоскульптур.

В итоге буровых, геофизических и горнопроходческих работ, лабораторных определений состава и свойств пород геологических тел оглеения производится комплексная характеристика морфоскульптур и слагающих их отложений в сравнении с соответствующими параметрами вмещающей покровной толщи. Высокая эффективность картирования геологических тел оглеения достигается гамма-плотностным каротажем; в качестве обязательных следует предусмотреть термолюминисцентные анализы по определению возраста посткриогенной седиментационной трансформации осадков.

Разработан оптимальный вариант размещения работ при геологических съемках и инженерно-геологических изысканиях на опорных участках и последующей экстраполяции полученных результатов на аналогичные по комплексам природных показателей территории. Изложены положения об исследовании западинных морфоскульптур на типовых опорных участках с учетом сложности инженерно-геологических условий (неодинаковой плотности размещения морфоскульптур, стратиграфического положения фоссилизованных геологических тел оглеения, степени различий состава и свойств деградированных пород и вмещающих их отложений нормального разреза и пр.) В итоге определена детальность исследования западинных морфоскульптур для целей мелиорации, разработаны варианты представляемых специальных картографических материалов для повышения информативности съемочных работ и изысканий при обосновании мелиораций.

Основы методологии изучения реликтовых криогенных образований применимы для лессово-перигляциальной области четвертичного оледенения Украины и европейской части РСФСР.

УДК 624.131.1(477)

И.И.Молодых, О.И.Сурдутович, В.Г.Ткачук
(ИГН АН УССР, ДОИМР и ЗапУкргеология)

ИЗУЧЕНИЕ ЗАПАДИННЫХ МОРФОСКУЛЬПТУР ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СЪЕМОК ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МЕЛИОРАЦИИ

Изучение подов и степных блюдец необходимо для повышения достоверности сведений о гидрогеологической и инженерно-геологической обстановке на занятых ими мелиорируемых землях и эффективности природоохранных мероприятий. Детальность таких исследований при съемке для целей мелиорации регламентируют существующие руководства. Однако сложность геологического строения территорий развития западинных морфоскульптур и необходимость специального картирования всего природного их разнообразия ставит перед съемщиками дополнительные задачи.

На основе материалов съемочных работ, проведенных Мингео УССР, и материалов ИГН АН УССР подготовлены "Методические рекомендации по изучению западинных морфоскульптур при проведении крупномасштабной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки для целей мелиорации". В рекомендациях в развитие отдельных положений методических руководств конкретизированы требования к изучению западинных морфоскульптур. Степень сложности проведения гидрогеологической и инженерно-геологической съемки определяется особенностями геологического строения, гидрогеологических и инженерно-геологических условий. К основным показателям сложности отнесен также характер распространения западинных морфоскульптур и разработаны критерии оценки сложности проведения съемки по степени развития западинных морфоскульптур. С учетом предложенной оценки категорий выполнено районирование территории УССР по сложности изучения западинных морфоскульптур. Предлагаемую схему с учетом предполевого дешифрирования используют для предварительной оценки сложности изучения западинных морфоскульптур-объекта проектируемой съемки.

В результате исследований западинного микрорельефа при крупномасштабных геолого-съемочных работах должны быть изучены морфогенетические разновидности такого рода явлений: распространенность форм микрорельефа; морфологические особенности (форма, характер развития, плотность размещения, размеры, приуроченность к ложбинам стока, степень дренированности территорий); геологический разрез, в том числе приуроченность геологических

тав оглеения к составляющим стратиграфического разреза; минералогический состав, засоленность и инженерно-геологические свойства пород в контурах западин в сравнении с соответствующими показателями сопредельных частей покровной толщи; гидрогеологические особенности площадей развития морфоскульптур (режим грунтовых вод и верховодок); существующее хозяйственное освоение западин.

Наряду с изучением западинного рельефа на всей территории съемки в соответствии с перечисленными в рекомендациях требованиями проводят детальные исследования этих форм на ключевых по гидрогеологическим и инженерно-геологическим особенностям участках с последующей экстраполяцией результатов их изучения на прилегающую аналогичную по условиям территорию. Разработаны положения о выборе ключевых участков и положения об исследованиях на них. Исследования на ключевых участках включают: аэровизуальные наблюдения и маршрутную съемку, в процессе которых уточняют морфология подов и блюдец и характер расчлененности рельефа; буровые и горно-проходческие работы с детальной документацией разрезов и опробованием; опытно-фильтрационные работы в контурах морфоскульптур и на сопредельных участках поверхности; пенетрационный каротаж; режимные наблюдения.

Для повышения информативности съемочных работ составляют специализированные карты, на которых кроме элементов морфометрии и плотности размещения отражены стратиграфическое положение геологических тел оглеенных пород, степень их деградированности и оглеенности, интенсивность выщелоченности или засоленности, все разнообразие литологии и инженерно-геологических свойств деградированных пород геологических тел оглеения

Выполненные научно-методические и прикладные разработки применимы не только для территории Украины, но и в бассейнах Среднего и Нижнего Дона, Маныча, Терека, Волги и других.

УДК 624.138:556.3

Н.П.Одинцова, А.Е.Погодаев
(ВНИИГиМ)

МЕТОДИКА ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЛЬТРАЦИИ ИЗ КАНАЛОВ, ЭКРАНИРОВАННЫХ СИЛИКАТИЗИРОВАННЫМ ГРУНТОМ

При подготовке оснований гидротехнических сооружений оросительных систем не обязательно получение высокой несущей спо-

особности силикатизированного грунта, как в промышленном или в гражданском строительстве. Важнее снижение его фильтрационной способности, чего можно достичь методом пропитки переработанного грунта закрепляющим раствором силиката натрия невысокой концентрации (плотность ρ = I,05–I,09 гс/см^3) при последующем послойном механическом уплотнении. ВНИИГиМ разработал и предложил для внедрения в практику водохозяйственного строительства метод создания силикатизированных грунтовых экранов небольшой толщины (до I,5–I,7 м). Такого рода экраны можно применять как основание под сетевыми мелиоративными сооружениями, а также для предотвращения фильтрации воды через дно и откосы каналов и водоемов в структурно-неустойчивых грунтах.

В целях изучения вопроса о возможностях применения силикатизированных экранов в водохозяйственном строительстве проведены исследования, задачей которых было:

- установление физико-механических и фильтрационных характеристик нарушенного и ненарушенного лессового грунта, пропитанного раствором силиката натрия различной концентрации (ρ = I,05–I,09 гс/см^3);

- установление степени влажности и развитие контура увлажнения целинного лессового грунта под силикатированным экраном;

- развитие просадок в экране и подстилающем его целинном грунте;

- определение эрозионных свойств силикатизированного грунта.

Для сравнения различных методов устройства силикатизированных слоистых экранов на Колхозабадском полигоне Таджикской ССР были построены 4 модели каналов длиной по 20 м, шириной по дну 0,5 м, глубиной 0,5 м, с заложением откосов – I:I.

Первая модель построена в естественном лессовом грунте с пропиткой дна и откосов в течение 7 дней раствором силиката натрия плотностью ρ = I,09 гс/см^3. Вторая отрыта в силикатизированном слоистом экране, который отсыпан в предварительно устроенную траншею слоями 0,25 м; каждый слой увлажнен до оптимальной влажности I6–I8% раствором силиката натрия ρ = I,09 гс/см^3 и уплотнен бульдозером путем I0 проходов по одной полосе. Грунт в экране доводят до плотности $\gamma_{ск}$ = I,65–I,70 гс/см^3. Третья отрыта в предварительно уплотненном грунте-подушке, которую отсыпали слоями 0,25 м из грунта, увлажненного до оптимальной влажности I6–I8% водой, и уплотняли бульдозе-

ром путем 10 проходов по одной полосе до той же плотности. Четвертая модель представляет канал в естественном лессовом грунте. Все модели оснащали контрольно-измерительной аппаратурой (КИА), представляющей собой систему радиометрических скважин, глубинных реперов, поверхностных марок. КИА позволила контролировать изменение влажности грунта по глубине и в разноудаленных от источника точках, послойные деформации грунта по дну канала и на бортах.

Методика полевых исследований включает:

1) определение фильтрационных свойств грунтов в ложе каналов путем ежесуточного измерения сработки горизонта воды по водомерной рейке с учетом расхода ее на испарение. Каналы заполняют водой ежесуточно до уровня 0,4 м, замочку канала проводят в течение 6–7 месяцев;

2) определение контуров увлажнения под каналами радиометрическим методом 1 раз в 5–10 дней; изучение просадок на каналах путем нивелировки глубинных реперов и поверхностных марок с такой же частотой в течение всего периода замачивания;

3) установление плотности грунта в ложе и откосах каналов после замачивания. Для этого отрывают шурф с послойным отбором проб на плотность и влажность;

4) определение эрозионных свойств моделей. После отбора проб шурфы засыпают и каналы подготавливают ко второму этапу исследований. Для этого их оборудуют гасителями энергии воды. Затем в течение 30 дней по каналу пропускают воду с расходом 70 л/с, проводят нивелировку дна, откосов и бортов. При пропуске воды отбирают пробы на мутность; измеряют донные и взвешенные наносы.

В результате измерения фильтрационных потерь, контуров фильтрации, деформативных и эрозионных свойств силикатизированных экранов выявлены характеристики грунтов в каналах, экранированных силикатом натрия.

УДК 624.131.3 (575.3)

Г.О. Орипов, С.И.Лаврусевич
(ТаджикГИИНТИЗ)

ОПЫТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ОСВОЕНИИ ПРЕДГОРНЫХ ХОЛМОВ (АДЫРОВ) В ТАДЖИКИСТАНЕ

Опыт освоения предгорных территорий показывает, что инженерная деятельность неизбежно отражается на их гидрогеологических, инженерно-геологических и сейсмических условиях. Исследованиями ТаджикГИИНТИЗ в Файзабадском и Гиссарском районах, в восточной и северо-западной частях г. Душанбе и в Яванском районе установлено, что все территории по условиям образования техногенного горизонта грунтовых вод (ТГГВ) могут быть подразделены на три типа: I) наличие в лессовой толще на небольшой глубине (до 30м) водоупора; 2) лессовая толща на небольшой глубине (до 30 м) подстилается хорошо фильтрующими породами; 3) лессовая толща однородна и имеет большую мощность.

На участках первого типа, как это наблюдалось в районе Файзабада, при хозяйственном освоении территории неизбежно образуется ТГГВ, который поднимается к дневной поверхности. На участках второго типа, как это наблюдалось в отдельных районах Гиссарской долины, при хозяйственном освоении территории ТГГВ не образуется, в процессе освоения лишь увеличивается влажность грунтов до 22-23%.

Наибольший интерес представляют участки третьего типа: здесь при освоении земель образование ТГГВ неизбежно, что объясняется следующими факторами: нарушением естественного баланса влагообмена в системе атмосфера + грунт, происходящем при замачивании территории, аварийных утечках, поливе сельскохозяйственных культур, планировке территории, не обеспечивающей поверхностного стока. Пористость лессовых пород, слагающих адырную территорию, с глубиной уменьшается пропорционально росту бытового давления. Следовательно, в однородной лессовой толще достаточной мощности, грунт с некоторой глубины становится настолько уплотненным, что может рассматриваться как относительный водоупор. Пористость породы, служащей относительным водоупором, как правило $\leq 40\%$. Ориентируясь на эту величину и зная пористость породы в верхней части толщи, можно рассчитать ориентировочную глубину, на которой залегает кровля относительного водоупора, по формуле:

$$Нв = \frac{Нк\ (Wн - 25\%) + Нн\ (25\% - Wк)}{Wн - Wк},$$

где Нв – глубина залегания кровли относительного водоупора, м; Ни, Нк – верхняя и нижняя граница отбора образцов, м; $W_н$, $W_к$ – полная влагоемкость породы на глубинах Ни и Нк.

Результаты, полученные по приведенной формуле, являются ориентировочными. Пользуясь ею ТаджикГИИПТИЗ при проведении изысканий под ряд объектов Яванского ЭХЗ сумел предсказать глубину залегания относительного водоупора, что в свою очередь позволило при проектировании наметить мероприятия для безаварийной эксплуатации осваиваемых земель.

Часто лессовые толщи лишь кажутся однородными. При детальном изучении в них можно обнаружить погребенные почвенные горизонты. Они более глинистые, с несколько более высоким содержанием солей и гумуса. Опыт ТаджикГИИПТИЗ показывает, что если погребенные почвенные горизонты залегают на глубине 10–20 м, они как правило являются относительным водоупором.

Увеличение влажности лессовых пород и образование техногенного горизонта грунтовых вод приводит к разрушению неводостойких структурных связей в грунте и, как следствие, – к просадочным деформациям, снижению прочностных и деформационных свойств грунта, а при определенных уклонах местности и динамических (сейсмических) воздействиях – к сейсмическим просадкам, оползням, сейсмодислокациям.

УДК 624.131.1:628.8(477.7)

В.С. Пономарь
(ИГР МГ УССР)

ПРИНЦИПЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ТИПИЗАЦИИ ЮГА УКРАИНЫ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МЕЛИОРАЦИИ

Инженерно-геологическая типизация предусматривает качественную и количественную оценку природных факторов, которыми определяются инженерно-геологические условия любой территории. В обосновании инженерно-геологической типизации южной засушливой зоны Украины для целей мелиорации наиболее важным является выяснение особенностей и свойств горных пород, рельефа и подземных вод – главнейших природных факторов, которыми определяется мелиоративная обстановка. Чтобы отобразить на карте инженерно-геологической типизации наиболее полную и всесторон-

ную информацию об условиях мелиоративного строительства, приняты таксоны, дающие представление о критериях и степени однородности пород с учетом геоморфологических и гидрогеологических условий, и специфические различия между ними по этим критериям. В качестве таких таксонов принято выделять на карте типы, подтипы, виды и подвиды.

Под типом подразумевается определенная морфоскульптура с коррелятивными ей геолого-генетическими комплексами пород антропогена-плиоцена, отнесенными к одной из 5 инженерно-геологических групп (лессовые связные породы с пластичными, преимущественно коллоидными и водными связями, способные к просадочным деформациям; глинистые связные с пластичными, преимущественно коллоидными и водными связями, влагоемкие, слабоводопроницаемые или водоупорные; песчаные, песчано-детритусовые, галечные и гравийно-галечные несвязные породы, невлагоемкие или слабовлагоемкие, водопроницаемые, нескимаемые или слабосжимаемые; глинистые связные и песчаные несвязные породы, переслаивающиеся и замещающиеся по простиранию; сочетание суглинисто-глинистых и песчаных пород с грубообломочным материалом, со слабыми коллоидными связями и без них).

По стратиграфо-литологическим особенностям пород, фиксирующим исходную поверхность морфоскульптуры, типы подразделяются на подтипы, а соподчиненные им виды выделяются по литологическим особенностям коррелятных данной морфоскульптуре пород антропогена-плиоцена, условиям формирования грунтовых вод, характеру местных и локальных водоупоров.

Виды подразделяются на подвиды по степени однородности выделяемых в толще пород антропогена-плиоцена инженерно-геологических тел (элементов). Степень однородности последних оценивается по результатам математической обработки на ЭВМ данных лабораторных исследований их физико-механических свойств с получением таких статистических характеристик, как математическое ожидание, дисперсия, стандартное отклонение и коэффициент вариации. Если типы и подтипы являются таксонами, отображаемыми на картах инженерно-геологической типизации всех масштабов, то виды являются основными таксонами от мелко- до крупномасштабных, подвиды - средне- и крупномасштабных карт.

По изложенным принципам в Днепропетровском отделении ИГР под руководством автора составлена карта инженерно-геологичес-

кой типизации юга Украины масштаба I:500000. На ней выделено 6 типов, I4 подтипов и 45 видов. Содержание карты дополнено информацией о развитии геологических процессов. Особое внимание удалено отображению на карте процессов подтопления и засоления почв, которые в последние два десятилетия в южной зоне Украины получили развитие на обширных площадях в связи со строительством и эксплуатацией мелиоративных систем.

Виды в рекомендуемой схеме инженерно-геологической типизации являются основными таксономическими категориями. По соответствующим каждому из них участкам можно показать на одноименной карте конкретную инженерно-геологическую информацию, необходимую для прогноза изменения геологической среды и качества экологических условий под влиянием функционирования мелиоративных систем на юге республики. По этим же типовым участкам можно проследить один из видов естественных граничных условий по смене (простиранию) пластов пород зоны аэрации, отличающихся литологическими особенностями и характеризующихся разной водопроводимостью. Для типовых участков на основе корреляции стратиграфического и инженерно-геологического расчленения пород зоны аэрации составлены эпюры с использованием данных исследований их физико-механических свойств.

УДК 624.I3I

В.И. Преснухин
(Институт Геологии АН ТаджССР)

ИЗУЧЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ АРИДНОЙ ЗОНЫ

Огромные масштабы хозяйственной деятельности человека в условиях сложных природных условий аридной зоны СССР требуют проведения специальных комплексных инженерно-геологических исследований для обоснования рационального использования природных ресурсов этой зоны и оценки перспектив экономически эффективного освоения земель под различные виды строительства, органически связанные со строительством мелиоративных систем.

Многоплановость развития хозяйственной деятельности определяет многоцелевую и комплексную программу региональных ин-

женерно-геологических исследований, в ходе выполнения которой нужно изучить закономерности пространственной изменчивости основных природных условий, распространения и развития экзогенных геологических процессов и явлений, дать комплексную оценку устойчивости горных склонов, прогноз возможных вариантов изменчивости окружающей среды с учетом влияния деятельности человека и определить основные мероприятия по рациональному и экономически эффективному использованию крупных массивов мелиорации. В частности нужно установить количественные взаимосвязи между основными природообразующими факторами: геологической средой, неотектоническими, геоморфологическими, климатическими, гидрогеологическими условиями, с одной стороны, и обвально-оползневыми смещениями, селями - с другой в пределах выделенных гравитационно неустойчивых зон, геоморфологических областей, геолого-структурных регионов и, в конечном счете, в пределах всей изучаемой территории.

Выявлены закономерности изменчивости состава и свойств четвертичных лессовидных пород по высотному их положению, по всей площади развития, глубине залегания и приуроченности к геоструктурным элементам. Определена изменчивость форм рельефа в зависимости от приуроченности к различным комплексам горных пород и геоструктурным элементам и др. Разработан прогноз устойчивости склонов, основанный на оценке совместного развития инженерно-геологических условий, изменчивости вариантов различных совокупностей - составных их компонентов: крутизны рельефа, амплитуд новейших поднятий, увлажненности покровных образований, их эрозионной расчлененности, залегания грунтовых вод, сейсмичности и др. Широкое применение наряду с традиционными методами исследований должны найти методы космических исследований земной поверхности, позволяющие успешно решить целый ряд сложных вопросов мелиоративного освоения земель крупных территорий.

На основании выполненных региональных исследований выделяют площади по степени их пригодности для различных видов освоения с оценкой трудоемкости освоения, относительной величины капиталовложений по каждому выделенному при районировании участку (зоне). Разрабатываются мероприятия по рациональному использованию земель с принятием законодательных и организационных мер по охране природных условий от неоправдано ак-

тивного воздействия человека и мероприятия по облагораживанию земель: их рекультивации, укрепление склонов, лесопосадки как во время строительства, так и в период эксплуатации мелиоративных систем.

УДК 624.131.4(470.46)

В.Н. Рожков
(Астрахангипроводхоз)

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ТАБЛИЦЫ НОРМАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОСНОВНЫХ ТИПОВ ГРУНТОВ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Региональные таблицы разработаны для современных аллювиальных отложений Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги, лессовых супесей и суглинков морских хвалынских отложений, апшеронских отложений, хвалынских отложений бэровских бугров, глин хвалынских отложений, глин хазарских отложений. Анализ физико-механических свойств грунтов осуществляли по результатам более 1800 испытаний, выполненных различными организациями. В качестве факторов-аргументов исследовали следующие показатели: объемную массу грунта и его скелета, коэффициент пористости, пределы пластичности, показатель консистенции, оптимальную влажность, степень влажности.

При оценке исходного материала проведена отбраковка нехарактерных результатов, вызванных наличием в образце литологически отличных от него прослоев и включений, ураганными значениями отдельных показателей, отступлениями от принятой методики ГОСТ. По выборкам для каждого из показателей проведена оценка нормальности распределения и статистическая проверка для исключения случайных ошибок. Разработку таблиц вели путем многофакторного корреляционно-регрессионного анализа на основе "Программы составления и решения уравнения множественной регрессии" (В.М. Гришкан, Е.С. Косарев, А.А. Носов).

Программа написана в машинных кодах, реализована на ЭВМ "Минск-22" и состоит из трех частей: подбор уравнений корреляции и статистическая оценка зависимости между одним из механических свойств и каждым заданным физическим свойством; составление уравнений множественной регрессии и оценка существенности факторов, входящих в эти уравнения, и коэффициентов регрес-

НОРМАТИВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ СДВИГУ
(НЕКОНСОЛИДИРОВАННЫЙ СРЕЗ)

Гидроморфологический элемент	Геологический индекс	Вид грунта	Граница текучести W_L	Показатели прочности по нормам	Характеристика грунтов при коэффициенте пористости ε, равном			
					0,65	0,80	0,95	1,10
Волго-Ахтубинская пойма, дельта р. Волги.	$a\,\overline{II}$	Связные грунты	0,20	C_u	0,13	0,08		
				φ_u	26	25		
			0,30	C_u	0,27	0,22	0,19	
				φ_u	22	21	20	
			0,40	C_u	0,40	0,35	0,31	0,28
				φ_u	17	16	15	14
			0,50	C_u		0,47	0,44	0,40
				φ_u		11	10	9
			0,60	C_u			0,56	0,52
				φ_u			5	4
Морская аккумулятивная равнина	$m\,\overline{III}hv$	Лессовидные супеси и суглинки	0,20		0,60	0,70	0,80	0,90
				C_u	0,13	0,12	0,10	0,08
				φ_u	26	26	26	26
			0,25	C_u	0,19	0,17	0,16	0,14
				φ_u	24	24	24	24
			0,30	C_u	0,23	0,21	0,20	0,18
				φ_u	22	22	22	22
			0,35	C_u	0,25	0,24	0,23	0,21
				φ_u	21	21	21	21
	$c\,\overline{III}at$	Лессовидные супеси и суглинки	0,20	C_u	0,13	0,11	0,08	0,06
				φ_u	25	25	25	25
			0,25	C_u	0,20	0,18	0,15	0,13
				φ_u	23	23	23	23
			0,30	C_u	0,27	0,25	0,22	0,20
				φ_u	21	21	21	21
			0,35	C_u	0,34	0,32	0,29	0,27
				φ_u	19	19	19	19
Дельта, западные подстепные плавни	$p\,\overline{III}hv$	Лессовидные супеси и суглинки	0,20	C_u	0,15	0,13	0,11	0,08
				φ_u	25	25	25	25
			0,25	C_u	0,20	0,18	0,16	0,13
				φ_u	23	23	23	23
			0,30	C_u	0,25	0,23	0,20	0,18
				φ_u	21	21	21	21
			0,35	C_u	0,30	0,28	0,25	0,23
				φ_u	18	18	18	18
Современная аллювиальная и морская аккумулятивная равнина	$m\,\overline{III}hv$	Глины			0,6	0,8	1,0	1,2
				C_u	0,50	0,47	0,44	0,41
				φ_u	16	14	13	11
	$m\,\overline{III}hz$	Глины		Характеристика грунтов при консистенции J_L, равной				
					-0,8	-0,4	0	0,4
				C_u	0,64	0,59	0,54	0,48
				φ_u	17	15	13	11

ции с помощью критериев Фишера и Стьюдента; решение уравнений множественной регрессии.

Оценка качества аппроксимации связи зависимой переменной с различными комбинациями факторов-аргументов осуществлялся сравнениями величин среднеквадратического отклонения. Наилучшей считали форму связи, характеризующуюся минимальной ошибкой по уравнению при одновременном минимуме числа членов. В результате в прогнозирующие уравнения в качестве факторов-аргументов включены коэффициент пористости и верхний предел пластичности или консистенция. Разделение исходных данных для аллювиальных отложений по грунтам на отдельные фации значимо не повысило точность прогноза.

Переход к показателям сцепления (кгс/см^2) и угла внутреннего трения (град.) выполнен по стандартным формулам; результаты обработки представлены в таблице. Характеристики относятся к грунтам, содержащим не более 5% растительных остатков, имеющим степень влажности больше 0,8 и консистенцию менее 0,75.

УДК 551.435.627:624.131.23

И.В. Садиков
(Ферганагипроводхоз)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОПОЛЗНЕЙ НА АРСИФСКОМ МАССИВЕ

В Ферганской долине ведется интенсивное ирригационное строительство с целью орошения новых земель в предгорной зоне. В отличие от других склонов, сложенных с поверхности конгломерато-галечниками, северный склон Арсифской адырной гряды на протяжении 3–4 км покрыт пролювиально-делювиальными породами лессовидного и глинистого состава. Мощность их в центральной части склона достигает 15–16 м и уменьшается вверх по склону. Подстилающие породы представлены обводненными конгломерато-галечниками значительной мощности. Максимальная высота склона крутизной 25–30° над прилырной равниной достигает 30–50 м; склон изрезан сухими селевыми саями, по которым отводятся сбросные воды с верхней орошаемой площади и выклиниваются подземные воды Исфайрамского конуса. Орошаемая площадь (около 500 га) расположена от северного склона на расстоянии 2–3 км.

Развитие оползней на северном склоне Арсифских адыров за

последнее десятилетие связано с изменением гидрогеологических условий. Орошение новых земель в предгорной зоне Исфайрамского конуса привело к общему подъему подземных вод, что явилось основной причиной оползневых смещений. В 1981–1982 гг. наблюдалось несколько оползневых подвижек с шириной сместившихся блоков 30–40 м. В плане оползни преимущественно циркообразные. Кривая скольжения имеет вид волнистой дугообразной линии. Глубина захвата оползнями склона 7–8 м, высота стенки отрыва колеблется от 1,5 до 3 м и продолжает увеличиваться. На всех оползневых участках наблюдается повышенное увлажнение грунтов, выклинивание грунтовых вод, появление новых трещин и рост образовавшихся. Наибольшая степень водонасыщения (>1) наблюдается на глубине 8–9 м, где представленные глинами грунты находятся в мягкопластичном состоянии. В значительной мере смещению способствует наличие в разрезе прослоев тонкозернистых водонасыщенных песков. Оползневые смещения отразились на облике склона: деформированы дороги, разрушаются кладбища и старые захоронения. Дальнейший рост оползневых подвижек может привести к нарушению устойчивости жилых домов в пос.Арсиф.

С учетом изложенного проекты орошения новых земель выше оползневого склона надо разрабатывать в комплексе с мероприятиями по обеспечению долговременной устойчивости склонов соблюдению требований по охране окружающей среды. Материалы изысканий должны включать прогноз развития оползней под влиянием орошения.

УДК 624.131:550.83

В.П. Сапрыкин
(ГИДРОИНГЕО)

МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ КАРБОНАТНОЙ КОРЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ

При проведении инженерно-геологических исследований в толще мелкоземов часто встречаются неравномерно развитые по площади и глубине плотные карбонатизированные породы. Карбонатная кора представляет собой слабо-глинистые доломитовые известняки ($CaCO_3$ – 75–90%, $MgCO_3$ – 10%) мощностью до 1,5 м. По структурной классификации Тео-оровича известняки относят-

Породы	Естественная влажность, %	Удельный вес, гс/см³	Объемный вес, гс/см³	Пористость, %	Карбонатность, %	Пластовая скорость, м/с электрическое сопротивл., Ом.м
Суглинки и глины (покровные)	I3–28	2,62–2,8I	–	4I–56	5–49	250–350 200–400
Карбонатно-глинистые грунты с обломочным материалом и без него	I0–30	2,62–2,75	I,4–I,8	4I–56	30–75	500–I000 I25–I80
Карбонатная кора	0,5–2,5	2,67–2,75	2,3–2,6	6–I5	$CaCO_3$ –75–90 $MgCO_3$ –I0	I000–I500 400–700
Глинисто-гипсовые грунты	I0–28	2,5–2,75	I,2–I,5	40–58	Са-I5–70 гипса I0–80	–

ся к типу плоско параллельно корковых и натечных, формирование которых связано с длительным испарением почвенных и грунтовых вод.

Физико-механические свойства карбонатной коры и связанные с ними электрические и упругие показатели резко отличаются от других литологических разностей (см. табл., Западный Тискен).

Комплекс геофизических методов выбран с учетом получения с их помощью взаимно дополняющей информации о породах. Резкие отличия электрических и упругих свойств карбонатных и вмещающих пород позволили определить глубину залегания, мощность и трещиноватость карбонатной коры методами вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) и круговых ВЭЗ, а также микросейсмическим методом преломленных волн. При решении вопроса о густоте сети геофизических точек наблюдений исходили из условий коррелируемости полученных геофизических параметров $\rho_к$ и V_p вдоль профиля. Степень корреляции оценивали путем расчета радиуса (r) корреляции по параметрам $\rho_к$ и V_p:

$$r_{xy(m)} = \sum_{i=1}^{n+m} (X_i - \bar{X})(Y_{i+m} + \bar{Y}) \Big[\sum_{i=1}^{n+m} (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^{n+m} (Y_{i+m} - \bar{Y})^2 \Big]^{-\frac{1}{2}},$$

где n – число значений случайных величин; m – интервал измерения случайных величин; $\bar{X}, \bar{Y}$ – средние значения случайных вели-

чин; X_i, Y_i – значения случайных величин в точке i; X_{i+m}, Y_{i+m} – значения случайных величин в точке $(i+m)$.

Расстояние между точками наблюдения ВЭЗ и и КВЭЗ – 25 м, между сейсмоприемниками (ΔX – 2 м). Работы проводились стандартной аппаратурой А[illegible]–72 и сейсмостанцией типа "ПОИСК-I-6/I2-АСМ-ОВ". Результаты исследований контролировали открытыми горными выработками; карбонатная кора и ее свойства (положение, мощность и трещиноватость) геофизическими методами была выделена достаточно надежно.

УДК 624.I3I:556.3

Е.Н. Сквалецкий
(Таджикский филиал ВНИИГиМ)

К ОЦЕНКЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ В СВЯЗИ С ОСВОЕНИЕМ ЛЕССОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В республиках Средней Азии ведется интенсивное мелиоративное строительство и сельскохозяйственное освоение земель. Хозяйственная деятельность в условиях структурно-неустойчивых лессовых пород является причиной развития просадок, оползней, суффозии, размыва, эрозии и других неблагоприятных процессо
Анализ геолого-геоморфологических, гидрогеологических, ирригационно-хозяйственных условий, состава и свойств отложений, использование природных аналогов позволяют предугадать проявление нежелательных явлений. Методика прогноза сводится к оценке указанных факторов с точки зрения их влияния на изменение геологической среды.

Из геолого-геоморфологических условий следует учитывать характер залегания лессовых пород, их слоистость, мощность просадочного слоя, наличие и состав подстилающих пород, уклоны поверхности, степень и глубину расчленения рельефа. Их влияние на развитие процессов неоднозначно, а иногда и противоположно. Так, с увеличением уклонов поверхности возрастает возможность ирригационной эрозии и смыва почвенного слоя, но просадки на орошаемых полях протекают спокойнее. Рост степени и глубины расчленения лессовых территорий вызывает опасность появления оползней, суффозии, карста, но уменьшает скорость подъема грунтовых вод и проявления просадок. На развитие

Таблица I

Категория	Степень устойчивости	Рн, МПа	$\delta_{пр}$, %	Vр, мин	Е, МПа	С, МПа
I	Относительно устойчивые	>0,09	<2	>I,5	>I0	>0,025
II	Слабоустойчивые	0,06–0,09	2–5	I,0–I,5	7,5–I0	0,0I5–0,025
III	Неустойчивые	0,03–0,06	5–7	0,5–I,0	4,0–7,5	0,005–0,0I5
IУ	Весьма неустойчивые	<0,03	>7	<0,5	<4,0	<0,005

указанных процессов неблагоприятно сказываются большая мощность просадочного слоя (> 25–30 м), наличие глинистых прослоев или залегание лессовых пород на водоупоре, глубокие эрозионные врезы, быстрый подъем грунтовых вод после орошения вследствие недостаточной дренированности территорий.

Следует также учитывать состав и свойства отложений. Высокая пылеватость, низкое содержание коллоидной фракции и нахождение ее в свернутом состоянии,неводопрочные связи между частицами обуславливают более низкую структурную устойчивость лессовых пород. Количественно это сказывается на таких показателях, как начальное давление просадки ($P_н$), относительная просадочность ($\delta_{пр}$), скорость размокания образцов ($V_р$), модуль деформации (Е), сцепление (С). Категории лессовых пород в зависимости от их свойств по геодинамической устойчивости приведены в табл. I.

Из ирригационно-хозяйственных факторов следует учитывать режим орошения, оросительные и поливные нормы, способ орошения, технику полива, длину поливных борозд, величину сбросов воды, КПД системы, КЗИ и другие. Редкие, но грузные поливы приводят к чрезмерному увлажнению почв, подъему УГВ, проявлению просадок, размыву. Неизбежным следствием недостатка сбросной сети в условиях поверхностного полива при наличии глубоких эрозионных врезов является смыв почвы, овражкообразование, промоины. Характер инженерных мероприятий по защите геологической среды от геодинамических процессов при орошении лессовых территорий, а также используемые для прогноза инженерно-геологические показатели приведены в табл. 2.

Таблица 2

Геодинамические процессы	Факторы, способствующие развитию процесса: природные	ирригационно-хозяйственные	Инженерные мероприятия	Инженерно-геологические показатели для прогноза
Ирригационная эрозия, рост оврагов	Высокие уклоны, глубокие врезы, легкая размываемость грунтов, низкие Рн и С, большая Нпр	Высокая водоподача, неорганизованный сброс воды, конструктивные недостатки водосбросов	Соблюдение режима орошения, применение дождевания и капельного орошения, контроль за сбросом воды, окаймляющая сеть	Мощность лессовой толщи и Нпр, положение базиса эрозии, Рн, С, Vр
Плоскостной смыв	То же	Длинные поливные борозды с большими уклонами и расходами поливных струй	Сокращение длины поливных борозд и расхода воды в них, применение СИД, капельного орошения	С, Vр в почвенном слое
Просадки на орошаемых полях	Уклоны < 0,015, понижения микрорельефа, низкое Рн, высокая δпр$_i$	Большие поливные нормы, длинные поливные борозды	Планировка и замочка по бороздам до 5–6м, сокращение длины борозд	Просадка, в т.ч. в верхнем слое, мощность Нпр, Рн, δпр$_i$
Просадки, прорывы воды из каналов	Высокая δпр$_i$, наличие трещин, большая мощность Нпр	Слабая врезка в склоч, некачественное уширение дамбы, небольшие бермы	Бермы, зуб-диафрагма в насыпях, замачивание	Мощность Нпр, величина просадки, Рн, δпр$_i$, С, φ
Суффозия и лессовый карст	Суффозионно-неустойчивые породы, загипсованность, трещины, полости	Превышение критического градиента, плохая задалка трещин и пустот	Прорезка суффозионно-неустойчивых грунтов, создание понура, облицовки	Критический градиент, скорость фильтрации, наличие трещин и полостей
Сползни и оплывины	Повышение УГВ, их уклона и скорости фильтрации, крутые склоны, структурно-неустойчивые грунты	Обильные поливы, чрезмерное увлажнение откосов, орошение земель вдоль дренирующих элементов, подрезка склонов	Уположение откосов и склонов, их разгрузка, охранные целики, лотковая и закрытая сеть	Расчеты устойчивости, коэффициент запаса при разных условиях увлажнения
Подтопление земель	Понижения, слабая дренированность, напорные воды	Освоение вышележащих земель, низкий КПД, слабая дренажная сеть	Дренаж, улучшение показателей оросительной системы	Фильтрационное строение, Кф, баланс и режим ГВ

УДК 624.131.1

Е.Н. Сквалецкий
(Таджикский филиал ВНИИГиМ)

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТА СКОРОСТИ ВОДЫ В КАНАЛАХ

Допускаемые неразмывающие скорости воды в каналах (Vнр) в глинистых грунтах определяются в зависимости от расчетного удельного сцепления (Ср) и содержания легкорастворимых солей, но использование приведенных в СНиП II-52-74 показателей приводит к неоправдано низким значениям сцепления. Так, при требуемых нормами 25 определениях сопротивления сдвигу доверительная вероятность (α) расчетного удельного сцепления равна: $\alpha = 0,99$ для магистральных каналов, $\alpha = 0,98$ для межхозяйственных распределителей и $\alpha = 0,95$ для межхозяйственных распределителей.

Такие высокие значения α для расчетов удельного сцепления на практике ведут к большим запасам. Зачастую величина Ср меньше фактических минимальных значений сцепления, полученных опытным путем, а в ряде случаев Ср имеет отрицательную величину, т.е. теряет физический смысл. Это видно из табл. I, где приведены расчеты удельного сцепления по трассам магистральных каналов в Дангаринской долине Таджикистана, проходящих в лессовидных суглинках. Полученные результаты оказались неприемлимыми, поэтому Ср рассчитывали с доверительной вероятностью: для магистральных каналов $\alpha = 0,95$, для остальных $\alpha = 0,85-0,9$. Полученные величины оказались близкими к среднеминимальным значениям сцепления и обеспечивали требуемую надежность. В практике инженерно-геологических расчетов рекомендуется использовать указанные величины α, а расчетное значение Ср определять в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-75.

Вторым показателем, влияющим на Vнр, является содержание легкорастворимых солей. К ним СНиП II-52-74 относит только хлориды и соли натрия. Однако кроме них легкорастворимыми являются гидрокарбонаты кальция и магния и сульфат магния, причем соли магния во многом определяют водопрочность структурных связей в глинистых грунтах. Поэтому их исключение неоправдано, и они должны быть учтены при определении неразмывающих скоростей. В СНиП $V_{нр}$ даны для двух видов грунтов - при содержании легкорастворимых солей $\leq 0,2\%$, (незасоленные) и 0,2-3,0%

Таблица I

Канал	Число опытов	Значения удельного сцепления, кПа		б по СНиП	Сцепление, кПа		
		мини-мальное	средн.		средне-мини-мальное	по ГОСТ	по СНиП
ВД-2	72	3	23	7,5	I3	II	3,2
ВД-3	I45	2	I9	8	I0	9	-3,8
ВД-3	27	2	I8	7	I0	9	-I,3

Таблица 2

Сцепление, С кПа	Содержание легкорастворимых солей, % по весу			
	≤0,3	0,3I-0,5	0,5I-I,0	I,0I-3,0
≤ I	I,0	0,95	0,92	0,9
2	I,0	0,9	0,85	0,8
3-4	I,0	0,9	0,8	0,7
≥5	I,0	0,9	0,75	0,6

(засоленные). Различия для них при Ср ≥ I,0 кПа составляют 40-42% или 0,4-I,2 м/с, хотя известно, что по мере увеличения содержания легкорастворимых солей водостойкость грунтов уменьшается постепенно. Поэтому, по мере роста засоленности правильнее дифференцированно снижать величину допустимой неразмывающей скорости. Это можно сделать, вводя понижающие коэффициенты на Vир в незасоленных глинистых грунтах (табл. 2).

Для установления засоления необходимо учитывать все легкорастворимые соли, к которым помимо хлоридов относятся бикарбонаты, карбонат натрия, сульфаты магния и натрия. Их содержание может быть определено по результатам водной вытяжки путем исключения перешедшего в водный раствор гипса, что значительно упростит вычисления, весьма громоздкие по требованиям указанного норматива.

УДК 55I.438:624.I3I.23:63I.6

В.А.Таптунова, В.Н.Сафарова
(Таджикский филиал ВНИИГиМ)

ТИПИЗАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ПРИЧИН ОПОЛЗНЕОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

При изысканиях для обоснования ТЭО и схем инженерной защиты территорий от оползней рекомендуется выделять их парагенети-

Причина смещения	Фактор оползнеобразования	Влияние фактора на оползневой склон	Защитные мероприятия
Утечки из оросительной сети, ненормированный полив	Увлажнение грунта в верхней части склона	Снижение прочности пород, изменение напряженного состояния (ΔP) за счет увеличения их веса	Гидроизоляция каналов, контроль за состоянием закрытой сети, ограничение времени работы каналов вегетационным периодом, соблюдение норм и техники поливов,
	Подъем УГВ, образование верховодки	То же, изменение ΔP за счет гидродинамического и гидростатического давления	
Сокращение неполивной полосы вдоль склона	Увеличение мощности увлажненных пород, рост уклона грунтовых вод	Снижение прочности пород, изменение ΔP за счет гидростатического и гидродинамического давления	Создание охранной зоны вдоль склонов
Распашка земель вдоль склона	Увеличение инфильтрации поверхностных вод	Снижение прочности пород, изменение их напряженного состояния	Создание охранной зоны вдоль склонов
Быстрое снижение уровня в каналах и водохранилищах	Изменение подпора воды	Изменение напряженного состояния за счет гидростатического и гидродинамического давления	Регулирование уровня, уполаживание откосов до оптимальной крутизны
Неорганизованный сброс поверхностных вод	Усиление расчлененности рельефа	Изменение напряженного состояния пород	Контроль за поверхностным сбросом, засыпка оврагов и промоин
Устройство выемок и насыпей	Подрезка и пригрузка склона	То же	Обход оползнеопасных участков, разгрузка склона, применение труб и лотков
Разрушение концевых частей сбросной и оросительной сети	Подмыв склона	То же	Совершенствование элементов конструкций оросительной и сбросной сети
Динамические воздействия за счет движения транспорта, взрывов и т.п.	Вибрация	Снижение прочности пород за счет разрушения структурных связей, тиксотропного разжижения	Устранение вибрационных воздействий вблизи оползневых склонов

ческие ассоциации, для которых дифференцированно разрабатывают принципы защиты. В связи с орошением в Таджикистане получили широкое распространение оползни в лессовых породах и на контакте их с коренными. По инженерно-геологическому типу - это оползни-потоки, характеризующиеся катастрофическим характером проявления и приносящие значительный ущерб. Как показывает опыт, противооползневые мероприятия на орошаемых массивах лежат в области регулирования хозяйственной деятельности человека. Отсюда - необходимость типизации антропогенных причин и факторов оползнеобразования. Предлагаемая типизация ирригационно-хозяйственных причин оползнеобразования разработана на основе анализа опубликованных данных и полевых наблюдений на орошаемых массивах Таджикистана (см. табл.).

УДК 624.131.1:624.131.23

В.А. Таптунова
(Таджикский филиал ВНИИГиМ)

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ПОРИСТОСТИ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОРОШАЕМЫХ ЛЕССОВЫХ МАССИВОВ

При инженерно-геологической оценке орошаемых площадей, сложенных лессовыми породами, необходимо знание таких водно-физических характеристик как влажность разрыва капилляров (ВРК), предельная полевая влагоемкость (ППВ), коэффициент фильтрации (Кф), относительная просадочность (δпр), используемых для определения времени предварительного замачивания, расчетов инфильтрационного питания грунтовых вод, поливных и промывных норм. Обычно ВРК, ППВ и Кф находят путем длительных полевых опытов. В настоящее время отсутствуют однотипные и достаточно надежные способы определения указанных показателей в лабораторных условиях. Проведенное автором изучение лессовых пород Юго-Западного Таджикистана показало, что исследуя распределение пор по размерам, можно одновременно определять указанные водно-физические характеристики пород, а также содержание глинистых частиц N% (<0,002 мм) и просадочность. При этом ВРК и ППВ получают прямым путем, $\delta_{пр}$, Кф, N - на основе корреляционных зависимостей. В лессовых породах выделяют 3 группы пор, различающихся по подвижности заполняющей их влаги и роли в процес-

ах просадочного уплотнения:

- диаметром < 0,003 мм ($П_1$). В процессах уплотнения не участвуют. Удерживают влагу под влиянием сорбционных, осмотических и менисковых сил. Степень связанности влаги > I атм., передвижение ее возможно только путем диффузии пара (труднодоступная влага). Солеперенос замедлен. Объем пор равен ВГК и возрастает с увеличением глинистости;

- диаметром от 0,003 до 0,01-0,02 мм ($П_2$). В зависимости от давления могут участвовать в уплотнении. Определяют содержание гравитационно-капиллярной (среднеподвижной) влаги. Степень связанности влаги в порах уменьшается от I до 0,3-0,15 атм, активность солепереноса возрастает. Суммарный объем пор <0,01-0,02 мм соответствует ШВ;

- диаметром >0,01-0,02 мм ($П_3$). Играют основную роль в процессах природного уплотнения и при просадках, соответствуют гравитационной (легкоподвижной) влаге, способствуют активному солепереносу. Установлена прямая зависимость между их объемом и (δпр), а также Кф.

В условиях Таджикистана коэффициент корреляции (r) между Кф м/сут, δпр %, содержанием глинистых частиц, с одной стороны, и объемом пор определенного размера с другой обычно равен 0,7-0,9. Это дает возможность использовать дифференцированную пористость в качестве комплексного показателя инженерно-геологических свойств грунтов.

Для этого на ключевых участках, количество которых определяют по числу морфогенетических типов пород, проходят шурфы с послойным (но не реже, чем через I м) отбором монолитов. Из каждого слоя отбирают по 3 образца для определения дифференцированной пористости и по 2 - для определения δпр, Кф и грансостава. При определении дифференцированной пористости используются образцы грунта ненарушенного сложения в воздушно-сухом состоянии. Определение производят капиллярметром конструкции НИИПГиМ, в котором керамическая мембрана заменена бумажным бактериологическим ультрафильтром. Образец насыщают керосином, помещают в капиллярметр, в котором ступенями создав. разрежение. Для дренирования пор диаметром >0,02 мм необходимо разрежение 94 см вод.ст., диаметром 0,02-0,01 мм - 190 см, 0,01-0,003 мм - 630 см. Объемы пор определяют по объему вытекшего керосина, а пор <0,003 мм - по весу керосина, оставшегося в

образцах после отсасывания.

Для $\sigma_{пр}$ (P = 0,2 МПа) и Кф рассчитывают парную корреляцию с объемом пор >0,02 мм, для содержания глинистых частиц - <0,003 мм. Количество парных определений устанавливают в зависимости от принятых значений доверительной вероятности. Если $r \geqslant 0,7$, между показателями дифференцированной пористости и свойств породы рассчитывают уравнения регрессии, на основании которых составляют таблицы для отдельных регионов и генетических типов пород. Для лессовых пород Юго-Западного Таджикистана (Колхозабадский район) получены следующие зависимости:
$N = 0,98\ П_I - 10,38$; $Кф = 0,02\ П_3$; $\sigma_{пр} = 0,35\ П_3 - 0,62$.

Использование дифференцированной пористости позволяет увеличить объем информации о зоне аэрации орошаемого массива при одновременном сокращении объема лабораторных работ и является одним из резервов оптимизации изысканий для мелиоративного строительства.

УДК 556.3.01:634.131.1

Х.Т.Туляганов, Э.В.Мавлянов
(ГИДРОИНГЕО)

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КРУПНОМАСШТАБНОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МЕЛИОРАЦИИ

Предлагаемая методика разработана на основе обобщения многолетнего опыта гидрогеологического и инженерно-геологического обоснования проектов ирригационно-мелиоративного освоения территории, накопленного в ГИДРОИНГЕО, Средазгипроводхлопке, Узгипроводхозе, является дополнением к "Методическому руководству по гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям"(1972 г.). Цель специализированной съемки - обеспечение качественной и количественной информации о природных условиях, составление прогнозов изменений природных условий для разработки инженерных мероприятий по рациональному использованию и охране геологической среды при ирригационно-мелиоративном освоении территории.

Основными задачами съемки являются изучение, картирование и выявление: особенностей строения и распространения морфогенетических типов и форм рельефа и их морфометрическая харак-

теристика; литолого-фациальных условий, условий залегания, распространения, мощности и строения петрографических типов и разновидностей горных пород, слагающих отдельные стратиграфо-генетические комплексы отложений, развитых до первого от поверхности земель регионального водоупора; солевого состава и степени засоленности грунтов в зоне аэрации, а в опорных выработках - в зоне водонасыщения грунтов до регионального или местных водоупоров; фильтрационных свойств грунтов зоны аэрации и насыщения; пространственной изменчивости состава, состояния и физико-механических свойств, структурно-текстурных особенностей грунтов стратиграфо-генетических комплексов; условий формирования, распространения, глубин залегания и направления потоков грунтовых вод с оценкой общей минерализации, химического состава и агрессивности; установления глубин залегания, распространения и литолого-фациальной изменчивости регионального и местных водоупоров по площади и вертикальному разрезу с оценкой фильтрационных свойств; основных гидрогеологических, гидродинамических и гидрохимических параметров водоносных горизонтов и комплексов, главным образом - до регионального водоупора с оценкой их гидравлической взаимосвязи; оценки запасов подземных вод для водоснабжения, орошения и мелиорации; установления воздействия орошения и связанных с ним ирригационно-мелиоративных сооружений на естественные гидрогеологические и инженерно-геологические условия и ландшафтный облик территории с определением их граничных условий в зависимости от продолжительности периода эксплуатации оросительных систем; режима грунтовых и напорных вод на протяжении минимум одного года с оценкой дренированности орошаемой территории; характера распространения и интенсивности проявления инженерно-геологических процессов и/явлений, а также количественной характеристики новейших тектонических движений и сейсмичности территории; естественных строительных материалов в пределах картируемой площади и прилегающих территорий.

Перечисленные задачи решаются путем применения следующего комплекса методов исследований: гидрогеологической и инженерно-геологической съемки с постановкой опорных, разведочных и картировочных выработок; опытных гидрогеологических и инженерно-геологических исследований в натурных условиях; стационарных исследований режима грунтовых вод и водно-солевого баланса

мелиорируемых земель; аэрокосмических, ландшафтно-индикационных и геофизических и математических методов; лабораторных исследований инженерно-геологических свойств грунтов и химического состава поверхностных и подземных вод. Завершающим этапом является разработка прогнозов региональных изменений гидрогеологических и инженерно-геологических условий в связи с ирригационно-мелиоративным освоением территорий.

Результаты съемки отражают на серии аналитических карт: фактического материала; четвертичных отложений; геоморфологической с оценкой морфометрических показателей рельефа; стратиграфо-генетических комплексов и состава пород до регионального водоупора; гидрогеологической; глубин залегания и гидроизогипс грунтовых вод; взаимосвязи грунтовых вод с нижележащими водоносными горизонтами; минерализации и химического состава грунтовых и напорных вод; естественных потоков грунтовых и субнапорных вод; просадочности лессовых пород; фильтрационного строения; степени и характера засоленности почвогрунтов; месторождений строительных материалов.

На основе синтеза аналитических карт составляют специализированные карты районирования: возможности применения видов дренажа; гидрогеолого-мелиоративного и инженерно-геологического районирования с элементами пространственного и временного прогнозов изменений важнейших инженерно-геологических и гидрогеологических компонентов. Разработаны их макеты применительно к типовым геолого-структурным, геоморфологическим, гидрогеологическим и инженерно-геологическим условиям Средней Азии и Южного Казахстана.

УДК 624.131.6:519.27

А.А.Уваров, А.Б.Цветков
(Росгипроводхоз)

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНДАРТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ МЕЛИОРАТИВНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ

Стандартизированная система регрессионного анализа является высокоэффективным методом инженерной обработки данных исследований, получаемых при изысканиях. Она основана на статистическом изучении получаемых данных и прогнозировании на их ос-

нове различных характеристик почв, пород, грунтов, литологических горизонтов и т.д. Системой предусмотрена статистическая обработка данных по всем выборкам, характеризующим геологический массив в относительно однородных условиях.

Используя результаты анализа, все исходные выборки преобразуют в стандартизированные, расположенные на отрезке [0,I]. Трансформирование практических выборок по различным переменным, характеризующим различные свойства пород, в безразмерную систему на отрезке [0,I] позволяет использовать одно из свойств выборок – относительное постоянство их размаха. Ранее эта характеристика не входила в расчеты, хотя является источником ценной информации. Анализ показывает, что величины размахов выборок по различным свойствам изменяются в относительно узких пределах. Поэтому можно получить формулы взаимосвязей по многим характеристикам пород, устойчивых на больших территориях.

Уравнения взаимосвязей в стандартизированном виде чрезвычайно простые. Для их нахождения не требуется применения способа наименьших квадратов, поскольку величины размахов выборок и межвыборочного тренда, которые входят в уравнения регрессий, достаточно надежно определяют в процессе первичного статистического анализа. Для наглядности приведем несколько примеров.

В различных районах Нечерноземной зоны были получены взаимосвязи между геофизическими и физико-механическими характеристиками пород: $N = -0,892 \lg\rho + I,392$; $N = -0,37 \lg\tau + 0,390$;
$\lg\tau = -I,I76 \lg\rho + 2,829$; $\lg\varphi = -I,477 \lg\rho + 2,954$;
$\lg\varphi = -I,I37 \lg\tau + I,I37$; $C = -I,I89 \lg\rho + 2,20$;
$\gamma_{ск} = -0,538 \lg\tau + I,539$; $\varepsilon = 0,24I/V_s - 0,IOI$, (I)

где: N – количество глинистых частиц; τ – число пластичности; φ – угол внутреннего трения, град; C – сцепление, кг/см^2; $\gamma_{ск}$ – объемная масса скелета грунта, г/см^3; ε – коэффициент пористости; ρ – электросопротивление; τ – поляризуемость; V_s – скорость поперечной сейсмической волны.

В другом районе использовать эти взаимосвязи нельзя, необходимо найти новые, затрачивая много труда, средств и времени. Используя новую систему, уравнения взаимосвязей вида

$$y_i = \Delta X_i^M R_y + T_y$$

в (I) запишутся следующим образом (с учетом размахов выборок и трендов):

$N_i = \Delta lg\rho/R_i lg\rho \cdot 0,50 + 0,005$; $\tau_i = \Delta lg\rho_i/R\ lg\rho \cdot 17,0 + 3,0$;
$\varphi_i = \Delta lg\rho_i/R\ lg\rho \cdot 28,0 + 12,0$; $C_i = \Delta lg\rho/R\ lg\rho \cdot 7,0 + 0,5$;
$\gamma_{ск_i} = \Delta lg\rho_i/R\ lg\rho \cdot 0,60 + 1,0$; $\delta_{ск_i} = \Delta V_{si}/R\ V_s \cdot 0,60 + 1,0$;
$\varepsilon_i = \Delta lg\rho_i/R\ lg\rho \cdot 0,75 + 0,45$; $\varepsilon_i = \Delta V_{si}/R\ V_s \cdot 0,75 + 0,45$ (2)

Уравнения (2) характеризуются хорошей устойчивостью, и в случае надобности легко корректируются путем изменения размаха и тренда.

Так же легко находят уравнения множественных взаимосвязей. Используя данные геофизических измерений, достаточно надежно определяют модуль деформации грунтов E :

$$E_i = (0,5\Delta V_{si}^{н} + 0,33\Delta lg\tau_i^{н} + 0,17\Delta lg\rho_i^{н}) \cdot 28,0 + 7,0 \text{ (МПа)}$$

Модуль деформации грунтов можно также оценить по гранулометрическому составу, консистенции и другим показателям:

$$E = [0,05N_{пес} + 0,03N_{пыл} + 0,02N_{гл} + 0,35\Delta\varepsilon^{н} + 0,35(1-J_i) + 0,2\Delta\gamma_{ск}^{н}]\ 47,0 + 3,0 \text{ (МПа)},$$

где N – содержание фракций грунта, в долях единицы; $\varepsilon^{н}$ – величина переменной составляющей коэффициента пористости, нормированная по размаху (для данного типа грунта); J_i – показатель консистенции; $1,3 \leqslant \gamma_{ск} \leqslant 1,8$; $0,5 \leqslant \varepsilon^{н} \leqslant 1,5$; $0,0 \leqslant J_i \leqslant 1,0$.

II. МЕЛИОРАТИВНАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЯ

УДК 556.3:550.93.001

И.Б.Абрамов, А.Д.Животов
(Каховская ГТМЭ Минводхоза УССР)

ВЛИЯНИЕ РАЗДЕЛЬНЫХ ГЛИНИСТЫХ СЛОЕВ НА ОБВОДНЕНИЕ ВЫШЕЛЕЖАЩИХ ЛЕССОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Как показали исследования на Каховской оросительной системе, расположенной на плиоценовой морской террасе в междуречье Днепр–Молочная, первый раздельный глинистый горизонт залегает в подошве лессового покрова на глубине 15–24 м. Глины отмечены на 60% территории массива; преобладают две разности: зеленовато-серые и красно-бурые. Глины обычно плотные, жирные, местами карбонатизированы, красно-бурые часто опесчаненные. Мощность глин варьирует от десятков сантиметров до десяти метров (чаще 2–8 м). Фильтрационные свойства пестрые, коэффициент фильтрации меняется от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-5}$ м/сут.

В естественных условиях грунтовые воды над горизонтами глин не формировались. Орошение привело к нарушению естественного равновесия, что обусловлено превышением фильтрационных потерь над величиной перетока через глинистый слой. В результате в лессовых грунтах над раздельным глинистым слоем начали формироваться купола ирригационно-грунтовых вод. Для качественной характеристики перетока через раздельный слой Корновым И.Е., Смирновым Р.А. и Баером Р.А. был предложен показатель интенсивности связи, который представляет собой отношение величины перетока к величине питания по площади. Использование этого показателя возможно только при наличии данных о величине их питания, что усложняет расчеты.

С целью упрощения оценки условий формирования гидрогеолого-мелиоративной обстановки, возможного развития заболачивания и засоления земель, разработки профилактических эксплуатационных мероприятий при освоении лессовых равнин предлагается производить оценку водопроницаемости раздельных слоев глин по коэффициенту перетока (Кп), как отношение их коэффициента фильтрации (К) к мощности слоя (m). С указанной величиной коррелируются такие мелиоративные показатели, как высота обводнения лессовых грунтов, интенсивность роста уровня

ирригационно-грунтовых вод, вынос солей в нижележащие горизонты. Высота максимального подъема уровня ирригационно-грунтовых вод над кровлей глин при Кп = 10^{-3} I/сут составляет I0 м, при Кп = 10^{-4} - I7 м, при Кп = 10^{-5} I/сут - 24 м. Таким образом, по глубине залегания раздельного слоя с определенными фильтрационными свойствами в процессе изысканий можно произвести оценку территорий по возможности их подтопления, необходимости дренажа.

Оценку возможности передвижения солей из зоны аэрации и в целом из четвертичной толщи, предлагается давать согласно зависимости, установленной Абрамовым И.Б. (см. табл.)

Кп = к/м, I/сут	Условия выноса солей
более 0,5	хорошие
0,5-0,0I	удовлетворительные
0,0I-0,005	затрудненные
менее 0,005	неудовлетворительные

Выявленные закономерности солевых характеристик позволяют рекомендовать при проектировании дренажа на площадях распространения глин с Кп $\geqslant$ 0,0I мелиоративный режим с небольшим периодом промывок; при Кп < 0,0I - относительно длительный период промывок с поддержанием в вегетационный период рассоляющего режима в корнеобитаемом слое. Наиболее неблагоприятная гидрогеолого-мелиоративная обстановка будет складываться при величине Кп < 0,00I.

УДК 556.3.0I:68I.3:626.8

Ф.Б.Абуталлиев, И.Хабибуллаев,
А.Бахрамов, Р.Н.Усманов, С.Х.Хушвактов
(Узбекгидрогеология)

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭВМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГИДРОГЕОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В связи с ростом орошаемых земель в Средней Азии большое значение приобретает прогноз изменения гидрогеологических условий при орошении, поскольку подземные воды в условиях аридной зоны являются фактором почвообразования, источником водо-

снабжения, орошения и обводнения. Недоучет подземных вод при освоении земель в сложных гидрогеологических условиях (особенно на предгорных равнинах и конусах выноса) приводит к ухудшению природных условий. Особое значение имеет прогноз изменения уровенного режима и минерализации, а также загрязнения подземных вод ядохимикатами и другими вредными веществами на орошаемых землях. Для решения этих задач на массивах со сложными гидрогеологическими условиями все чаще используют методы математического моделирования с применением ЭВМ. Математическое моделирование обеспечивает высокое качество прогнозов при соответствующей достоверности геофильтрационной схемы.

Методика схематизации неоднородных толщ слоистых отложений, особенно при сложной взаимосвязи подземных вод, а также поверхностных и подземных вод находится в стадии разработки. Методика прогнозирования гидрохимического режима подземных вод при орошении в связи со сложностью его формирования требует совершенствования на основе развития теории массопереноса (солепереноса).

В связи с изложенным ГИДРОИНГЕО разрабатывает принципы применения математических методов и ЭВМ для решения различных гидрогеологических задач, которые являются основой оценки гидрогеолого-мелиоративной обстановки орошаемых массивов. Исследования ведутся совместно с Институтом кибернетики АН УзССР для разработки: автоматизированной информационной системы оперативного сбора, анализа, хранения и обработки гидрогеолого-мелиоративной информации на базе современных ЭВМ; специального математического обеспечения решения комплекса геофильтрационных и гидрогеохимических задач; методики моделирования, отражающего гидрогеологические условия предгорных равнин (безнапорно-напорного потока) и конусов выноса, а также взаимодействия водоносных горизонтов; методики комплексного исследования гидродинамических и гидрогеохимических процессов с применением численных методов и ЭВМ.

На основе исследований решаются конкретные гидрогеологические задачи, связанные с подсчетом эксплуатационных запасов подземных вод и расчетом дренажа на орошаемых территориях.

УДК 556.3:631.6(477)

В.Е.Алексеевский, Н.Н.Муромцев
(УкрНИИГиМ)

ГИДРОГЕОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ УСЛОВИЯ ОРОШАЕМОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

Орошаемые земли Украины находятся в степной зоне в пределах Херсонской, Крымской, Одесской, Николаевской, Запорожской, Днепропетровской, Донецкой, Ворошиловградской и Харьковской областей. Территория характеризуется недостаточным увлажнением: в северной ее части среднегодовое количество осадков составляет около 450 мм, в южной уменьшается до 300мм. Следует отметить, что с 1977 г. годовые суммы осадков были выше среднемноголетних на 115–250 мм.

Почвы степной зоны изменяются от черноземов обыкновенных на севере до темнокаштановых и каштановых на юге. В этом же направлении увеличивается засоленность, солонцеватость и осолоделость почв. Почвогрунты зоны аэрации на большей части территории преимущественно незасоленные или слабозасоленные. Засоленные почвы распространены в основном в поймах, на низких надпойменных террасах и морском побережье.

Орошаемая территория расположена в пределах Причерноморской и Приднепровской низменностей, а также Азово-Приднепровской и Донецкой возвышенностей. Для нее характерно наличие широких водоразделов, речных и морских террас, подов. Вся территория отмечается слабой естественной дренированностью и бессточностью, особенно водораздельные равнины. Несколько лучшие условия дренированности характерны для террасовых равнин Днепра, эрозионно-денудационных равнин Донбасса, Украинского кристаллического щита.

Рассмотрим условия формирования гидрогеолого-мелиоративных условий на примере Ингулецкого и Краснознаменского массивов орошения. Ингулецкий массив – один из первых, где было начато орошение на Украине, – расположен в южной части Ингулецко-Бугского междуречья с площадью поливных земель около 70 тыс.га. До орошения грунтовые воды залегали на глубине 5–10 м, местами 15–17 м. Ввод оросительной системы в эксплуатацию вызвал значительное изменение гидрогеолого-мелиоративных условий. В результате фильтрационных потерь из каналов, инфильтрации поливных вод на орошаемых землях в лессовой тол-

ще сформировался горизонт ирригационно-грунтовых вод, уровень которого из года в год поднимался со скоростью 0,5–2 м/год, достигая 3–4 м/год вдоль крупных каналов. В результате на массиве создалась пестрая картина распространения ирригационно-грунтовых вод, в целом отражающая конфигурацию элементов оросительной сети и орошаемых участков. В северо-восточной части массива за период эксплуатации систем грунтовые воды получили повсеместное распространение, в юго-западной части они залегают в виде отдельных изолированных линз, бугров и куполов на орошаемых участках, в приканальных зонах и крупных подовых понижениях. В условиях орошения при подъеме грунтовых вод до I–2 м, особенно в пониженных участках, развиваются процессы вторичного засоления и осолонцевания почв. Для улучшения мелиоративного состояния земель на массиве устраивают противофильтрационные покрытия, коллекторно-сбросную и дренажную сеть.

Краснознаменский орошаемый массив площадью 87,5 тыс. га расположен в пределах аллювиальной равнины. Геоструктурную основу территории образует северное крыло Причерноморской впадины с неоднородным геологическим строением и гидрогеологическими условиями. Выше регионального водоупора (нижне- и среднесарматские глины) залегают верхнесарматские, меотические и понтические отложения (преимущественно известняки), которые перекрываются песчано-глинистыми киммерийско-куяльницкими отложениями. Покровные образования мощностью до 25 м представлены делювиально-аллювиальными супесями и суглинками и подстилаются древне-аллювиальной песчано-глинистой толщей. Здесь выделены две схемы фильтрации: безнапорного режима фильтрации в условиях однопластовой системы и напорно-безнапорного режима с перетеканием грунтовых вод через слабопроницаемый раздельный слой в условиях двухпластовой системы. Роль раздельного слоя выполняет горизонт субаквальных глинистых пород верхнеплиоценового возраста мощностью 5–6 м.

Первые орошаемые площади на Краснознаменском массиве были введены в 1958 г. За 1960–1966 гг. под влиянием орошения на массиве повышался УГВ: в южной части на I,3–2,0 м, в северной – 3–8 м. В последующие годы подъем был менее интенсивным (0,5–0,6 м). С 1969 г. режим грунтовых вод на массиве определялся в основном соотношением водоподачи и величины испаре-

ния грунтовых вод, а также отводом их горизонтальным и вертикальным дренажем. В условиях орошения и вертикального дренажа (350 дренажных скважин) формирование гидрохимического режима направлено в сторону содового засоления. За период строительства и эксплуатации вертикального дренажа (1972–1980 г.г.) площади содовых грунтовых вод возросли на 21,1 тыс.га. Основные причины их формирования обусловлены ландшафтно-зональными природными особенностями Краснознаменского массива – наличием на севере его территории Олешковских песков. В результате химического выветривания песков грунтовые воды приобретают гидрокарбонатно-натриевый (содовый) состав. Растекание грунтовых вод с севера территории и усиление разгрузки подземных вод за счет дренажного водоотбора на юге массива способствует повсеместному развитию здесь грунтовых вод данного типа. При залегании содовых грунтовых вод с минерализацией 0,6–2,0 г/л на глубине менее 2,0 отмечается снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Поэтому интенсификация орошаемого земледелия на Краснознаменском массиве должны включать интенсивную химизацию земель.

УДК 556.13.114:631.6

А.К. Алимов
(АзНИИГиМ)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЛИЗИМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В последние годы в Кура-Араксинской низменности за счет орошения увеличилась скорость подъема грунтовых вод, что привело к изменению мелиоративного режима почвогрунтов. Площади с УГВ до 1; 1–2; 2–3 м возросли с 1951 по 1980 гг. соответственно на 17,7; 8,5 и 8,6%, а земли с уровнем 3–5 м уменьшились на 15,4%, 5–10 м – на 19,5%. За счет инфильтрации опреснились грунтовые воды; площади с минерализацией <1 г/л возросли на 16,9%, 1–2 г/л – на 24,3%, 2–3 г/л – на 11,2%, 3–5 г/л – на 7,0% (за счет сокращения земель с минерализацией >5 г/л.). С подъемом УГВ возросла инфильтрация и испарение вод. Для определения этих показателей применен лизиметрический метод. Лизиметры установлены на территории Карабахской водно-балан-

Таблица I

h,м	A, тыс. м³/га					N, тыс. м³/га							
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	3	4	5	6	7	8	9	I0
0,5	II	I2	I4	I6	22	I2	I9	27	33	42	47	54	6I
I,0	8	9	I0	I3	I5	6	II	20	25	32	37	43	50
2,0	3	5	7	8	II	4	6	8	II	I5	2I	24	27
3,0	I	2	3	4	6	2	3	5	7	I0	I2	I7	2I

Таблица 2

N, тыс. м³/га	ДПЗ	h=0,5 м		h=I,0 м		h=2,0 м		h=3,0 м	
		zИ	Иг	zИ	Иг	zИ	Иг	zИ	Иг
	I	9I78	6528	6456	2I96	620I	896	6034	594
	2	936I	679I	6532	2I52	6273	965	607I	63I
3	3	II035	9II5	7956	3026	7234	I899	6299	859
	4	I2I75	9725	9I69	4II9	7349	I989	6302	862
	5	I2555	I0I25	I02I5	5065	7504	2I44	63I5	875
	I	9336	5266	7847	I827	7562	737	7448	498
	2	9579	5I29	795I	I9II	7653	824	7458	508
5	3	II256	8406	8965	2825	8592	I7I5	8089	739
	4	I2759	8929	9865	3665	8766	I866	8093	748
	5	I29I6	9II6	I0673	4I23	9I53	I953	8I08	756
	I	9538	38I8	8876	I206	8672	345	82I6	2I6
	2	9792	3992	87II	I32I	8576	4II	8398	228
7	3	I2332	743I	9582	2I92	9256	I79I	9I04	634
	4	I3023	7833	I0I88	3I68	I0075	I825	9529	659
	5	I33I6	7966	I0995	3385	I0I06	I856	9545	675
	I	9826	2936	97I8	9I5	95I3	295	9I42	I42
	2	9936	3326	9663	973	9576	3II	9485	I55
9	3	I262I	592I	I0453	I963	I0378	III3	I0285	485
	4	I3283	6243	I0849	2049	I0556	I266	I0494	493
	5	I379I	684I	IIII4	2364	I077I	I38I	I06I6	556

где h – глубина уровня воды от поверхности земли, м; ДПЗ:
I – кукуруза; 2 – ячмень; 3 – хлопчатник; 4 – естественная растительность; 5 – люцерна

совой станции в средней части конуса выноса реки Тертерчая. Здесь заложено по 6 лизиметров площадью I м^2 с глубиной воды 0,5; I,0; 2,0 и 3,0 м. В целях автоматизации водоподачи, определения инфильтрационного питания, испарения с поверхности грунтовых вод, очистки фильтровой части, автор усовершенствовал лизиметры.

Результаты определения инфильтрационного питания грунтовых вод за I976-I98I гг. в % от объема атмосферных осадков (А) и оросительных вод (N) даны в табл. I, а суммарное испарение (ΣИ) и испарение грунтовых вод (Иг) за те же годы (в м^3) - в табл. 2. Величина инфильтрации при одинаковых глубинах в лизиметрах с оголенной почвой в I,5-I,8 раза больше, чем с сельскохозяйственными культурами. С увеличением мощности зоны аэрации в 6 раз инфильтрация уменьшается с оголенной поверхности в 7-I6 раз, хлопчатником - в 3-I6, естественной растительностью - в 3-I3, люцерной - в 3-I2 раз. С увеличением объема оросительных норм в 3,3 раза инфильтрационное питание грунтовых вод при глубине залегания уровня воды 0,5 м возросло в I7-22, а 3,0 м - в 30-40 раз; с ростом мощности зоны аэрации оно уменьшается по закону параболы. Аналогичные закономерности наблюдаются и при суммарном испарении.

УДК 556.344.52:556.3.06

К.М. Аripов
(ГИДРОИНГЕО)

ТИПИЗАЦИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО РЕЖИМА ГРУНТОВЫХ ВОД ОРОШАЕМЫХ РАЙОНОВ В СВЯЗИ С ЕГО ПРОГНОЗИРОВАНИЕМ

Анализ и статистическая обработка многолетних (25-30 лет) наблюдений по региональной сети скважин на территории Узбекской ССР позволили дать количественную оценку изменчивости во времени и в пространстве сезонных гидродинамических параметров (максимальных и минимальных положений и амплитуд колебания УГВ). На этой основе предложена принципиально новая гидродинамическая схема типизации режимов и выделены группы, типы и виды режима грунтовых вод. Группы режима грунтовых вод характеризуют направленность процесса во времени: установившаяся (стационарная) и неустановившаяся (нестационарная). В

первой из них выделено пять гидродинамических типов (включая и естественный режим):

- сезонные параметры устойчивы во времени и отклонения не не превышают 10% нормы; без проявления многолетней цикличности;

- сезонная амплитуда колебания уровня устойчива во времени с отклонениями до 10%; под влиянием многолетней цикличности метеорологических факторов отметки сезонных максимальных и минимальных глубин во времени изменяются равнозначно;

- отметки сезонных минимальных положений устойчивы во времени с отклонениями до 10%; под влиянием многолетней цикличности в стоке рек отметки сезонных максимальных положений и величина амплитуды колебания уровня изменчивы во времени;

- под влиянием многолетней цикличности метеорологических факторов изменчивы во времени все сезонные параметры;

- без проявления во времени сезонных экстремальных положений, с возможным слабым проявлением многолетней цикличности в отметках среднегодовых уровней (застойный тип режима уровня).

В группе неустановившегося режима грунтовых вод выделены два типа: хронологическая кривая характеризуется непрерывным снижением или повышением среднегодовых уровней во времени.

В группе установившегося режима УГВ по отметкам глубин их залегания в периоды сезонных максимальных и минимальных положений, срокам их проявления и амплитудам колебаний выделены виды гидродинамического режима. Площади репрезентативности всех выделенных групп, типов и видов гидродинамического режима грунтовых вод охарактеризованы в геолого-структурном, геоморфолого-литологическом, гидрогеологическом и водохозяйственном отношениях. Выявлена зависимость территориальной приуроченности каждого типа и вида от указанных факторов. Отмечена прямая связь между величинами сезонных параметров гидродинамического режима грунтовых вод и сроками их проявления от природных факторов и таких водохозяйственных, как наличие и вид искусственного дренажа, зимне-весенних промывок земель, возделываемых культур.

Впервые для площадей с неустановившейся группой режима грунтовых вод выявлены особенности развития процесса во времени. При режиме грунтовых вод с непрерывным снижением уровня ранее установленные закономерности резко нарушаются. Нарушения эти выражаются в: а) преобразовании установившегося режима в

искусственно неустановившийся с выраженной тенденцией многолетнего спада; б) нивелировке в ходе многолетнего спада сезонного колебания уровня в зоне питания подземных вод; в) смещении сроков наступления экстремальных значений уровня; г) абсолютном увеличении амплитуд колебаний подземных вод в зонах их транзита и разгрузки; д) формировании устойчиво отрицательного баланса подземных вод во всех гидродинамических зонах.

Повышение УГВ на землях нового орошения под влиянием инфильтрации поливных вод и фильтрации из оросительных каналов в зависимости от особенностей геоструктурного строения, морфогенетического типа территории и связанных с ними общих гидрогеологических условий происходит с различной интенсивностью. Осредненные по площади доминирующего хлопково-люцернового севооборота скорости подъема на новоорошаемых массивах Узбекистана составляют:

- в пределах аллювиальных равнин, субаэральных и приморских дельт платформенной провинции - I,0 м/год;
- на пролювиально-аллювиальных и пролювиальных высоких террасах предгорных и межгорных впадин - I,8-2,2 м/год;
- на предгорных пролювиальных шлейфах и конусах выноса горно-складчатой гидрогеологической провинции - 2,5-3,0 м/год.

Интенсивность подъема УГВ в зоне влияния крупных каналов примерно в I,5-2,0 раза больше, чем на массивах.

УДК 556.332:631.432(575.18)

К.М.Арипов, М.С.Алимов, У.Рахимов
(ГИДРОИНГЕО)

СТРУКТУРА РЕГИОНАЛЬНОГО БАЛАНСА ГРУНТОВЫХ ВОД ОРОШАЕМОЙ ЗОНЫ ГОЛОДНОЙ СТЕПИ

Гидрогеолого-мелиоративное состояние крупных массивов определяют сложившимся в результате орошения и дренажа соотношением статей регионального баланса грунтовых вод. История орошения территорий Кировской и Южноголодностепской ирригационных систем в пределах Голодной степи свидетельствует, что каждому этапу ирригационно-хозяйственного освоения соответствует определенная структура баланса грунтовых вод. Обобщение материалов разных авторов за период с 1925 по 1977 гг. показало следующее:

I. В первые годы освоения земель Кировской оросительной системы из-за практического отсутствия коллекторно-дренажной сети и избыточной водоподачи сумма приходных статей баланса почти в I,5-2,0 раза превышала расходные (приход - 24, расход - I4 $м^3/с$), что сопровождалось повсеместным повышением уровня грунтовых вод с последующим развитием заболачивания и засоления земель.

2. До середины 60-х гг. непрерывно росла сумма приходных статей баланса грунтовых вод за счет расширения орошаемых площадей и увеличения таких статей питания, как фильтрация из ирригационной сети и инфильтрация поливных вод (в среднем 85-90% суммы приходных статей). С ростом приходных статей увеличивалась расходная часть регионального баланса, главным образом за счет испарения (более 80% расходной части).

3. Строительство системы горизонтального дренажа привело к тому, что к середине 60-х гг. доля выклинивания грунтовых вод в коллекторно-дренажную сеть составила более 25% в расходной части баланса; суммарное испарение оставалось доминирующим (более 70%).

4. С I925 по I969 г. соотношение статей баланса грунтовых вод не менялось, хотя разница между суммой приходных и расходных статей постоянно уменьшалась. При этом на фоне горизонтальной системы дренажа в приходной части регионального баланса грунтовых вод на первом месте (по доли участия) были потери из ирригационной сети, на втором - с орошаемых массивов. Питание грунтовых вод за счет инфильтрации атмосферных осадков и подземный приток практически оставались постоянными и не превышали в сумме 3-5%. Расходными статьями были суммарное испарение и выклинивание в коллекторно-дренажную сеть. Выклинивание в русло Сырдарьи и подземный отток оставались неизменными и составляли менее I0% суммы. Такая структура баланса определяла неудовлетворительное гидрогеолого-мелиоративное состояние земель старой зоны орошения Голодной степи до середины 60-х гг.

5. Со строительством и вводом в эксплуатацию скважин вертикального дренажа структура и соотношение статей баланса грунтовых вод существенно изменились. Питание грунтовых вод за счет инфильтрации с орошаемых площадей и расходование их на суммарное испарение резко сократились, уменьшились суммы

приходных и расходных статей при сохранении их соотношений. Современная структура и соотношение статей баланса грунтовых вод Кировской оросительной системы свидетельствуют о благоприятном развитии гидрогеолого-мелиоративных процессов на этой территории.

УДК 626.862.4:626.862.94

А.С.Ахмеров, Б.Рахмонов
(Таджикский филиал ВНИИГиМ)

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ НА ОПЫТНЫХ УЧАСТКАХ ДРЕНАЖА В ДАНГАРИНСКОЙ ДОЛИНЕ

В II-й пятилетке начато освоение земель I очереди Дангаринской долины. Проект предусматривает заложение горизонтального дренажа на площади 5,7 тыс.га, удельной протяженностью в среднем 63 м/га и глубиной 4,0 м. Сложные гидрогеологические условия массива, сравнительно небольшой объем опытно-фильтрационных работ при изысканиях, отсутствие натурных данных потребовали уточнения в опытно-производственных условиях гидрогеологических параметров и эффективности запроектированного дренажа. С этой целью Таджикский филиал ВНИИГиМ с 1980 г. ведет натурные исследования на двух опытных участках общей площадью 360 га; часть дрен заложена здесь в проектных параметрах, часть - с измененными глубиной и расстояниями между ними.

Для выявления закономерностей исходного распределения напоров по площади, засоления почвогрунтов и грунтовых вод на участках выполнена съемка в масштабе 1:10000. С учетом размещения дрен выбраны места расположения наблюдательных скважин (в среднем 1 скважина на 10 га), их створов к дренам и солевых стационаров (в среднем 1 точка на 25 га). По мере строительства дрен организовали наблюдения за стоком дренажных вод и их солевым составом. Солевое опробование почвогрунтов производили один раз в год (октябрь-ноябрь) до глубины 2,0 м и два раза до глубины 1,0 м (на начало и конец периода интенсивного выпадения осадков - в январе и мае). Пробы воды отбирали 4 раза в год из скважин и ежемесячно в дренах, замеры УГВ и дренажного стока - 6 раз в месяц - с января по июнь и один-два

раза в остальные месяцы. В результате наблюдений уточнены напоры и солевой состав грунтовых вод, закономерности их режима в условиях работы дренажа, динамика солевого режима почвогрунтов.

Путем решения обратных задач по створам скважин к дренам уточнены гидрогеологические параметры. В частности установлены более высокие фильтрационные свойства грунтов в зоне, прилегающей к руслу р. Саргазон: значения коэффициента водопроводимости составили 10,0 $м^2$/сут против 6,9 $м^2$/сут в проекте. Это позволило рекомендовать уменьшить глубину заложения дрен на 0,5 м на площади около 2 тыс.га с сокращением капитальных затрат на 65 тыс.руб.

При строительстве дренажа среднегодовой модуль стока грунтовых вод возрос с 0,005 до 0,11 л/с/га (максимальные значения - 0,24-0,37 л/с/га). Обеспечивалось устойчивое глубокое залегание их уровня в междренье: свыше 1,7-2,0 м в период интенсивного выпадения осадков и свыше 2,5-3,0 м в засушливый период. Под влиянием указанных фактов произошли глубокие изменения в расходной части водно-солевого баланса: доля суммарного испарения упала до 70-73%, а вынос солей из зоны аэрации дренажными водами за балансовый контур возрос с 6-8 до 180 т/га/год. Засоление верхнего метрового слоя почвогрунтов, достигавшее 3% от веса грунта, за год эксплуатации дренажной системы снизилось до 0,2-0,6%. Отмечено также снижение на 5-15 г/л/год минерализации грунтовых вод, достигавшей 120 г/л.

Установленные закономерности позволили на площади 1025 га исключить затраты на капитальные промывки с суммарным экономическим эффектом около 2 млн.руб.

УДК 626.8:631.413.3

О.М. Белоусов
(САНИИРИ)

К ОБОСНОВАНИЮ КОЛИЧЕСТВА ВЫРАБОТОК ПРИ СОЛЕВОЙ СЪЕМКЕ

Объем солевой съемки зависит от требуемой точности (надежности) и пестроты засоления. В практике мелиоративного проектирования он задается соответствующими нормативными документами. Так, для обоснования общих объемов ирригационно-мелиоративного строительства надежность показателей засоле-

ния должна составлять 0,7–0,8. Количество выработок, задаваемых при этом, равно 7–13 на км^2. Для обоснования рабочего проекта капитальных промывок объем солевой съемки должен обеспечивать получение количественной характеристики послойного засоления с надежностью 0,9. Однако количество выработок, определяемое соответствующими указаниями и инструкциями, не отражает в достаточной мере пестроты засоления в пределах отдельных почвенных контуров. В результате показатели засоления часто определяют не точно, что приводит к неправильному назначению промывных норм и как правило к недопромывке почв. Избежать таких ошибок можно путем уточнения необходимых объемов солевых съемок. Эти уточнения могут быть внесены на основе законов распределения запасов солей в пределах почвенных контуров.

Нами проводились изучения законов распределения степени засоления на основе солевых съемок, выполненных на опытно-производственных участках в Джизакской степи, Ферганской долине, Бухарском оазисе. В результате установлено, что содержание ионов Na , Mg и плотный остаток в пределах площади почвенного выдела образуют нормальную совокупность. Содержание Cl на староорошаемых землях подчинено логнормальному закону распределения, а на целинных и осваиваемых землях-нормальному закону распределения подчинена величина, равная квадратному корню из его содержания. Иными словами, если x_1, x_2, x_3 – содержание определенного иона в % от веса сухого грунта в некотором слое почвы, определенное соответственно по 1-й, 2-й, 3-й и т.д. выработкам, то для хлора $z_i = \lg x_i$ и $z_i = \sqrt{x_i}$ соответственно на староорошаемых и целинных землях, а для Na , Mg и плотного остатка $z_i = x_i$ образуют нормальные совокупности. Таким образом, найдены преобразования, сводящие существующие распределения засоления к нормальному.

При определении необходимого объема солевой съемки (n) исходим из общепринятого условия, чтобы среднее значение, полученное по результатам опробования

$$\bar{z} = z_1 + z_2 + \ldots + z_n / n \qquad (1)$$

не отличалось от истинного среднего переменной z , присущего данному почвенному выделу, более чем на некоторую наперед заданную величину Δ . Обычно задается не абсолютной ошибкой, а относительной $(\Delta/\bar{z}) \cdot 100\% = \delta$.

Нормальный закон распределения переменной $\bar{z}$ позволяет использовать распределение Стьюдента и рассчитывать необходимый объем солевой съемки по зависимости $t_q/\sqrt{n} = б/v$ (2)

где t_q – коэффициент Стьюдента для доверительного уровня q;
V – коэффициент вариации

$$V = б \cdot 100/\bar{z},\%; \quad б = \sqrt{\sum_1^n (z_i - \bar{z})^2/n-1}.$$

Для определения n по (2) сперва задаемся относительной ошибкой для $\bar{x}$, а затем устанавливаем ее для $\bar{z}$, т.е. находим $б$. После этого находим левую часть зависимости (2). И, наконец, по таблице значений $t_q/\sqrt{n}$ определяем n.

Для перечисленных выше опытно-производственных участков найдены по зависимости (2) необходимые объемы выработок, обеспечивающие заданную точность солевой съемки. Расчеты выполнены для разных слоев почвогрунта и различных компонентов солей. Сравнение полученных результатов с количеством выработок, задаваемых нормативными документами, показало, что объемы, рекомендуемые этими документами, зачастую занижены, а в ряде случаев нуждаются в уточнении.

УДК 634.3:556.3:532.5

А.П. Белоусова
(МГРИ)

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СОЛЕПЕРЕНОСА В ЗОНЕ АЭРАЦИИ

Прогнозу водносолевого режима должны предшествовать определения параметров массопереноса, характеризующих динамику влаги и солей в зоне аэрации и грунтовых водах. Для этого необходимо провести лабораторные и полевые эксперименты по определению гидрофизических и гидрохимических параметров. Исследования проводились на двух водобалансовых участках на территории четвертой очереди Большого Ставропольского канала. Елизаветинский участок расположен на водораздельном склоне. Зону аэрации слагают лессовидные суглинки и супеси, макропористые до глубины 2,0–2,5 м, с многочисленными трещинами, ходами землероев, кротовинами, корнеходами. В интервале глубин 3–15 м зона аэрации имеет слоистое строение и неоднородное

засоление пород по разрезу. Совруновский водобалансовый участок расположен на правом водораздельном склоне долины р. Калаус. В строении зоны аэрации участвуют аллювиально-делювиальные суглинки, супеси, реже глины. Породы – макропористые в верхней части (2,0–2,5 м), трещиноватые, с ходами землероев, корнеходами, кротовинами. До 3 м наблюдаются значительные вариации водно-физических, фильтрационных свойств, гранулометрического состава. В интервале глубин 3–6 м изменения свойств менее интенсивны за исключением степени засоления, которая колеблется от слабой до сильной.

Литологическая, структурная, фильтрационная неоднородность данных участков позволила провести предварительный выбор расчетной математической модели массопереноса (модель макродисперсии). Для изучения верхней части зоны аэрации (0–3 м) проводили полевые исследования на целиках и лабораторные – на больших монолитах. В котлованах размером 3х3х2 м выкапывали по два целика грунта диаметром 0,55, высотой 1,2 м. На них одевали металлические тонкостенные трубы диаметром 0,6 м. Один из целиков отрывали от днища котлована и устанавливали в металлический поддон с краями, имеющий отвод для сбора фильтрата. На верхнюю поверхность целиков задавливались кольца для поддержания постоянного уровня воды поплавковыми устройствами при наливах воды и растворов. В стенках целика выбуривали отверстия, в которых устанавливали бактериальные керамические фильтры для отбора поровых растворов и тензиометры для измерения всасывающего давления. Для лабораторных опытов из котлованов отбирали монолиты высотой 0,5 м диаметром 0,35 м.

Для изучения солепереноса с глубины более 3 м отбирали монолиты из всех литологических разностей пород. Они помещались в металлические кожухи с битумной заливкой, на верхний торец их задавливали кольцо. Монолиты устанавливали в поддоны с отводами для фильтрата.

Опыты по изучению гидрохимических параметров проводили в несколько этапов путем фильтрации через монолиты и целики растворов солей (NH_4Cl, Na_2SO_4) с минерализацией от 3 до 20 г/л, а затем пресной воды. Длительность фильтрации определяли по выравниванию концентрации на входе и выходе из монолита. При минерализации $NH_4Cl \sim 3$ г/л это условие соблюдается при фильтрации через тело монолита раствора в количестве не менее трех

объемов его порового пространства, для Na_2SO_4 (~ 3 г/л) - не менее четырех объемов.

В процессе полевых и лабораторных опытов по изучению солепереноса определяют концентрации ионов (Cl; SO_4; Na) в поровых растворах для заданных глубин установки бактериальных фильтров. По этим данным строят выходные кривые изменения относительной избыточной концентрации иона ($\bar{C}$) в зависимости от логарифма времени ($\bar{t}$). Выходные кривые сравнивают с эталонными кривыми, построенными по уравнениям, описывающим модель макродисперсии. По совпадению выходных кривых с эталонными выбирают схему солепереноса (дисперсионную или гетерогенно-блоковую). Массоперенос в породах зоны аэрации на водобалансовых участках описывают гетерогенно-блоковой схемой, учитывающей неоднородность среды с двойной пористостью. Фильтрационная среда имеет неупорядоченное строение. Определение параметров проводили по способу эталонных кривых и методу моментов (Ромаль А.А.). Результаты определения параметров солепереноса по Елизаветинскому и Совруновскому участкам позволили выявить вид линейной зависимости между коэффициентом массообмена и скоростью фильтрации. При $v<0,03$ м/сут линейная связь между скоростью фильтрации и коэффициентом массообмена нарушается.

УДК 626.81+556.3(47+57)

В.И.Белый, Р.И.Панова, В.В.Руженский
(Союзгипроводхоз)

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ РАЗВИТИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

В схеме развития и размещения мелиорации и водного хозяйства СССР рассмотрены и обоснованы строительство, реконструкция и расширение гидротехнических сооружений оросительных систем и дренажа на орошаемых землях, осушительных и осушительно-увлажнительных систем с полным комплексом сопутствующих мелиоративных мероприятий. С этой целью в схеме оценивается мелиоративный фонд страны, классификацию которого производят на основе анализа природных и хозяйственных условий территории в разрезе рекомендуемых методов мелиорации и потенциальной урожайности культур. Цель специального гидрогеолого-мелиоративно-

го картирования – дать прогноз изменения гидрогеологических условий на объектах мелиоративного строительства, выделить площади, требующие применения дренажа, тип и объемы дренажа и сроки его строительства. Карта гидрогеолого-мелиоративного районирования должна рассматриваться наряду с картой почвенно-мелиоративного районирования, как основа мелиоративной типизации земельного фонда СССР.

Обобщая и развивая принципы гидрогеолого-мелиоративного районирования, Д.М. Кац предложил таксономические единицы и показатели для их выделения, отражающие задачи картирования мелиоративного фонда, современное мелиоративное состояние мелиорируемых земель и обосновывающие необходимость тех или иных мелиоративных мероприятий. Авторы рассматривают вопросы повышения информативности предложенных для обоснования мелиоративного фонда различных таксономических единиц районирования. В качестве примера рассмотрим следующие основные таксономические единицы районирования, выделяемые в масштабе I:500000 – регионы, области и районы.

Основой для выделения регионов являются крупные геоморфологические единицы, соответствующие категориям рельефа второго порядка по Энгельну (морфоструктуре по И.П. Герасимову). Поскольку в мелиоративных целях используются в основном равнины с аккумулятивным и денудационно-аккумулятивным типом рельефа, в качестве регионов предлагается выделить: ледниковые аккумулятивные равнины, денудационно-аккумулятивные и аккумулятивные внеледниковые равнины, крупные террасированные аккумулятивные речные и морские равнины, денудационно-аккумулятивные равнины предгорных и межгорных впадин, денудационные плато. Каждому из типов рельефа свойственен тот или иной сельскохозяйственный или мелиоративный потенциал.

Области выделяются по комплексу морфогенетических признаков, где наряду с генетическими условиями образования равнин (аллювиальные, морские, озерные и пр.), принимаются морфологические и морфометрические признаки. Применительно к задачам картирования разработаны классификационные критерии по генеральному уклону и относительным превышениям рельефа равнин, по густоте и глубине их расчленения. На уровне гидрогеолого-мелиоративных областей дана сравнительная качественная и количественная оценка территорий по степени их пригодности к

мелиоративному сельскохозяйственному освоению и по способам регулирования водного режима (поверхностные способы полива, дождевание, капельное орошение).

Районы выделяются по следующим пяти геофильтрационным системам: однопластовая, содержащая один хорошо проницаемый пласт с поверхности (проводимость более 30 $м^2$/сут.), сравнительно однородный и с покровным слоем слабопроницаемых пород; двухпластовая, содержащая два хорошо проницаемых гидравлически связанных пласта, разделенных водоупорной пачкой; слабопроницаемых пород (суммарной проводимостью менее 20 $м^2$/сут), называемая условно "бесплластовой"; водоупорная, для которой характерно развитие в верхней части разреза относительно водоупорных пород; многопластовая, представляющая ритмичное чередование хорошо проницаемых и относительно водоупорных пород. В составе каждой системы по мощности и проницаемости покровных отложений, водопроводимости пласта устанавливаются типовые геофильтрационные схемы с учетом классификационных критериев гидрогеологических параметров, разработанных Д.М.Кацем, В.М. Шестаковым, А.М. Сойфером. В экспликации к карте районирования также должна содержаться гидрогеологическая информация, позволяющая определить баланс грунтовых вод, дать гидрогеологический прогноз и оценку мелиоративного состояния земель, рекомендовать тип и объем дренажа и других мероприятий, оценить категорию сложности мелиоративного строительства.

Степень достоверности исходного геологического материала и расчетных гидрогеологических параметров определяют объемом и качественным составом обосновывающего материала, исходя из которых устанавливают 6 градаций: с достоверностью обоснованных действующих систем и проектов освоения, апробированных натурными исследованиями; с достоверностью гидрогеолого-мелиоративных съемок масштаба I:50000 и крупнее и многолетних наблюдений водно-балансовых станций; с достоверностью гидрогеолого-мелиоративных съемок масштаба I:500000 и мельче и кратковременных наблюдений водно-балансовых станций или длинного ряда водно-балансовых наблюдений объекта-аналога; с достоверностью комплексных региональных и бассейновых схем мелиоративной направленности масштабов I:500000 и мельче; с достоверностью специализированных съемок и обоснования проектов другой отрасли; с достоверностью объектов-аналогов.

УДК 556.332.52:626.8II(575.3)

К.К. Бисембаева
(ВСЕГИНГЕО)

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ПО ОПЫТУ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА АШТСКОМ МАССИВЕ

Для большей части межгорных впадин характерно сложное строение водоносных комплексов, представленных переслаиванием песчаных и суглинистых отложений, утяжеление механического состава водовмещающих пород к центру впадины, увеличение пьезометрических напоров сверху вниз по разрезу и от области питания к области разгрузки подземных вод (ПВ) и т.д. По величине разгрузка ПВ путем транспирации, испарения, выклинивания в свою очередь изменчива во времени. Приуроченность орошаемых земель к области разгрузки вынуждает организовывать водозаборы в области питания и транзита ПВ. Однако влияние водозаборов в целом на режим ПВ всей водообменной системы проявляется только спустя достаточно длительное время (десятки лет), даже если суммарный дебит скважин будет превышать естественные ресурсы ПВ. Выявлению причин этого была посвящена работа по исследованию II-летнего опыта эксплуатации Аштской оросительной системы, расположенной в пределах Камышкурганской впадины (Таджикская ССР). В результате выполненной работы методом численного моделирования выявлено:

- эксплуатационные запасы ПВ формируются за счет поглощения поверхностного стока и инфильтрующихся поливных вод, сокращения испарения грунтовых вод в связи со снижением их уровня и сокращением выклинивания ПВ в Сырдарью;

- ежегодное расширение поливного земледелия увеличило долю инфильтрующихся с орошаемых земель вод, что позволило увеличить водоотбор до I0 м^3/с; в результате приходные и расходные части баланса ПВ к 1981 г. почти уравнялись;

- результаты моделирования II-летнего срока эксплуатации ПВ свидетельствуют о том, что достоверность прогноза уровней в первую очередь зависит от того, насколько правильно оценены составляющие баланса ПВ до нарушения их режима, параметр перетекания и водоотдача покровных отложений;

- несмотря на то, что естественные ресурсы равны водоотбору, стабилизация уровней ПВ в течение II-летнего срока эксплуатации и прогнозного времени (25 лет) не произойдет из-

за медленного развития депрессионной воронки в плане с ее тенденцией роста вглубь. Это влечет медленное сокращение потерь подземных вод на испарение и выклинивание, суммарная величина которых в начале эксплуатации составила 3,8 $м^3/с$, после II лет работы – I,2 $м^3/с$, к концу 25-летнего срока эксплуатации составит 0,3 $м^3/с$. В связи с этим в зоне переслаивания повсеместного снижения УГВ, по крайней мере при существующей линейной схеме водозабора, наблюдаться не будет;

– для определения параметра перетекания $\alpha = K_0/m_0$ и водоотдачи покровных отложений целесообразно слои с напорными водами проходить одним стволом скважин с оборудованием фильтром на всю мощность слоев с наблюдениями в процессе опытной откачки за уровнем в одной точке напорных (объединенных) и грунтовых вод. В этом случае упругая водоотдача (μ^*) и водопроводимость (суммарная) пород (Т) определяется по начальному периоду наблюдений, коэффициент α – по периоду стабилизации уровня напорных вод, а водоотдачу покровных отложений (μ_0) – с использованием данных о снижении УГВ ($h - h_0$), напорных и грунтовых вод ($H - h$) за время t по В.А. Мироненко и Л.Н. Сердюкову, заменяя отношение $(\mu_0 + \mu^*)/\mu^*$ на μ_0/μ^*

$$\mu_0 = \mu^* \frac{H-h}{h-h_0}\left(\frac{\gamma}{1-e^{\gamma}} - 1\right), \quad \text{где } \gamma = \alpha t/\mu^*;$$

– при использовании ПВ на орошение территорий межгорных впадин водозаборные скважины, выполняющие одновременно функцию вертикального дренажа, следует располагать по площади в пределах орошаемых массивов.

УДК 556.3:631.67(471.6)

В.М. Волохов, Ю.Г. Еременко
(ЮжНИИГиМ)

О МЕТОДИКЕ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЕВЕРНОГО КАВКАЗА ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

На Северном Кавказе в связи с дефицитом поверхностных вод большое внимание уделяется использованию подземных вод в качестве дополнительного источника орошения. Одна из основных задач, решаемых при орошении подземными водами,– выбор режима эксплуатации, не приносящего ущерба интересам водоснабжения, т.е. определение количества откачиваемой на орошение воды, де-

бата скважин, рационального их размещения, оптимального понижения уровней и т.д. Опыт показывает, что для решения данной задачи в настоящее время применяют методику, разработанную для водоснабжения, допускающую сработку значительной части статических запасов за расчетное время эксплуатации многоскважинного водозабора, т.е. интенсифицированное использование подземных вод для орошения.

В условиях Северного Кавказа, характеризующихся сравнительно высокими перспективами использования подземных вод для водоснабжения, применение такой методики приведет к истощению запасов пресных подземных вод. Поэтому применяют разработанную нами методику выбора оптимального варианта эксплуатации подземных вод, при котором их запасы, отбираемые на орошение, ежегодно восполняются в межполивные периоды. Наиболее перспективными для орошения на Северном Кавказе являются водоносные горизонты конусов выноса и древних долин горных рек с изменчивыми в плане и разрезах фильтрационными параметрами, с водообменом между слоями и сложными граничными условиями. Сложность гидрогеологических условий обуславливает применение для решения этой задачи моделирования на сплошных и сеточных электрических моделях. Моделируется неустановившаяся фильтрация.

Расчет и построение модели осуществляют по общепринятой методике, учитывая особенности гидрогеологических условий. Проводимость водовмещающих пород повышенная, изменяется от 1000 до 3000 $м^2$/сут и более. водоотдача - от тысячных долей единицы до 0,2. Нижние водоносные горизонты участвуют в питании верхних. Наибольшие величины питания наблюдаются в так называемых гидрогеологических "окнах", местах выклинивания водоупора. Необходимо учитывать, что неоднородность литологического состава и сравнительно небольшие мощности раздельных слоев способствуют перетеканию подземных вод снизу вверх на больших площадях до 0,2 мм/сут и более. По результатам исследований учет такого водообмена имеет практическое значение. При глубине залегания уровня подземных вод менее 10 м необходимо учитывать питание атмосферными осадками и поливными водами.

На моделях откачку производят из площадной системы скважин, размещенных на рациональных, оцененных предварительными

расчетами расстояниях друг от друга. Графики откачки подземных вод из скважин согласовываются с графиками проведения вегетационных и влагозарядковых поливов. Практически временной интервал при моделировании можно принимать 60 или 90 сут, откачка продолжается 180 сут. Отбор воды из системы скважин исследуют при различных понижениях для построения графика зависимости дебита многоскважинного водозабора от понижения; построенный график характеризует эксплуатационные запасы водоносного горизонта при различных понижениях, на различные моменты времени его эксплуатации. Эти запасы должны быть сравнимыми с данными детальной разведки подземных вод.

Конечная цель исследований – оценка восполняемых запасов подземных вод. Для этого на модели исследуют восстановление уровней в скважинах в межполивной период после каждой ступени откачки. По полученным данным строят график зависимости величин, обратных разности статических и динамических уровней на момент времени, соответствующий началу поливов последующего года. Анализ полученной кривой позволяет выбрать режим водоотбора для орошения, обеспеченный восполнением. Он характеризуется координатами точек участка выпуклости кривой.

Данная методика была проверена в 1980-1982 гг. при проектировании, строительстве и эксплуатации крупных участков орошения подземными водами площадью около 2300 га на левобережном массиве в Моздокском районе СО АССР. Получена достаточная для практических целей сходимость расчетных и фактических дебитов, запасов и уровней подземных вод.

УДК 556.3.01

И.К.Гавич, В.В.Перцовский, В.В.Кожетев
(МГРИ)
А.И. Кошулько (УФЦ НИИКИВР)

МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опробование группы методов, проведенное в последнее время в МГРИ, позволяет подойти к решению некоторых задач оптимизации гидрогеологических исследований. Основные мелиоративные процессы могут быть изучены детерминированно-статистическими способами, комплексное применение которых относится к

детерминистическому направлению, основанному на анализе причинно-следственных связей. В рамках этого направления развивается разведочное моделирование, включающее:

1) метод экспертного оценивания на основе логического анализа связей между показателями и результатом исследуемого процесса, приближенный, полуколичественный; применим для предварительной ранжировки факторов на ранних стадиях изучения объекта или для плохо формализованных процессов;

2) ассоциативный анализ и информационная мера Кульбака - простые и удобные практически методы - позволяют дать количественную оценку значимости каждого фактора или параметра, участвующего в исследуемом процессе, применимы для предварительной стадии изысканий;

3) дисперсионный, регрессионный анализы и метод группового учета аргументов (МГУА), разработанный А.Г. Ивахненко. Эти методы наиболее перспективны, но сравнительно трудоемки и позволяют оценить роль каждого фактора в конкретной гидрогеологической ситуации. Они применимы для конечной стадии изысканий и при их планировании с использованием данных эксплуатации инженерного объекта.

В целом разведочное моделирование на основе предварительного изучения объекта помогает выработать объективную стратегию дальнейших исследований. Целесообразно сопоставить два наиболее перспективных метода анализа - регрессионный и МГУА, которые позволяют, в отличие от других методов, решить одновременно две задачи: дать имитационные зависимости результата прогноза от входных переменных, по которым можно ранжировать факторы при планировании изысканий, а также получить уравнения для прогнозирования геолого-мелиоративного процесса. Различие этих методов состоит в том, что в регрессионном анализе в сочетании с теорией планирования эксперимента (ТПЭ) в качестве критерия применяют минимум суммы квадратов отклонений между теоретическими и эмпирическими значениями функции в узлах интерполяции. В МГУА наряду с указанным пользуются критериями внешнего дополнения, в частности, регулярности или несмещенности, что приводит в результате автоматизированного расчета к единственной модели оптимальной сложности.

Приведем пример оценки значимости факторов на основе регрессионного анализа и его сопоставление с МГУА для характер-

Факторы	Исходный материал уровни варьирования факторов			Результаты исследований степень влияния факторов, ε	
	миним.	средний	максим.	регрессионный анализ	МГУА
K, м/сут	0,I	0,4	0,7	48	48
m, м	4,0	I7,0	30,0	4I	4I
$W10^{-4}$ м/сут	0,4	0,5	0,6	II	II

ной задачи изысканий в аридной зоне – обоснование систематического горизонтального дренажа. Логический анализ расчетных зависимостей дренажа, работающего в стационарных условиях при однослойном строении пласта показывает, что основными факторами, формирующими величину междренья (B), являются: коэффициент фильтрации (K), инфильтрационное питание (W) и мощность водоносного горизонта под дреной (m).

Для решения задачи указанные факторы задавались на трех уровнях в диапазоне их изменения, характерном для конкретного массива в зоне Северного Кавказа.

На основе ТПЭ получена сокращенная статистическая выборка, включающая I5 значений междрений, которые рассчитаны по формуле, приведенной в Инструкции (I975 г.). Отметим, что полный перебор трех факторов на трех уровнях приводит без использования ТПЭ к необходимости определения и анализа 27 значений B.

По этим же данным методом МГУА была получена математическая модель исследуемого объекта. Обе модели представлены в виде полинома второй степени с нормированными членами. Степень влияния исследуемых факторов на величину междрень! приведена в табл. По структуре полученные уравнения идентичны, точность расчета по каждой не превышает I0%. Регрессионная модель имеет более сложный вид и содержит больше членов.

УДК 626.862.4+626.842.3:681.413.3

В.А.Духовный, И.А.Сорокина
(САНИИРИ)

УЧЕТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА, КОЛЛЕКТОРОВ И ТЕХНИКИ ПОЛИВА НА ГРУНТОНЫЕ ВОДЫ И РАССОЛЕНИЕ ПОЧВОГРУНТОВ

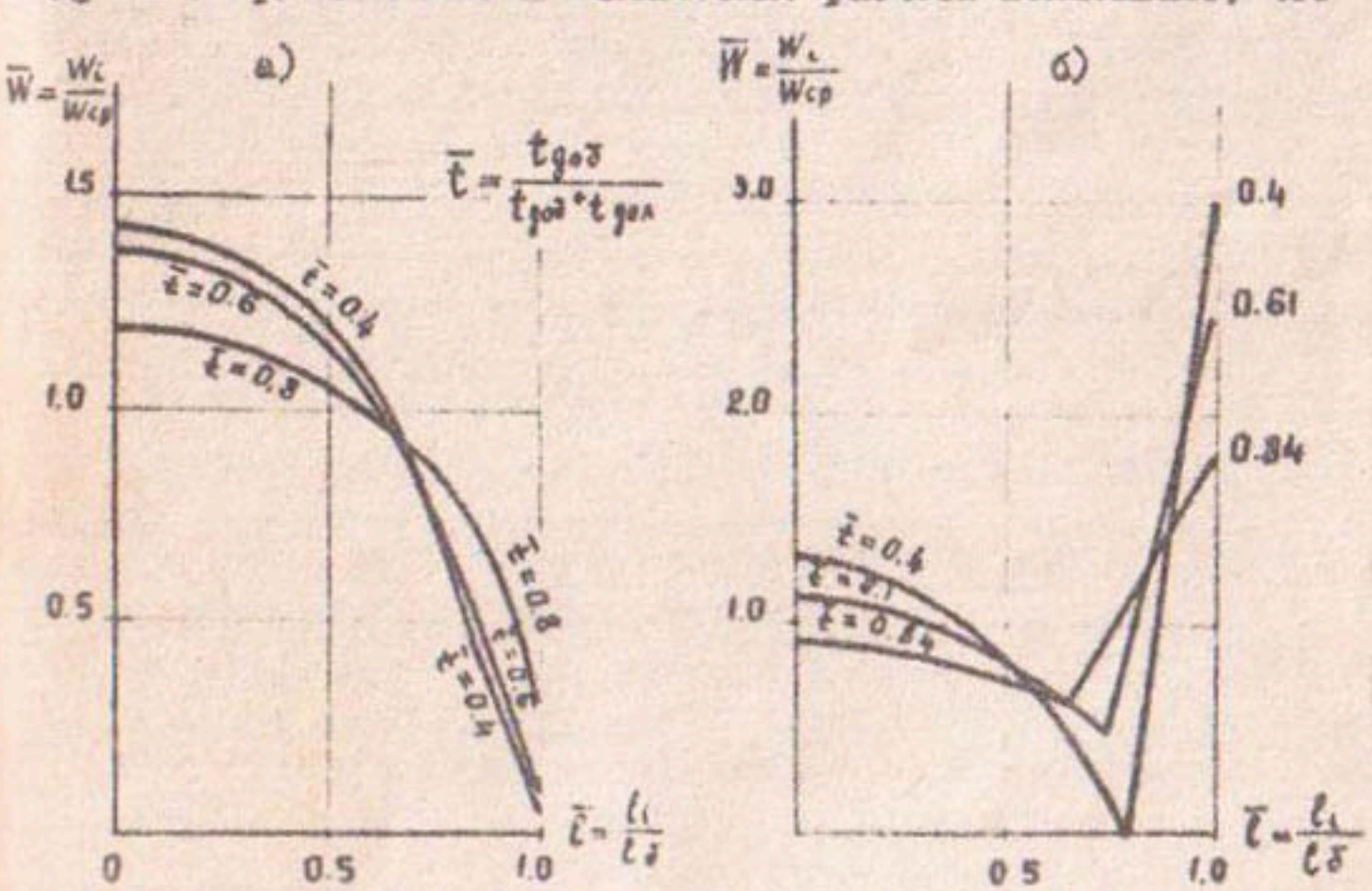
Параметры современных дренажных систем обычно определяют на типовом фрагменте поля, для которого осредняют характеристики почвогрунтов. Однако даже в условиях однородного почвенно-мелиоративного фона пространственные особенности притока к дренам, коллекторам и инфильтрации при поливе ведут к значительной неравномерности увлажнения и рассоления. При определенном сочетании взаимного расположения дрен и элементов техники полива эта неравномерность может быть значительно уменьшена или увеличена.

В результате опытов в Голодной степи, проведенных САНИИРИ, Средазгипроводхлопком и Почвенным институтом им. В.В. Докучаева, Н.Г. Минашина установила, что степень неравномерности рассоления для внутрипочвенного орошения может составлять около 70% несмотря на очень малое (1,5 м) расстояние между увлажнителями, а для бороздкового полива - менее 50%. Неравномерность увлажнения приводит к разной инфильтрации поливной воды до УГВ и к неравномерному подпитыванию зоны аэрации грунтовыми водами.

В расчетах нагрузки на дренах и прогнозах водно-солевого режима орошаемого поля величина инфильтрационного питания (либо его интенсивность) принимаются средними по орошаемому полю. На основании обработки данных Н.Т. Лактаева нами построены графики отклонений от среднего инфильтрационного питания по длине борозды с учетом временных элементов техники полива (рис). Неравномерность инфильтрационного питания по длине борозды определяет неравномерность притока к дрене по ее длине в зависимости от ориентации последней к борозде и неравномерности сработки ГВ на орошаемом поле. Взаимное расположение схем элементов техники полива и первичных дрен возможно по двум принципиальным схемам: I) направление борозд совпадает с направлением первичных дрен (продольная схема полива и дренажа); поперечная схема полива и дренажа для двух случаев: А) односторонний, Б) встречный полив; 2) направление борозд перпендикулярно направлению первичных дрен (сочетание продольных и поперечных схем полива и дренажа).

Согласно аналитическим и модельным исследованиям неравномерность инфильтрационного питания по длине борозды приводит к более высоким скоростям подъема УГВ в ее начале, и соответственно к меньшей глубине залегания ГВ и большей интенсивности притока к дренам на значительной части орошаемого поля (0,65 его длины). Наши расчеты для режима орошения на ОПУ в Хорезмском оазисе при УГВ до поливов в среднем 2 м показывают, что при длине борозды 400-500 м разница в уровнях ГВ на конец пятого полива при оросительной норме 8733 $м^3$/га в начале и конце борозды может превышать I м.

Более сложная картина создается при поливах по тупиковым бороздам. Распределение притока к дренам здесь аналогично кривым (б) рис. В то же время суммарный приток к первичным дренам для первой схемы при $W = const$ и $W = f(\bar{l}, \bar{t})$, практически одинаков и гидравлический расчет самих дрен может выполняться без введения поправочных коэффициентов; дополнительного обоснования требует динамика соленакопления в верхней части поля. Здесь большое значение имеет направление полива по отношению к дренам. Приближенные аналитические расчеты показывают, что



Графики отклонений от среднего инфильтрационного питания по длине борозды для гидроморфного и полугидроморфного режимов а) со сбросом в конце борозды; б) "тупиковые" борозды

в первом случае (А) рассоление всегда больше расчетного со средневзвешенным запасом в I,6 раза; увеличения промывной доли сверх расчетной не требуется. При варианте (Б) направления дренажа и полива неравномерность рассоления увеличивается в 3,5 раза, и на одной трети поля солесодержание возрастает сверх расчетного, что требует повышения промывной доли в I,5-I,8 раза.

Для второй схемы - борозды перпендикулярны первичным дренам - приток к последним при учете неравномерности инфильтрационного питания по длине борозды претерпевает более резкие изменения:

- расход верхней дрены в I,2-I,4 раза выше, чем при принимаемой в расчетах равномерной инфильтрации на поле; для тупиковых борозд в зависимости от уклона поля и интенсивности впитывания он практически равен притоку при W_p.

- расход нижней дрены (при сбросе за пределы борозды и подаче только поливной нормы без учета промывной доли) резко падает и может составлять I5-20% расчетного при $W = const$; для тупиковых борозд приток ГВ к нижней дрене резко возрастает и может в 2-3 раза быть больше расчетного. При этой схеме неравномерность соленакопления по полю выражена более резко.

УДК 55I.495:63I.6(478.9)

И.В.Зеленин, В.А.Подраханский
(Институт геофизики и геологии АН МССР)

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ МОЛДАВИИ

Общая площадь орошаемых земель Молдавии - около 200 тыс.га, а в перспективе - I млн.га. По особенностям геоморфологических, геолого-гидрогеологических и почвенно-мелиоративных условий территории существующего и перспективного орошения можно разделить на четыре основные группы: поймы Днестра и Прута; поймы малых рек Днестровско-Прутского междуречья; надпойменные террасы Днестра и Прута; водоразделы и склоны долин.

Сложность мелиорации в регионе определяется широким распространением глинистых пород, слабой естественной дренированностью, частой сменой глубин залегания грунтовых вод на коротких расстояних , пестротой химического состава вод и широкими

пределами изменения их минерализации (0,5–50 г/л), наличием засоленных почвогрунтов. Неблагоприятным условием для развития орошения является недостаточность водных ресурсов.

Зависимость гидрогеологического режима от влияющих на него факторов носит весьма сложный характер. Изменения уровня по данным наблюдений в скважинах согласуются с закономерностями формирования баланса грунтовых вод Западного Причерноморья СССР. Несмотря на разнообразие условий, можно отметить, что на участках с глубиной залегания грунтовых вод менее 4–5 м общий подъем их уровня происходит в холодный период года (с октября-ноября по март-апрель), а спад – в теплый. При больших глубинах сезонная периодичность выражена нечетко, что связано с особенностями соотношения пополнения и расхода грунтовых вод.

В поймах Днестра и Прута режим грунтовых вод определяется в значительной степени изменчивостью речного стока, причем с удалением от реки влияние его заметно ослабевает. Изменения грунтовых вод пойм малых рек Днестровско-Прутского междуречья нередко слабо коррелируют с режимом реки, что свидетельствует об отсутствии тесной гидравлической связи между ними.

Разнообразен характер взаимосвязи различных водоносных горизонтов. Воды, инфильтрующиеся на водоразделах, частично стекают вдоль поверхности склона и поглощаются пойменным аллювием, а частично перетекают вниз по разрезу и достигают водоносных горизонтов, лежащих ниже местных базисов эрозии. Грунтовые воды пойм и речные воды могут просачиваться вниз, и наоборот – подпитываться из более глубоких горизонтов. Иногда в одной долине даже небольшой протяженности наблюдается чередование участков с различной направленностью перетока. Наиболее сложные условия в трещиноватых закарстованных известняках неогена. Для северной части Молдавии характерна нисходящая фильтрация речных вод в верховьях и дренирование реками водоносных горизонтов, залегающих глубже эрозионного вреза, в низовьях. В южной части республики уровни глубоких горизонтов находятся значительно ниже базисов эрозии, что определяет нисходящую фильтрацию из рек.

Воздействие режимообразующих факторов сочетается сложным образом и часто трудно поддается расшифровке. Путем статистического анализа установлено, что корреляция между уровнями

подземных вод и уровнями речных вод, температурой воздуха, атмосферными осадками и водоподачей на орошение во многих случаях оказывается значимой ($r = 0,5–0,95$). Однако, разброс точек на корреляционных графиках весьма широк, поэтому традиционный набор режимообразующих факторов для анализа и прогноза режима грунтовых вод недостаточен.

Большинство площадей существующего и перспективного орошения находится в удовлетворительном мелиоративном состоянии. Исключение составляют некоторые участки в поймах Днестра и Прута, а также на междуречьях и в поймах малых рек. В поймах крупных рек отмечены почвы со слабой и средней степенью засоления. На значительной части поймы малых рек наблюдаются грунтовые воды повышенной минерализации и засоленные почвогрунты. На водоразделах и склонах долин встречаются так называемые "мочари" – участки распространения переувлажненных почв. Площади таких участков варьируют от десятков квадратных метров до нескольких гектаров. Образование "мочаров" связано либо с регулярной разгрузкой подземных вод, либо с временными грунтовыми горизонтами, возникающими в годы с большим количеством атмосферных осадков.

Анализ показал, что режим грунтовых вод определяется в основном естественными факторами. Орошение не привело пока к заметному нарушению водного и солевого баланса на мелиорированных землях: за 10–15 лет не обнаружено тенденций в изменении уровней и химического состава грунтовых вод и засоленности почвогрунтов. Однако не исключено ухудшение условий в будущем, при более длительных сроках эксплуатации и на вновь осваиваемых массивах. Для оздоровления исходно неблагоприятной обстановки на некоторых площадях в поймах рек организован искусственный дренаж, осуществляемый с помощью сети дренажно-сбросных каналов. Расстояния между ними 500–800 м, глубина – от 1,2–1,5 до 4–5 м. Данные наблюдений свидетельствуют о том, что УГВ снижается только в узкой зоне, примыкающей к каналам, шириной от 50–70 до 100–120 м. Иногда по техническим причинам вода задерживается в каналах; в этом случае они уже не являются дренами, а наоборот, служат источниками пополнения грунтовых вод. Таким образом, эти мероприятия не обеспечивают существенного дренирования площадей и не вносят большие изменения в природные условия.

УДК 556.3:631.6

Н.М. Игнатиков
(Средазгипроводхлопок)

О КРИТЕРИЯХ МЕЛИОРАТИВНО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАТЕГОРИЙ ЗЕМЕЛЬ

Мелиоративно-гидрогеологическое районирование рассматривает гидрогеологические условия применительно к запросам поливного земледелия. Между тем в это понятие входит и районирование земель по гидрогеологическим мелиорациям, основанное на оценке влияния подземных вод на плодородие почв.

Для хлопчатника в пустынной зоне (бассейн Амударьи), по данным СоюзНИХИ, допустимой считается глубина УГВ, при которой для каждого вида почвы обеспечиваются оптимальные возможности солевого режима с относительно минимальным расходом поливной воды (Н.Г. Минашина, 1970). В проектах института Средазгипроводхлопок допустимый УГВ для хлопчатника рассматривается как норма осушения за межполивной период, ниже которой при выполнении предусмотренных проектом агротехнических и других мероприятий залегание грунтовых вод, даже минерализованных, не должно вызывать засоления почв (В.Р. Шредер и др., 1977). К сожалению , для многих культур пустынной зоны такие классификации неизвестны, хотя "критическая" глубина УГВ давно применяется, как критерий благополучного состояния земель. Сказанное позволяет сделать вывод, что критериями районирования земель по мелиоративно-гидрогеологическим категориям являются: существующая или прогнозная глубина залегания уровня и минерализация грунтовых вод в сравнении с допустимой глубиной и минерализацией грунтовых вод. Определение допустимой глубины и минерализации для этих природно-климатических зон страны является неотложной задачей дальнейших мелиоративных исследований.

Критериями сложности мелиораций являются гидрогеологические особенности рассматриваемой территории и влияние деятельности человека на эти особенности (Н.Н. Ходжибаев, Б.Я.Нейман, 1982). Сопоставление их дает возможность выявить необходимую направленность гидрогеологических мелиораций и выделить земли, на которых необходимы мероприятия по исключению их влияния на подпитывание грунтовых вод смежных земель, земель, требующих регулирования степени участия грунтовых вод удовлетворительно-

го качества в питании растений и,наконец, земель, на которых требуются мероприятия для поддержания допустимой глубины уровня грунтовых вод с целью обеспечения оптимального солевого режима для плодородия почвы. Каждая из выделенных групп земель может быть разделена по срокам, когда мелиоративные сооружения необходимо ввести в действие. В одних случаях без мелиорации невозможно начать строительство, в других мелиорацию можно осуществить по мере освоения объекта, а в третьих мелиорация земель требуется после освоения массива. Указанные критерии позволяют провести районирование земель по направленности мелиоративных мероприятий и времени их осуществления, что в принципе отвечает следующим мелиоративно-гидрогеологическим категориям:

I. Земли, требующие мероприятий по исключению влияния на подпитывание грунтовых вод смежных территорий.

2. Земли, требующие мероприятий по регулированию степени участия грунтовых вод удовлетворительного качества в питании растений.

3. Земли, требующие мероприятий по поддержанию допустимой глубины грунтовых вод с целью обеспечения оптимального солевого режима.

Эти категории, рассматриваемые на периоды ирригационно-мелиоративного строительства, сельскохозяйственного освоения земель или ввода их в сельскохозяйственный оборот, могут быть выделены во всех природно-климатических зонах и для всех комплексов сельскохозяйственных культур. Дальнейшее разделение может идти по пути специфики направленности хозяйственной деятельности (комплексы сельхозкультур) и по пути методов и способов ее осуществления.

УДК 556.38:626.8(575.I3)

Э.И.Инамов, Г.Д.Калианиди,
М.М.Махкамов,А.И.Инамов,Н.И.Пичугин
(Узбекгидрогеология)

О ВЛИЯНИИ КАРКИДОНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА МЕЛИОРАТИВНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕМЕЛЬ ПРИАДЫРНОЙ РАВНИНЫ

Каркидонское водохранилище было построено в I963 г. на Толмазарских адырах. Для орошения использовались также воды

Южно-Ферганского канала (ЮФК). Толмазарские адыры, ограничивающие район исследования с юга, сложены переслаивающейся толщей конгломератов и галечников с различной степенью цементации.

В 1968 г. на ряде площадей Кувинского района был отмечен подъем уровня подземных вод с 1,5-2,0 до 0,5-1,0 м, что привело к ухудшению мелиоративного состояния земель, их заболачиванию. Была расширена коллекторно-дренажная сеть и построен вертикальный дренаж. Проведены и гидрогеологические исследования для обоснования мелиоративных мероприятий. Расчеты и ориентировочные балансовые проработки показали, что повышение уровня связано с вводом в эксплуатацию Каркидонского водохранилища, реконструкцией ЮФК и освоением земель на склонах адыров. Сезонные колебания уровня обусловлены влиянием ЮФК, водоподачей и поливами. Между колебаниями УГВ и горизонтом в водохранилище нет синхронности, что указывает на отсутствие непосредственного влияния водоема на изменение уровня грунтовых вод. Высказывалось мнение о влиянии водохранилища на изменение напоров в глубоких водоносных горизонтах- ниже 110-150 м, а через них путем восходящей фильтрации-на грунтовые воды. Это подкреплялось наблюдениями по ряду скважин глубиной 200-400 м, где обнаружили увеличение напоров и расходов. Отмечено также, что после наполнения водохранилища на всей площади Кувинского района пьезометрические уровни поднялись в среднем от 0,1 до 5,5 м.

Балансовые расчеты показали, что приток подземных вод со стороны адыров составляет 0,35 $м^3/с$, инфильтрация из ЮФК - 3,52, водохранилища - 1,15, приток напорных вод за счет восходящей фильтрации - 1,5 $м^3/с$. Основным источником питания грунтовых вод по этим расчетам является ЮФК. Однако материалы последних лет позволяют несколько пересмотреть эти выводы.

Объяснение многих явлений, происходящих в рассматриваемом районе, можно найти в особенностях формирования подземных вод Южной Ферганы (Г.Д. Калианиди, 1982). Отмечается значительный приток подземных вод со стороны гор по зонам многочисленных разломов, проходящих и в четвертичных отложениях. Инфильтрационные воды могут формировать многочисленные потоки подвешенных подземных вод благодаря слоистости конгломерато-галечниковой толщи. Подтверждением тому является мощный отбор подземных

вод в Аувальской впадине, расположенной южнее рассматриваемого района, где при неизменившихся водохозяйственных условиях выклинивание продолжается практически с неизменным расходом. Хотя отбор скважинами превысил потери поверхностных вод на инфильтрацию, тенденции к сработке статических запасов не отмечается. Приток подземных вод со стороны гор подтверждается и перемещением максимального положения уровня подземных вод от предгорий к центру Ферганской впадины во времени. Так, у с. Вуадиль максимум отмечается в августе, в г. Фергана – в октябре-ноябре. В районе Каркидонского водохранилища и ЮЫК многие скважины устойчиво показывают максимальное положение уровня в сентябре, иногда в августе и октябре. Интересно отметить, что в августе-октябре отмечается максимум в скважинах в районе г. Кувасай – южнее рассматриваемого района.

Последние исследования с использованием геофизики позволили выявить зоны тектонического рыхления. Основная часть инфильтрационных потерь из водохранилища выклинивается ниже, в долине р. Кувасай, расположенной в зоне разлома. Выклинивание происходит ниже плотины в виде родников, дебит которых увеличивается с подъемом горизонта воды в водохранилище.

Таким образом, кроме инфильтрационных потерь из ирригационной сети и водохранилища в изменениях УГВ приадырной равнины значительную роль играет приток подземных вод со стороны адыров, их естественный режим. Для детализации мелиоративных мероприятий необходимо продолжать гидрогеологические исследования с охватом территории южнее водохранилища.

УДК 624.131.1:626.81/84(574)

Т.Т.Исабаев, Л.С.Черных
(Мингео КазССР)

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КРУПНЫХ МАССИВОВ ОРОШЕНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

В Казахской ССР наиболее крупные массивы орошения расположены в предгорных зонах и межгорных впадинах горных сооружений юга и юго-востока, на аллювиальных равнинах Павлодарского Прииртышья и долины Сыр-Дарьи, в Прикаспийской впадине. Они различны по геолого-структурным и ландшафтным особенностям,

что предопределяет различие в путях их изучения.

Гидрогеолого-мелиоративные особенности определяются в основном зональностью подземных вод, характерной для этих районов, широким участием в мелиоративных процессах напорных вод, характером взаимосвязи поверхностных и подземных вод.

Равнины Павлодарского Прииртышья сложены в основном аллювиальными и аллювиально-озерными отложениями неоген -четвертичного возраста общей мощностью несколько десятков метров, подстилаемыми отложениями палеогена. На поверхности аллювиальных равнин развиты многочисленные озерные котловины, являющиеся местными дренами. Грунтовые воды формируются за счет атмосферных осадков. Мелиоративные условия территории определяются литологическим составом четвертичных отложений и местными особенностями рельефа. При развитии орошения на базе напорных вод меловых горизонтов наблюдается заболачивание и вторичное засоление территории.

В пределах Сырдарьинских равнин в верхней части разреза развиты четвертичные и неогеновые пески общей мощностью до 90-100 м, подстилаемые глинистыми толщами палеогена. Грунтовые воды солоноватые и соленые, имеют прямую гидрохимическую зональность. Территория весьма слабо дренирована, поэтому при орошении в бездренажных условиях широко развивается вторичное засоление земель.

Основная часть территории Прикаспийской впадины с поверхности сложена песчано-глинистыми отложениями морских трансгрессий Каспийского моря, что наряду с бессточностью предопределяет основные гидрогеолого-мелиоративные особенности территории. Характерно развитие реликтового засоления почв за счет морских солей. В верхней части горизонта грунтовых вод развиты многочисленные линзы пресных и слабосолоноватых вод, плавающих на соленых и формирующихся за счет паводкового стока или пресных вод эоловых массивов.

Опыт съемочных работ на массивах орошения указывает на необходимость внесения некоторых изменений в порядок их проведения. По нашему мнению, при изучении массивов орошения для последующего проектирования и осуществления мелиоративных мероприятий должна быть определена строгая стадийность, соответствующая установленной стадийности при поисках и разведке подземных вод. В соответствии с установившимся порядком при

этих работах, съемки среднего и мелкого масштаба проводятся в начальной стадии изучения массивов орошения, что соответствует стадии поисков при геологоразведочных работах. На этой стадии изучают общие закономерности геологического строения территории, ее гидрогеологических и инженерно-геологических условий, условия формирования подземных вод и устанавливают структуру водного и солевого балансов района, в которой входит изучаемый массив. Следует особо подчеркнуть необходимость изучения геологического строения территории путем геологической съемки масштаба I:50000, требования к методике проведения которой должны быть разработаны.

Изучение на стадии съемки общего геологического строения, гидрогеологических и инженерно-геологических условий послужит основой для проведения гидрогеолого-мелиоративной и инженерно-геологической разведки, при которой можно получать все необходимые параметры для проектирования мелиорации.

УДК 556.3:631.6

С.Д. Исаева
(ВНИИГиМ)

ПОСТАНОВКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СЛОЖНЫХ ПРИРОДНО-МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЯХ

Современный уровень вычислительной техники позволяет планировать и проводить гидрогеологические изыскания и исследования на значительно более высоком уровне, чем в предыдущие годы. Особое значение приобретает использование вычислительной техники при постановке исследований в сложных гидрогеологических условиях, характерных для многих межгорных впадин, в частности, Юго-Западного Таджикистана. Сложность гидрогеологических условий обычно обусловлена:

- сочетанием в рельефе различных морфогенетических форм (конуса выноса, межконусные понижения, аллювиальные террасы и др.);
- пространственной фильтрационной неоднородностью отложений;
- низкой естественной дренированностью земель (периферические части конусов выноса, нижние террасы, межконусные понижения);

- развитием областей с напорным питанием грунтовых вод;
- развитием площадей с неглубоким (<2,5 м) залеганием грунтовых вод повышенной минерализации и засоленных почв;

В таких сложных и разнообразных гидрогеолого-мелиоративных условиях обоснование мероприятий по мелиорации земель требует проведения комплексных исследований, включающих изучение: закономерностей формирования подземных вод под влиянием природных и искусственных факторов, включая закономерности режима подземных вод и выявление роли режимообразующих факторов; составляющих водного и солевого баланса почв, пород зоны аэрации и грунтовых вод;интенсивности и характера засоления почв; гидрохимических и гидродинамических параметров пород зоны аэрации и водовмещающих отложений; закономерностей фильтрации на орошаемых землях в различных природно-мелиоративных условиях.

Итогом исследований является прогноз изменения гидрогеолого-мелиоративной обстановки под влиянием планируемых мелиоративных мероприятий. Сложные гидрогеолого-мелиоративные условия территории, затрудняющие использование аналитических методов прогноза, а также комплекс задач, требующих решения, определяют целесообразность составления и использования в процессе исследований математических моделей орошаемых массивов. В этих условиях основное назначение моделей - составление прогноза режима уровня подземных вод и обоснование типов, параметров и режима работы дренажа. Весьма перспективным представляется использование постоянно действующих математических моделей (ПДМ). Для обоснования и построения ПДМ в процессе изысканий должны быть получены следующие материалы: геоморфологическая характеристика изучаемого объекта; геолого-литологическое строение до регионального водоупора; данные о гидродинамических параметрах водоносных отложений, разделяющих слоев и зоны аэрации; данные по режиму и балансу подземных вод; характеристика глубин залегания, минерализации, химического состава подземных вод; характеристика границ фильтрационного потока.

ПДМ могут быть использованы с начальных стадий изысканий и проектирования и уточнены по мере накопления материалов. С помощью ПДМ можно успешно проводить оценку и уточнение гидродинамических параметров, определять элементы баланса подземных вод, планировать дополнительные изыскания. В про-

цессе эксплуатации мелиоративных систем использование постоянно действующих моделей позволяет корректировать принятые проектные решения по режиму орошения, параметрам и режиму работы дренажа и т.д.

В основу составления ПМД должна быть положена геофильтрационная схематизация природных условий изучаемого массива. Эта схематизация является важной составной частью гидрогеолого-мелиоративного районирования. Достоверность выполненной схематизации, определяющая надежность решения поставленных задач, проверяется с помощью теории планирования эксперимента и статистических методов на основе решения серии эпигнозных задач методом математического моделирования как для массива в целом, так и для его отдельных фрагментов. Итогом исследований на данной стадии является подтверждение правильности фильтрационной и математической моделей изучаемого объекта. На основе полученной математической модели составляют базисный вариант ПДМ, который может быть реализован на АВМ или ЭВМ.

Непосредственно после реализации модели природно-мелиоративной системы должна быть проведена проверка ее адекватности природным условиям с помощью решения стационарных и нестационарных задач и эпигнозного моделирования. После установления адекватности модели решается ряд прогнозных задач, включая обоснование типа и параметров дренажа.

УДК 631.6(470.63)

Е.А.Казинцев, П.Н.Чаплыгин
(СтавНИИГиМ)

ПРИРОДНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТАВРОПОЛЬЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА МЕЛИОРАЦИЮ ЗЕМЕЛЬ

В Ставропольском крае чрезвычайное разнообразие природных условий исключает стандартный подход к мелиорации земель. Определение способа полива, режима орошения, вида дренажа, глубины заложения дрен и целый ряд других вопросов обусловлены комплексом природных особенностей того или иного района. В условиях неизбежного подъема УГВ, являющегося следствием ирригации, возникает вопрос о допустимых их значениях. Допустимая величина УГВ в значительной мере определяет поливной ре-

жим, глубину дрен, величину междренного расстояния. Анализ имеющихся материалов показывает, что в разных районах края глубина УГВ, не вызывающих засоления, различная. Поскольку в зоне недостаточного увлажнения, к которой относится Ставропольский край, основным признаком, определяющим мелиоративное состояние земель, является засоление (в том числе вторичное), интенсивность развития которого зависит от соотношения приходных и расходных частей баланса солей, в основном вносимых в почву по капиллярам из грунтовых вод, - районирование территории должно проводиться по природным факторам, определяющим скорость и высоту капиллярного поднятия. Такими факторами являются: литология зоны аэрации, состав почв, климатические показатели - температура воздуха, дефицит влажности, скорость ветра, количество осадков. Проведенное по этим показателям мелкомасштабное районирование позволило выделить на территории края 9 зон.

I. Крайне засушливая. Коэффициент увлажнения f - 0,4. Грунты зоны аэрации - супесчаные. Почвы - светлокаштановые несолоноватые и солонцеватосолончаковые комплексы. Анализ материалов четырехлетних наблюдений на солевых площадках показал, что прогрессирующего засоления не происходит при УГВ 2,0-2,5 м.

2. Крайне засушливая. Грунты зоны аэрации - суглинистые. Имеющихся материалов для оценки величины допустимых УГВ недостаточно.

3. Засушливая (f = 0,4-0,5). Грунты зоны аэрации - супесчаные. Почвы в основном каштановые. Материалов для оценки величины допустимых УГВ недостаточно.

4. Засушливая. Грунты зоны аэрации суглинистые. Засоления не происходит при уровнях 2,5-3,0 и кратковременных подъемах грунтовых вод до I,5 м.

5. Засушливая. Грунты зоны аэрации - глинистые. Почвы луговые глинистые и тяжелосуглинистые. Засоления не происходит при уровнях несколько ниже I м. Для предупреждения заболачивания необходимо поддерживать глубину уровня на глинистых почвах I,2-I,4 м, на суглинистых - I,4-I,7 м.

6. Неустойчивого увлажнения (f = 0,5-0,7). Грунты зоны аэрации - суглинистые. Почвы - темнокаштановые, черноземы типичные и выщелоченные. При УГВ I,5-2 м засоления не происходит, при более высоких уровнях почвы засолены.

7. Неустойчивого увлажнения. Грунты зоны аэрации - глинистые (глины майкопской серии). Уменьшение содержания солей в почве происходит при УГВ более I,7-I,8 м (в состоянии черного пара - при уровнях ниже I,0 м).

8. Умеренного увлажнения. Грунты зоны аэрации - суглинистые. Коэффициент увлажнения 0,7-I,0. Почвы - черноземы обыкновенные малогумусные. Безопасной от реставрации засоления является глубина грунтовых вод I,5 м, допустимы кратковременные подъемы уровня до 0,6 м от поверхности.

9. Умеренного увлажнения, глинистые грунты зоны аэрации. Имеющихся материалов по зоне - недостаточно.

УДК 556.38:626.8(575.I3)

Г.Д. Калианиди
(Узбекгидрогеология)

О ФОРМИРОВАНИИ ПОДЗЕМНЫХ КОНУСОВ ВЫНОСА ЮЖНОЙ ФЕРГАНЫ

Для объяснения режима уровня подземных вод на примере конуса выноса р. Сох, где наблюдается отставание максимального положения уровня (ноябрь-декабрь) от максимальных расходов реки (июль) было введено понятие "регулирующая емкость". Дальнейшие исследования позволили установить, что существующее представление не объясняет многие явления, в частности:

- если периферия играет только роль "плотины", подпирающей поток подземных вод со стороны головной части, то основной расход подземных вод должен проходить по верхней небольшой мощности отложений, однако исследования показывают, что и нижние горизонты могут пропускать значительные расходы;

- сквозь тело "плотины" в периферию проходит около 30% естественных ресурсов по горизонтам галечников, однако на Сохском конусе выноса пробурено свыше I,4 тысячи скважин и отбирается около 20 $м^3/с$ при потерях поверхностных вод в головной части I3-I8 $м^3/с$. Скважины пробурены в основном в периферии, но тенденции к снижению уровня не наблюдается и продолжается выклинивание;

- "регулирующая емкость" - понятие неопределенное относительно реальной емкости, которая должна иметь отражение и в разрезе и в плане, чтобы с учетом гидрогеологических парамет-

ров можно было произвести соответствующие расчеты. Использование интегральных кривых для объяснения отставания в режиме уровня не учитывает конкретную площадь и мощность, строение, слоистость пород, а учитывает только гидрометрические данные;

- если головная часть конуса выноса является безнапорной, то перед периферией, где начинается переслаивание обломочных и глинистых пород, уровни по скважинам, оборудованным на различные глубины, должны быть одинаковыми, однако на некотором расстоянии они возрастают с глубиной. Глинистые прослои могут объяснить появление напоров, но не увеличение их с глубиной;

- трудно также объяснить большие перетоки из нижних горизонтов, которые часто получаются при расчетах по соотношению напоров, т.к. считается, что из нижних горизонтов головной части в периферию поступает очень незначительное количество подземных вод;

- трудно объяснить и одинаковое, синхронное колебание уровней подземных вод различных горизонтов, основываясь на представлении движения по слоям, т.к. каждый слой имеет свои гидрогеологические параметры, а более высоконапорные пласты должны иметь более высокую пьезопроводность.

Анализ и обобщение фактического материала позволил нам обосновать в виде рабочей гипотезы значительный приток подземных вод со стороны гор по зонам тектонического рыхления разломов, секущих четвертичные отложения, формирование инфильтрационными водами многочисленных подвешенных потоков, двигающихся на небольшой глубине по большим уклонам в головной части конуса выноса, из-за прослоев конгломератов различной плотности и цементации. Инфильтрационные воды, таким образом, "распыляются по площади", выклиниваются в понижениях местности, особенно на участках, где происходит резкое уменьшение уклонов поверхности, не оказывая влияния на колебание уровня подземных вод глубоких горизонтов. Таким выводам способствуют и сравнительные расчеты. Так, согласно замерам в пойме р. Сох (ширина I км, длина - 6-7 км), с июня по сентябрь потери поверхностных вод составляют I5-30 $м^3/с$, уровень подземных вод под поймой - II0 м, т.е. уровень подземных вод уже существует и на него поступают в течение четырех месяцев в среднем по 20 $м^3/с$ воды при инфильтрации в верти-

кальном направлении. Поскольку вода при заполнении пор должна иметь определенный объем, уровень подземных вод поднялся бы намного выше поверхности земли и т.д. Поскольку мы полагаем, что приток подземных вод осуществляется по зонам рыхления из области питания в горах, то режим уровня на разных участках может быть различным, и это следует учитывать при разработке мелиоративных мероприятий.

УДК 556:332.52:631.62(575)

Ю.С. Ковалев
(ГИДРОИНГЕО)

ОБ ОЦЕНКЕ ДРЕНИРОВАННОСТИ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ АРИДНОЙ ЗОНЫ ПО ИСПАРИТЕЛЬНО-ДРЕНАЖНОМУ КОЭФФИЦИЕНТУ

Критерии и оценка дренированности земель рассматриваются в работах Д.М. Каца, В.Г. Самойленко, Н.Н. Ходжибаева и др. В 1976-1977 гг. нами и Н.Н. Ходжибаевым было предложено дренированность подверженных вторичному засолению земель оценивать по испарительно-дренажному коэффициенту ($К_и$), характеризующему соотношение инфильтрационного дренажного стока ($Д_и$) и испарение грунтовых вод ($И_т$): $К_и = Д_и : И_т$.

Инфильтрационный дренажный сток составляет долю инфильтрационных поверхностных вод (орошение, осадки), которая отводится дренажем (естественным и искусственным). Инфильтрационный расход, поступающий на зеркало грунтовых вод и перехваченный дренажем (гравитационный сток), обеспечивает вынос солей из зоны аэрации (ее рассоление); наоборот суммарное испарение грунтовых вод формирует соленакопление в почвах. Обе составляющие солеобмена, проявляясь одновременно, но с различным для формирования засоления знаком, определяют направленность мелиоративного процесса, который складывается либо благоприятным, либо неблагоприятным для сельскохозяйственного производства. За относительный оптимум в орошаемых районах можно принять такую величину $К_и$, которая сложилась на землях с хорошей мелиоративной обстановкой. (Чирчикская долина , почти весь Самаркандский оазис, отдельные массивы Хорезмского оазиса). Относительный оптимум водносолевого режима был получен и на опытно-производственных участках САНИИРИ в Голодной степи (совхоз "Пахтаарал";

Х.И. Якубов, Д.А. Иконому и др.), в Ферганской долине (участок "Большевик"; Г.В. Еременко, А.У. Усманов и др.) и Хорезмском оазисе (участок "Правда"; М.С. Мерзленский и др.). Расчеты показывают, что в указанных случаях значение $К_и$ варьирует в пределах 3-4. Величина $И_т$ определялась по лизиметрическим данным - по гидрометрическим балансовым работам и гидрогеологическим расчетам. Проработка данных по Голодной степи, Ферганской долине, Бухарскому, Кермине-Канимехскому, Каракульскому оазисам и другим районам позволяют сделать следующие выводы.

I. При $К_и < I$ (испарение грунтовых вод составляет более 50% их расходной части) процессы вторичного засоления почв проявляются весьма активно; мелиоративная обстановка весьма неудовлетворительная, а дренированность - весьма слабая.

2. При $К_и = I-2$ (испарение грунтовых вод 50-33% от их расходной части) не обеспечивается должный мелиоративный эффект, т.е. мелиоративное состояние площади может быть охарактеризовано как неудовлетворительное, а дренированность - слабая.

3. При $К_и = 2-3$ (испарение грунтовых вод 33-25%) мелиоративная обстановка приближается к дренированным условиям, при этом, однако, не исключаются процессы вторичного засоления, а дренированность - недостаточная.

4. При $К_и > 3$ (более 75% расхода грунтовых вод составляет гравитационный сток) мелиоративное состояние земель благоприятное для сельхозпроизводства, а дренированность - достаточная.

Таким образом, по величине $К_и$ можно дать сравнительную оценку дренированности орошаемых (и планируемых к использованию) земель, и появляется возможность картирования дренированности отдельных районов, массивов, участков и т.п.

Испарительно-дренажный коэффициент позволяет схематично увязать глубину залегания грунтовых вод, их испарение, инфильтрационный дренажный сток и водоподачу (В). Если принять величину $Д_и$ в пределах 25-35% общего водопотребления $В_п = В + О$, где О - осадки (чему может соответствовать КПД ирригационных систем 0,7-0,75), то водопоступление (водозабор брутто+осадки) составит $В_п = (3 - 4) Д_и$. Коэффициент $К_и$ свидетельствует, что требуемая водоподача (и эквивалентная ей величина инфильтрационного стока) для обеспечения дренированных условий умень-

шается с увеличением глубины залегания грунтовых вод, т.е. затраты оросительной воды, при прочих равных условиях, уменьшаются пропорционально уменьшению испарения грунтовых вод. Оценки свидетельствуют, что если при глубине подземных вод 3 м водопотребление принять равным 100%, то для глубины 2,5 м оно возрастает до 135–160%. Этот вывод согласуется с точкой зрения мелиораторов, отдающих предпочтение в аридных условиях глубокому дренажу (заложение дрен на 3–3,5 м и более), т.к. это снижает затраты оросительной воды. Таким образом, "критическая" глубина грунтовых вод является величиной переменной, а ее критерием должно являться снижение затрат оросительной воды (конечно не в ущерб урожайности сельхозкультур). Достаточная дренированность может быть достигнута и при сероземном (глубина до воды более 4–5 м), и при сероземно-луговом (от 2 до 3–4 м), и при луговом (не глубже 1,5–2 м) мелиоративных режимах. Однако наименьшая нагрузка на $Д_и$ в эксплуатационный период требуется при сероземном (автоморфном) мелиоративном режиме.

УДК 631.61(470.4)

Б.И.Костин, В.М.Кузник, Т.К.Платонова
(ВолжНИИГиМ)

ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВОГРУНТОВ НА СОЛЕПЕРЕНОС В СЫРТОВЫХ ГЛИНАХ

Исследования ставили целью определить факторы, влияющие на солеперенос в тяжелых почвогрунтах Низкой Сыртовой равнины. Эксперименты проводились на монолитах ненарушенной структуры с глубины 1–4 м (совхоз "Декабрист" Саратовской области). Тип засоления по профилю сульфатно-хлоридный, содержание солей 0,52–0,74% (в двух гипсовых горизонтах 0,98–1,18%). Содержание поглощенного натрия превышает 20% от емкости обменного комплекса.

Монолиты промывались 5–6 поровыми объемами с отбором фильтрата на химический анализ. На первом этапе промывки ионный состав фильтрата соответствовал поровому раствору до начала опыта. К моменту прохождения одного порового объема состав фильтрата стал меняться и при двух объемах уже резко отличался от начального. Если вначале хлориды натрия и маг-

ния составляли 73% от суммы солей, то после двух поровых объемов стали преобладать сульфаты - более 70% от суммы, а в дальнейшем повышалась доля гидрокарбонатов. При этом хлор практически полностью вымывался 2,5 поровыми объемами промывной воды.

Несмотря на присутствие гипса и кальцита в монолитах, в составе фильтрата на всех этапах промывки преобладали легкорастворимые соли. Это являлось следствием обменных реакций между катионами раствора и поглощенными основаниями, в результате которых кальций, появляющийся при растворении гипса и кальцита, заменялся на натрия и магний из обменного комплекса. Это подтвердили анализы, показавшие на снижение доли поглощенного натрия и повышения кальция.

Аналогичная картина была обнаружена и в полевом опыте при длительной промывке грунтов под дном котлована, расположенного на том же участке. Количество промывной воды соответствовало двум поровым объемам двухметрового слоя почвогрунтов. Ионный состав порового раствора и состав поглощенных оснований грунтов под дном котлована к концу опыта соответствовал составу фильтрата при промывке монолитов на тот же момент: в поровом растворе стали преобладать сульфати, а доля натрия снизилась в среднем с 20% до 7% от емкости поглощения.

Проделанные эксперименты показывают, что замедленный вынос солей при фильтрации в сыртовых отложениях связан не с застойными порами, а с наличием физико-химических взаимодействий между ионами порового раствора и твердыми фазами - гипсом, кальцитом и поглощенными основаниями. Это означает, что прогноз солевого режима в сыртовых отложениях не может быть основан на моделях, описывающих движение солей как движение одного мигранта в потоке жидкости. Такие модели не способны отразить изменение ионного состава раствора и твердых фаз, а значит принципиально не могут отразить и изменение минерализации. Даже при отсутствии труднорастворимых солей нарушение соотношения катионов в поровом растворе может привести к осолонцеванию почвогрунтов, не учитываемых этими моделями.

Изменение минерализации поровых растворов при фильтрации необходимо описывать принимая во внимание химический состав раствора и характер взаимодействия ионов с твердыми фазами. Основой таких моделей могут служить разработанные В.А.Бароном, А.Я. Пачепским и др. представления о равновесном распределении

компонентов между фазами почв. Как следует из приведенных результатов, при прогнозных расчетах водно-солевого режима сртовых отложений необходим последовательный учет физико-химической активности почвогрунтов.

УДК 556.3.06:631.6

Н.Н.Муромцев (УкрНИИГиМ),
Н.Л.Хмельницкая (Укргипроводхоз)

ОПТИМИЗАЦИЯ ГИДРО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ВОДНО-СОЛЕВЫХ ПРОГНОЗОВ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

Солевые прогнозы могут быть выполнены при наличии следующих материалов: карт минерализации, глубин залегания грунтовых вод, динамики грунтовых вод с характеристикой взаимосвязи водоносных горизонтов, литологического состава почвогрунтов, засоления грунтов на глубинах 0-1; 1-3 м и зоны аэрации, долгосрочного прогнозного режима УГВ в условиях орошения;данных химанализов грунтовых вод, водных вытяжек и поровых растворов; данных по карбонатности, гипсоносности, величинах обменных катионов; водно-физических и фильтрационных свойств грунтов; данных полевых опытных работ и гидрометеонаблюдений, включающих величины инфильтрации и испарения на разной глубине от поверхности земли при разном водопоступлении, параметры солепереноса на изучаемом массиве или массиве-аналоге; ирригационно-хозяйственные данные - режим орошения и дренажа, техника полива, расположение орошаемых земель и севообороты. Необходимость получения указанной информации требует большого объема изысканий и опытных работ. С целью оптимизации их объема для выполнения водно-солевых прогнозов рекомендуется использовать графики взаимосвязи между содержанием солей в почвогрунтах, грунтовых водах, глубиной их залегания, водопоступлением (атмосферные осадки с оросительной водой) на поверхность почвы.

Графики построены по материалам инженерно-геологических изысканий и опытных исследований, выполненных Укргипроводхозом и УкрНИИГиМ на юге Украины. В основу графиков положены величины испарения и инфильтрационного питания при разном водопоступлении на поверхность почвы и разной глубине залегания

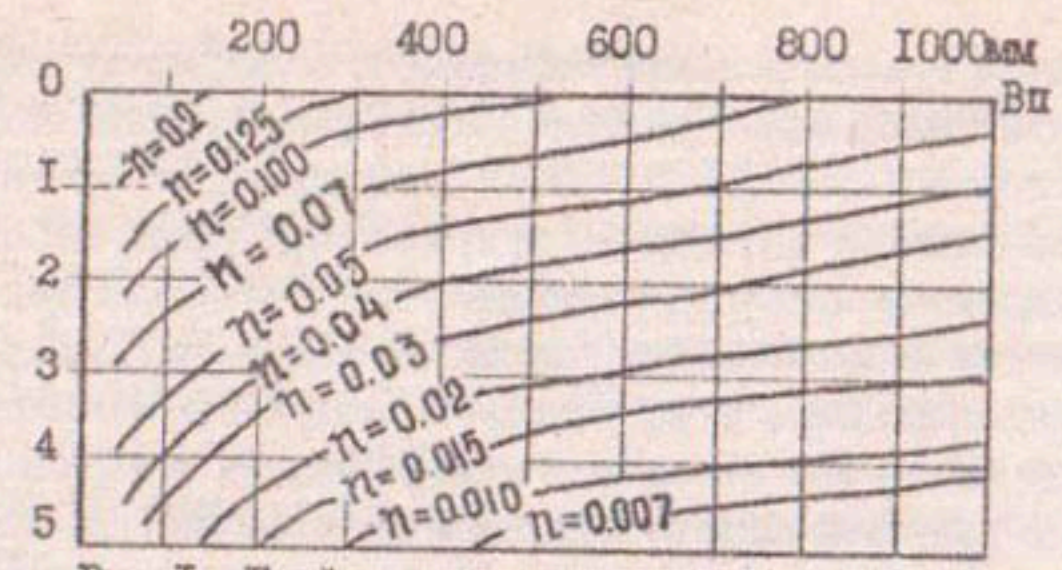


Рис.I. Графики взаимосвязи между содержанием солей в грунтах, грунтовых водах, глубиной до уровня грунтовых вод и водопоступлением за год (Вп)

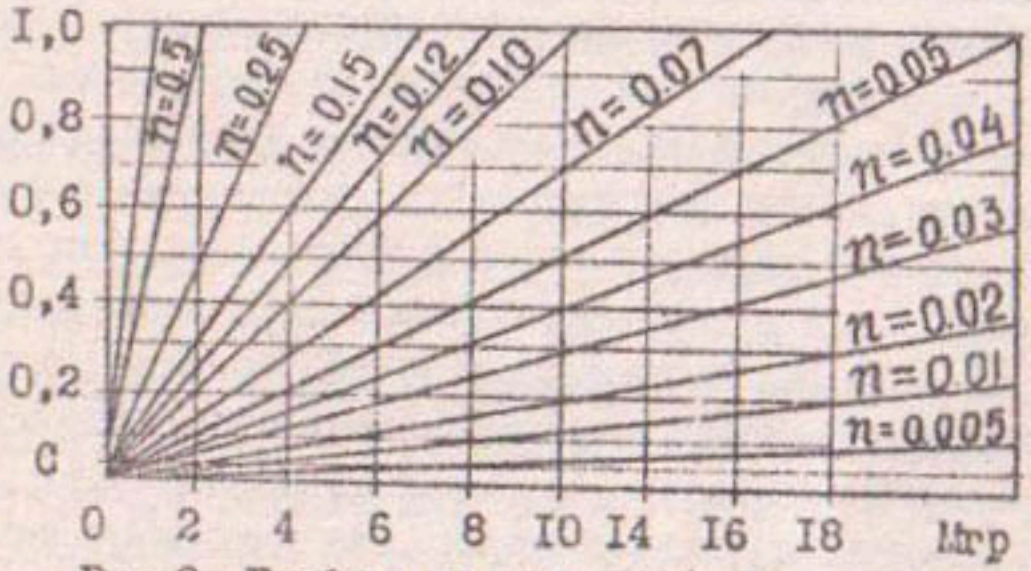


Рис.2. Графики отношения ( ) засоления почвогрунтов (С,%) к минерализации грунтовых вод (Мгр, г/л)

УГВ. Они использованы для определения количества солей, вымытых из метровой толщи почвогрунтов и принесенных в нее при испарении. Помимо переноса солей грунтовым потоком учитывалась молекулярная диффузия солей в нем. Отношение засоления почвогрунтов к минерализации грунтовой воды, при котором в условиях различного водопоступления на поверхность почвы и изменяющихся глубинах УГВ отсутствует прирост засоления в верхнем метровом слое, для средних суглинков дано на рис. I. Численное значение отношения засоления почвогрунтов к минерализации грунтовых вод (n) и содержание солей, характеризующее грунты как незасоленные при разном типе засоления, приведено на рис. 2.

С помощью графиков можно определить величину оттока или притока грунтовых вод по разнице между фактической величиной водопоступления и водопоступлением, инфильтрация от которого на заданной глубине залегания грунтовых вод равна испарению с УГВ. Определяются величина минерализации грунтовых вод при установившемся водном режиме, характер изменения содержания солей в почвенном слое и величина засоления при установившемся солевом режиме по известной минерализации грунтовых вод, оптимальная величина водопоступления на поверхность почвы для слабостточных районов при известной минерализации, засолении и глубине до воды.

Например: I - дано: A = 400 мм, C = 0,2%, h = I,5 м; по рис. I определяем водопоступление на поверхность почвы - 700мм, в том числе на переток и отток поступает 300 мм; n = 0,055: по рис. 2 - M = 4,0 г/л;

2 - дано: A = 400 мм, h = I,5 м, M = 8,0 г/л; по рис. I - n = 0,055, по рис. 2 - C = 0,45%;

3 - дано: C = 0,2%, M = 7 г/л, h = 2 м; по рис. 2 - n = = 0,035; по рис. I - A + Q = 600 мм.

Здесь: A, Q - величина атмосферных осадков и оросительная норма, мм; C - засоление почвогрунта, %; M - минерализация грунтовой воды, г/л; n = C/M, h - глубина до УГВ, м.

УДК 556.3:626.8I/84

В.Н. Островский
(ВСЕГИНГЕО)

МЕТОДИКА КАРТИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОРОШЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

I. На территориях Средней Азии, Казахстана и других регионов под влиянием антропогенных факторов, главным образом орошения, происходят региональные изменения гидрогеологических условий, которые приводят к нежелательным изменениям окружающей среды. Изученность гидрогеологических процессов, происходящих под влиянием орошения, в большинстве районов недостаточна, а методика их картирования разработана слабо. Поэтому актуальна задача регионального исследования влияния орошения на подземные воды с целью оценки и прогноза направленности антропогенных

изменений гидрогеологических условий.

2. Во ВСЕГИНГЕО разработана методика картирования влияния орошения на изменение гидрогеологических условий территории. В основу ее положены следующие принципы: региональный подход (карты должны составляться не только в пределах орошаемых массивов и зон их влияния, но и охватывать крупные гидрогеологические структуры); картирование всей системы (зона аэрации, грунтовые воды, напорные воды); использование в качестве основного показателя изменение направленности процессов водообмена.

3. Исходя из указанных принципов, разработаны легенды и макеты следующих карт: зоны аэрации, гидродинамической, гидрогеохимической, структуры баланса грунтовых вод, преобразования зоны аэрации, преобразования динамики и химизма грунтовых вод, преобразования структуры их баланса.

4. На карте зоны аэрации отображаются ее мощность, литологический состав пород, их водопроницаемость, степень засоления. На гидродинамической карте показаны основные фильтрационные параметры водоносных горизонтов в зоне активного водообмена, а также особенности грунтовых потоков. На гидрогеохимической карте отражаются минерализация, химический состав грунтовых вод, типы вертикального гидрогеохимического разреза, загрязнение грунтовых вод. Карта структуры баланса грунтовых вод составляется в соответствии с разработанной автором классификацией водного баланса системы (зона аэрации, грунтовые воды, напорные воды). На ней показаны типы, группы, классы и подклассы водного режима и баланса, а также направленность солевого баланса.

5. Карты преобразования зоны аэрации, динамики и химизма грунтовых вод, структуры их баланса отображают изменения гидрогеологической обстановки под влиянием ирригации и представляют собой карты динамики гидрогеологических процессов в период освоения земель или в последующее время.

6. Комплект карт сопровождается оценочной схемой преобразования гидрогеологических условий под влиянием орошения. Выделены три степени преобразования гидрогеологических условий (весьма интенсивная, интенсивная, слабо интенсивная) и разработаны критерии для их оценки.

7. Методика апробирована во ВСЕГИНГЕО, ГИДРОИНГЕО, НПО

Казгидрогеология. Составлены комплекты карт по ряду крупных территорий – зонам влияния Каракумского канала, Голодной степи, Туркестанского канала, Акдалинской системы в низовьях р. Или и другим.

8. Анализ карт, составленных по предлагаемой методике, наглядно показывает, что изменения гидрогеологических условий под влиянием орошения приобрели региональный характер. Произошли коренные преобразования распределения и формирования подземных вод в ряде крупных гидрогеологических структур в зависимости от их типа и интенсивности техногенного воздействия.

9. В платформенных бассейнах орошение изменило гидрогеологические условия на значительных территориях, однако на большей части площадей структур условия распределения и формирования подземных вод близки к естественным. В структурах с низкой интенсивностью водообмена (Каракумский бассейн) ирригация привела к значительному подъему УГВ, формированию мощных искусственных водонапорных систем, опреснению подземных вод в зоне активного водообмена. Характерны превращения областей разгрузки подземных вод в области питания, изменения ландшафтов, являющиеся в свою очередь одним из главных факторов преобразования гидрогеологической обстановки.

10. В предгорных и межгорных бассейнах влияние орошения на подземные воды более значительно; процессы контролируются естественной гидрогеологической зональностью (Голодностепский и другие бассейны). В слабодренированных зонах преобразования гидрогеологических условий наиболее значительны и направлены в основном в сторону активизации соленакопления. При этом происходит локальное, реже региональное изменение взаимодействия поверхностных и подземных, напорных и грунтовых вод. В дренированных зонах антропогенные изменения гидрогеологических условий сравнительно невелики.

УДК 556.3.01:626.862.4

В.Н.Пономарев, О.В.Чеботарева
(Узбекгидрогеология)

К МЕТОДИКЕ ИССЛЕДОВАНИЙ СИСТЕМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ДРЕНАЖА МЕТОДОМ АНАЛОГИИ НА ОСНОВЕ РАСЧЕТА ОБОБЩЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ

В последнее время все большее значение приобретают исследования систем вертикального дренажа и действующих крупных водозаборов, как аналогов при выполнении изысканий и проектирования новых систем. В объединении Узбекгидрогеология был проведен анализ результатов наблюдений за водозаборами, который может быть применен и при анализе систем вертикального дренажа.

Водозаборы эксплуатируют грунтовые воды долин рр. Чирчик и Ахангаран, приуроченные к аллювиальным галечникам мощностью до 60–70 м. Разрезы характеризуются ухудшением фильтрационных свойств аллювия с глубиной. Эксплуатационный расход водозаборов площадного и линейного типа в значительной мере обеспечивается инфильтрацией вод с орошаемых массивов и из мелкой оросительной сети. Анализ результатов эксплуатации водозаборов производился для нахождения обобщенных параметров, в первую очередь – проводимости (Km). В основу расчетов принята формула для группы из ограниченного числа взаимодействующих скважин, решенная относительно проводимости. При коэффициенте уровнепроводности $a = Km/\mu$ уравнение приобретает вид:

$$Km = 1/2\pi S \sum_{i=1}^{n} Q_i \ln 1{,}5\sqrt{Kmt/\mu}/r_i ,$$

где Q_i – расход эксплуатационной скважины; n – число скважин; r_i – расстояния от i-й скважины до рассматриваемой наблюдательной точки; S – понижение уровня подземных вод в наблюдательной точке за период t; μ – водоотдача.

Решение данного нелинейного уравнения производится методом хорд, для которого составлена программа для ЭВМ типа ЕС на алгоритмическом языке PL– I. Для реализации программы необходимо провести специальные стационарно-режимные наблюдения на выбранном водозаборе или системе вертикального дренажа, оборудованной сетью наблюдательных скважин, характеризующих граничные условия участка. При подготовке данных особенно тщательному определению подлежат понижения в эксплуатационных и наблюдательных скважинах за выбранной период вре-

мени. Для систем вертикального дренажа наиболее характерным является период от начала эксплуатации систем до квазистационарного положения уровня. В целях получения более достоверного значения проводимости до начала эксплуатации систем вертикального дренажа рекомендуется определять водоотдачу с помощью опытных откачек из кустов скважин.

Возможность применения полученных обобщенных значений проводимости на другом участке может быть определена на основе сохранения принципов натурного подобия, наиболее полно описанных И.К. Гавич. Анализ работы действующих систем дренажа или водозаборов на основе определения обобщенных параметров позволяет более целенаправленно вести исследования и расчеты новых систем в аналогичных условиях.

УДК 556.3:631.6

В.К. Рудаков
(НИИ геологии Днепропетровского университета)

ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ С УЧЕТОМ ИХ ИЗМЕНЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Существующие методы гидрогеологического обоснования проектирования и строительства мелиоративных систем включают исследования фильтрационных свойств грунтов, главным образом в естественных условиях. Однако известно, что под влиянием орошения земель происходят процессы изменения структуры и показателей фильтрационных свойств грунтов: просадочные деформации лессовых грунтов и их послепросадочное уплотнение (по Е.Н. Сквалецкому), набухание глинистых грунтов, растворение солей, суффозия, кольматация грунтов дна каналов, водоемов, в прирусловых зонах и др. Связанные с этими процессами изменения гидрогеологических параметров должны учитываться в водохозяйственных проектах, поэтому необходимы исследования их поведения на действующих ирригационных системах с аналогичными условиями. С этих позиций предлагаются методы определения фильтрационных свойств грунтов по данным изучения нарушенного гидрогеологического режима в районах орошения земель.

I. Слоистые толщи грунтов в зонах влияния каналов и водоемов. Рассматривается условия, когда применима модель "предельного перетекания" через слабопроницаемый слой, подстилающий водоносную толщу (по В.К. Рудакову). Данная модель наиболее близка к действительности, когда вода из этой толщи просачивается через насыщенный слабопроницаемый слой в нижележащие ненасыщенные породы с высокими коллекторскими свойствами. Такие условия типичны для ряда районов засушливой зоны юга Украины. В случае малых различий водопроницаемости подстилающего слоя и верхней толщи в ней при фильтрации из канала (или водоема) формируется водяной "бугор" ограниченных по площади размеров. Для режима установившейся пространственной фильтрации основная формула имеет вид (рис. I):

$$Q = H\left(\sum_{i=1}^{n} \Phi_i / K_i\right)^{-1} \qquad (I)$$

где Q – фильтрационный расход из канала (водоема), $м^3$/сут; H – полная величина потерь напора; м; Φ_i – общее "сопротивление формы" в i-м слое, $м^{-1}$, K_i – коэффициент фильтрации i-го слоя, м/сут; n – общее число слоев грунта.

Интегральные сопротивления (Φ) для каждого из слоев вычисляются по формуле

$$\Phi = \sum_{j=1}^{n_1} (\Delta l_{cp} / \omega_{cp})_j , \qquad (2)$$

где Δl_{cp}, ω_{cp} – осредненные значения длины линии тока и площади поперечного сечения потока в пределах j-го расчетного фрагмента внутри данного слоя; эти значения определяются графоаналитическим способом по известной фактической форме водяно-

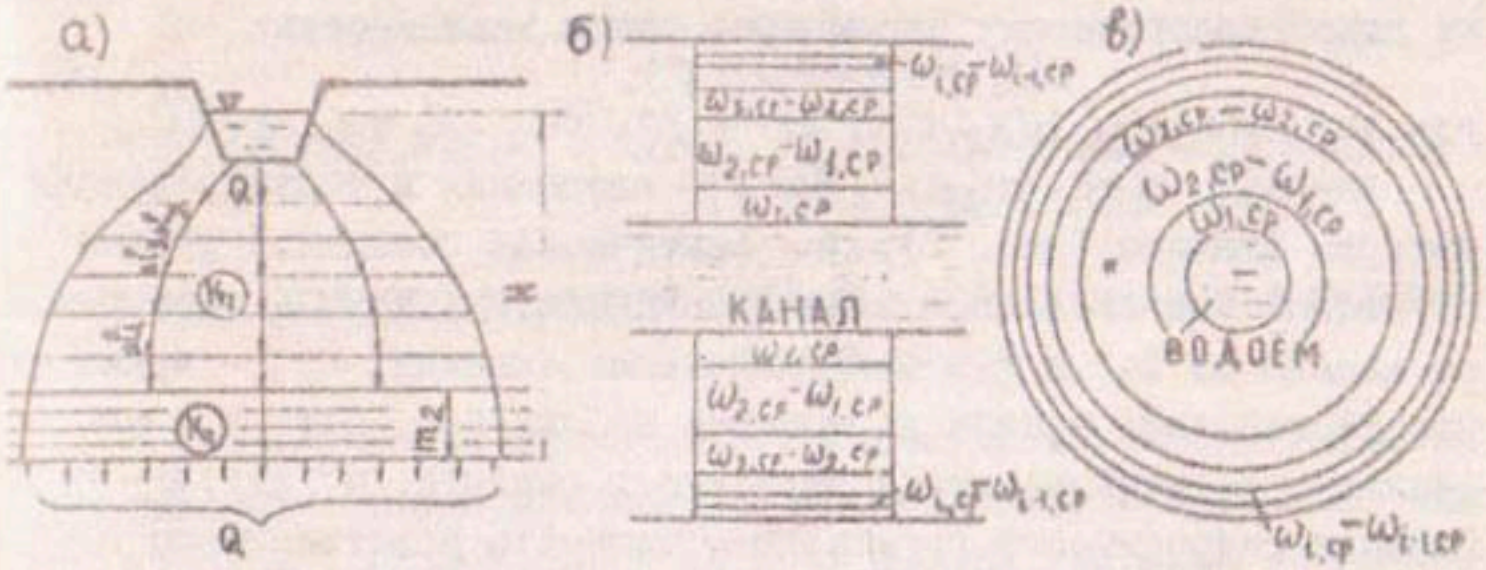


Рис.I. Расчетные схемы для определения параметров по фактической форме водяного "бугра" вблизи каналов (а,б) и водоемов (а,в): а – разрез; б, в – план

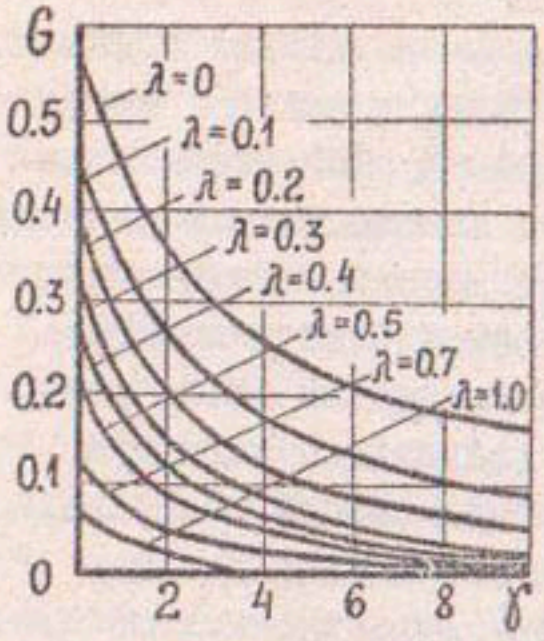


Рис.2. Графики функций G

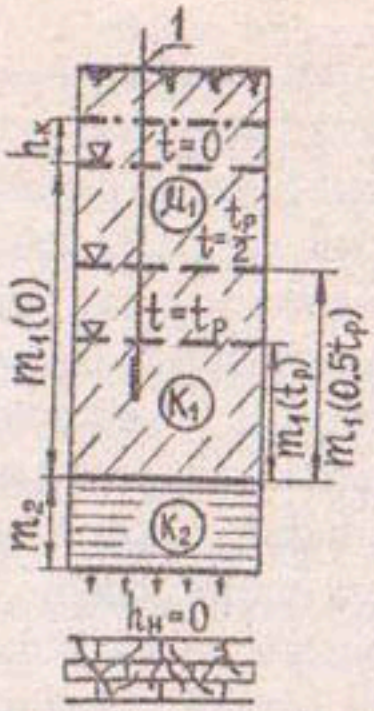


Рис.3.Динамика спада УГВ в двухслойной толще: I–пьезометр

го "бугра". Разработаны рекомендации по методике наблюдений и определения Φ_i.

Исходя из (I)-(2), при известных по данным полевых исследований величинах Q, H, Φ_i можно найти коэффициент фильтрации любого из слоев (если для остальных слоев значений K_i известны). В случае $n = 2$ (рис. I), когда верхняя относительно однородная толща подстилается глинистым слоем, коэффициент фильтрации глин будет

$$K_2 = Q\Phi_2 \cdot (H - Q\Phi_1/K_1)^{-1} \qquad (3)$$

Если $K_2 \ll K_I$ и имеется естественный водоносный горизонт в верхней толще, подпор грунтовых вод формируется длительное время и распространяется на значительное расстояние от канала. В условиях режима свободной фильтрации из канала и применимости модели "предельного перетекания" предлагается для оценки гидрогеологических параметров такая зависимость:

$$G(\lambda_1', \gamma') = \varphi G(\lambda_2', \gamma''), \qquad (4)$$

где $\varphi = \Delta h(x_1, t')/\Delta h(x_2, t')$; $\lambda_1' = x_1/2\sqrt{at'}$; $\lambda_2' = x_2/2\sqrt{at'}$;

$\gamma' = \gamma t'$; $\gamma = K_2/m_2\mu$; $G(\lambda, \gamma)$– введенная и табулированная автором функция (рис. 2); Δh– фактическое повышение уровня грунтовых вод (УГВ) под влиянием канала, м; x_1, x_2 – расстояния от канала до I-й и 2-й наблюдательных скважин, м; t'– время от начала действия канала до момента наблюдения, сут; a – коэффициент уровнепроводности верхнего горизонта, $м^2$/сут; μ– коэффициент гидроемкости грунта; m – мощность подстилающего слоя, м.

Определение параметров (a, γ, K_2 и др.), исходя из (4),

удобно производить графоаналитическим способом (либо с помощью ЭВМ).

2. Слоистые толщи грунтов под орошаемыми массивами. Разработана методика определения фильтрационных свойств грунтов по данным пьезометрических наблюдений, которая применима при весьма малой (по сравнению с расходом на перетекание) величине бокового оттока, что характерно для слабоотточных участков водораздельных массивов, "верховодок" и т.п. В случае спада уровня в двухслойной толще по схеме "предельного перетекания" после прекращения инфильтрации (рис. 3) коэффициенты фильтрации слоев определяются по формулам:

$$K_1 = \mu_1 m_2 t_p^{-1} \cdot \{[\bar{m}_1(0) - \bar{m}_1(t_p)] \ln[1+\bar{m}_1(0.5t_p) - \bar{h}_к] - [\bar{m}_1(0) - \bar{m}_1(0.5t_p)] \cdot \ln[1+\bar{m}_1(t_p) - \bar{h}_к] - [\bar{m}_1(0.5t_p) - \bar{m}_1(t_p)] \ln[1+\bar{m}_1(0) - \bar{h}_к]\} :$$
$$: \{\ln[1+\bar{m}_1(0.5t_p) - \bar{h}_к] - 0.5\ln[1+\bar{m}_1(0) - \bar{h}_к] - 0.5\ln[1+\bar{m}_1(t_p) - \bar{h}_к]\}; \quad (5)$$

$$K_1/K_2 = 1 - \bar{h}_к + [\bar{t}_p - \bar{m}_1(0) + \bar{m}_1(t_p)] : \{\ln[1+\bar{m}_1(0) - \bar{h}_к] - \ln[1+\bar{m}_1(t_p) - \bar{h}_к]\}, \quad (6)$$

где $\bar{m}_1(0) = m_1(0)/m_2$; $\bar{m}_1(0.5t_p) = m_1(0.5t_p)/m_2$; $\bar{m}_1(t_p) = m_1(t_p)/m_2$; $\bar{h}_к = h_к/m_2$; $\bar{t}_p = t_p K_1/m_2 \mu_1$; $h_к$ – величина капиллярного вакуума, м; t_p – расчетный период, сут.

Выведены и более общие зависимости для перетекания в трехслойной толще, учитывающие условия, когда ниже подошвы раздельного глинистого слоя наблюдательным пьезометром фиксируется переменный во времени напор $h_н$.

УДК 556.322:532.546(477.75)

А.Б.Ситников, Н.С.Огнянник, А.П.Швец (ИГН АН УССР)

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ВЛАГОСОЛЕПЕРЕНОСА В ГРУНТАХ ЗОНЫ АЭРАЦИИ КРЫМА

С целью изучения влагосолепереноса на территории совхоза "Добринский" Раздольненского района был выбран орошаемый опытный участок, оборудованный горизонтальным закрытым дренажем. Грунты в зоне аэрации мощностью от 0 до 18 м представлены лессовидными тяжелыми суглинками четвертичного возраста с посто-

янными по глубине физико-механическими и водно-физическими свойствами. Мощность водоносного горизонта 5,0-7,0 м, водоупором служат плотные тяжелые суглинки и глины неогенового возраста. Грунты зоны аэрации сульфатного или сульфатно-хлоридного типа засоления относятся к среднезасоленным или засоленным.

Изучение процесса влагосолепереноса осуществлялось с помощью натурных, опытных и лабораторных экспериментов. Было оборудовано 6 шурфов глубиной от I,5 до I3 м. Шурфы располагались на участках с мощностью зоны аэрации (Ма) от 7 до I8м на орошаемых землях, до 5 м при наличии горизонтального закрытого дренажа, а на засоленных почвах вблизи моря, Ма до 2,5 м. В шурфах производился замер всасывающих давлений тензиометрическими датчиками, отбор порового раствора из грунтов методом вакуумного отсоса специальными тензиометрами. Лабораторным путем были получены и решением обратной задачи уточнены нелинейные зависимости объемного влагосодержания и коэффициента влагопереноса от давления жидкого порового раствора. Зависимость коэффициента молекулярной диффузии от последнего также определялась в лабораторных условиях.

По режимным наблюдениям за изменением всасывающего давления были построены графики распределения всасывающих давлений по глубине на характерные моменты времени, позволяющие оценить направление движения влаги. Расход влаги рассчитывался с учетом уточненных значений коэффициента влагопереноса. При расчете диффузионного переноса солей использовался коэффициент молекулярной диффузии, полученный в лабораторных условиях.

В зоне аэрации с глубины 3,5-4 м прослеживается нисходящий перенос влаги. Значения единичных расходов влаги изменяются: при Ма = I5,0 м от $I \cdot I0^{-5}$ до $3 \cdot I0^{-5}$ м/сут, при Ма = 8,0 м от $0,2 \cdot I0^{-5}$ до $I,56 \cdot I0^{-5}$ м/сут. В интервале глубин до 3,5-4,0 м в зависимости от агротехнических условий может происходить перенос влаги с единичным расходом потока от $-I,2 \cdot I0^{-5}$ до $I5,8 \cdot I0^{-5}$ м/сут. При Ма<5 м в условиях горизонтального дренажа единичный расход меняется от $4,4 \cdot I0^{-5}$ до $32,6 \cdot I0^{-5}$ м/сут. При Ма 2,5-3,0 м происходит восходящее движение влаги с единичным расходом от $-0,2I \cdot I0^{-5}$ до $-3,79 \cdot I0^{-5}$ м/сут.

На территории с Ма от 4,0 до I8,0 м концентрация порового раствора в верхней части зоны аэрации изменяется в пределах

2,5–9,4 г/л, а на глубине II м достигает 20,7 г/л. При Ма 2,5–3,0 м до глубины I,0 м концентрация равна 23,I–27,3 г/л, а ниже уменьшается до I4,3–I4,9 г/л. Результаты показывают, что при минимальных значениях единичного расхода влаги скорость диффузионного переноса солей меньше скорости конвективного переноса в 25, а при максимальных – в 400 раз. Таким образом при Ма от 4 до I8 м величиной диффузионного переноса солей при прогнозных расчетах можно пренебречь.

При Ма до 2,5–3,0 м скорость диффузионного переноса солей при градиентах концентрации от –I,54 до –2I,04 изменяется от $-3,5 \cdot I0^{-3}$ до $-I5,4 \cdot I0^{-3}$ г/м^2 сут. При минимальном значении единичного расхода влаги скорость диффузионного переноса солей в 8,5 раза меньше скорости конвективного переноса солей, а при максимальном – в 70 раз. Проведенные исследования показали, что в пределах небольшого по площади опытного участка в зависимости от природных и мелиоративных факторов роль конвективного и диффузионного переноса воды и солей в грунтах зоны аэрации может быть различной.

УДК 556.3:63I.6

Л.А. Скоробогатова
(САНИИРИ)

ТИПИЗАЦИЯ ГИДРОГЕОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫХ УСЛОВИЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ ДЛЯ МЕЛИОРАТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Существующее деление площадей по степени сложности гидрогеологических условий не отвечает специфике исследований с целью мелиорации земель. Территории, простые для гидрогеологической съемки, могут быть сложными в гидрогеолого-мелиоративном отношении. В практике проектных институтов состав и объемы изысканий назначают по классификации для съемки в зависимости от степени пересеченности рельефа, обнаженности пород и т.п., что неприемлемо для характеристики орошаемых массивов, расположенных обычно в равнинной местности.

Для орошаемых районов необходимо дифференцировать природные условия и оценивать их сложность в зависимости от гидрогеолого-мелиоративных и гидрохимических условий территории, а также от естественной дренированности земель и взаимосвязи

Группа факторов	Категории сложности гидрогеолого-мелиоративных условий и их характеристика		
	сравнительно простые	средней сложности	сложные
1	2	3	4
Геоморфологические факторы	Предгорные равнины, древние аллювиальные террасы рек, конусы выноса	Аллювиальные террасы речных долин, средние части межгорных впадин, периферия конусов выноса, верхние части субаэральных дельт	Центральные замкнутые части межгорных впадин, периферические части конусов выноса, древние дельты, низменные равнины
Типы водоносных комплексов	Одно- и двухпластовые системы, пески, гравий, галечники большой проводимости (>2000м2/сут), возможен покровный слой (до 2-10м) проницаемых мелкоземов	Двух- и многопластовые системы с проводимостью 300-2000 м2/сут с прослоями слабопроницаемых пород, чаще с покровным слоем мелкоземов мощностью 10-30 м	Толща песков, суглинков, глин с проводимостью песчаных отложений <300 м2/сут, с мощным (20-40м) слабопроницаемым (Кф= 0,01-1 м/сут) покровом
Гидрогеологические факторы и естественная дренированность	Подземные воды (слабонапорные) залегают преимущественно глубоко (5-10м), пресные и слабоминерализованные (1-3г/л), несущественно поднимаются при орошении, подземный сток обеспечен, земли естественно дренированные, на нижних участках слабо дренированные	Напорные подземные воды с минерализацией 1-10г/л, грунтовые воды в покровных отложениях залегают на 3-10м с сухим остатком 3-20г/л, УГВ при орошении поднимается до 1-2,5м; плохие условия местного оттока, слабо и весьма слабо дренированные земли, инфильтрационно-испарительный коэффициент W:Иг=0,5-1,5, пестрый. Гидравлическая связь грунтовых и напорных вод имеется	Напорные подземные воды с пестрой минерализацией (2-20г/л), грунтовые воды на глубине 2-5м, соленые (5-40г/л и более), при орошении интенсивно поднимаются (до 1м), земли бесточные и слабо дренированные, коэффициент W:Иг<0,5 характеризует интенсивное засоление. Гидравлическая связь грунтовых и напорных вод затруднена

I	2	3	4
Почвенно-мелиоративные факторы	Почвы сероземного типа и др.в исходном состоянии не подвержены засолению,грунтовые воды не участвуют в почвообразовании.В пониженных частях рельефа возможны заболачивание и засоление верхних горизонтов почвы	Сероземы высоких террас и равнин формируются без участия грунтовых вод,на нижних участках почвы сероземно-луговые и луговые; в исходном состоянии почвы не засолены,при подъеме УГВ развивается засоление.Пониженные участки заболачиваются за счет поверхностного стока,выклинивания грунтовых,местами напорных вод	Почвы сероземного типа,на песках не засолены;в покровных отложениях реликтовые горизонты первичного засоления, чередующиеся с незасоленными горизонтами.При подъеме УГВ развивается вторичное среднее и сильное засоление на значительных площадях.Заболачивание за счет выклинивания грунтовых вод и напорных минерализованных вод
Условия мелиоративного строительства (орошение, осушение)	Несложные дренажные сооружения для упорядочения сброса и отвода поверхностных вод по понижениям в рельефе. Дренажные воды пригодны для орошения.Грунты могут рекомендоваться как основные сооружений после несложных мероприятий по улучшению их свойств	При орошении инженерный дренаж по территории,промывной режим и выборочные капитальные промывки(на 30% площади).Дренажные воды пригодны для орошения в смеси с речными.Грунты с низкой несущей способностью,требуют дифференцированных мероприятий по их укреплению	Применение интенсивного инженерного дренажа по территории, промывного режима орошения и капитальных промывок(на 60% площади).Соленые дренажные воды пригодны для промывок солончаков при большом разбавлении пресной водой.Слабые неустойчивые грунты с низкой несущей способностью, требуются специальные мероприятия по их укреплению
Аналоги в Средней Азии	Долины рек Чирчика,Ангрена конусы выноса рек Сох,Исфары в Ферганской долине,Зеравшана в Бухарском оазисе, Дальверзинская степь,Самаркандский оазис	Северо-восточная и северо-западная части Голодной степи,Центральная Ферганы,Вахшская долина,Каршинская степь,Бухарский оазис,пойменный массив Голодной степи	Ширабадская долина,Яванская долина,Мургабский оазис,Сардобинский и Центральный массивы в Голодной степи,низовья Амударьи

подземных и поверхностных вод (М.М. Крылов, Д.М. Кац). Принципы выделения и характеристика предлагаемых нами (см. табл.) трех категорий земель основаны на использовании факторов геоморфологической схематизации, отражающей особенности гидродинамических, гидрохимических условий территории, типов водоносных комплексов, дренированности, степени засоленности почвогрунтов. Переход от простых условий к сложным означает ослабление дренированности, снижение проводимости пород, увеличение степени минерализации грунтовых вод, соленакопление в почвогрунтах; объемы изысканий будут нарастать от первой категории к третьей. В соответствии с разработанной схемой объемы гидрогеологических, разведочных, опытно-фильтрационных работ и режимных наблюдений должны быть дифференцированы по выделенным категориям сложности.

УДК 556.3:626.81/84:631.6

С.Я. Сойфер
(ВНИИГиМ)

ПРИНЦИПЫ РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПО УСЛОВИЯМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕНАЖНЫХ ВОД ДЛЯ ОРОШЕНИЯ

Комплекс мелиораций на значительной площади орошаемых земель аридной зоны включает строительство различных типов дренажа. Проблема рациональной утилизации дренажного стока в связи с дефицитом водных ресурсов приобретает актуальность и в ряде случаев предопределяет степень освоения новых земель. Возможность использования дренажных вод для орошения может быть установлена на основе прогноза химического состава дренажных вод и требований к качеству оросительных вод, что является основой для выделения периодов, когда дренажные воды можно использовать без предварительного улучшения качества и после различных мероприятий по изменению их состава. Результаты таких разработок отражены на схеме районирования территории по условиям использования дренажных вод для орошения сельскохозяйственных культур, принципы которой показаны в табл.

В основу районирования положено выделение районов, отражающих принципиальные возможности использования дренажных вод,

район		участок	
I	Использование дренажного стока возможно	I-I	2 лет, далее при условии улучшения качества воды
		I-2	2-5 лет, далее при условии улучшения качества воды
		I-3	5-I0 лет, далее при условии улучшения качества воды
II	Использование дренажного стока возможно при условии улучшения качества воды	II-I	При условии разбавления, опреснения, подбора солеустойчивых культур
		II-2	При условии разбавления, химической мелиорации и подбора солеустойчивых культур
III	Использование дренажного стока нецелесообразно		

район		участок	
А	Использование дренажного стока возможно		
Б	Использование дренажного стока возможно при условии улучшения качества воды	Б-а	При условии разбавления, опреснения, подбора солеустойчивых культур
		Б-б	При условии разбавления, опреснения, химической мелиорации, подбора солеустойчивых культур
В	Использование дренажного стока нецелесообразно	В-а	5 лет, далее использование возможно при условии улучшения качества воды
		В-б	Первые 5-I0 лет, далее использование возможно при условии улучшения качества воды
		В-в	Более I0 лет эксплуатации дренажа

и участков по временным и качественным показателям. Временные показатели выбраны условно с учетом анализа многочисленных схем формирования химического состава дренажных вод. Количество участков может быть изменено в зависимости от изученности территории, длительности прогнозирования динамики химического состава дренажных вод. Районирование в соответствии с изложенными принципами позволит оценить масштабы, аспекты рационального использования и способы ликвидации дренажных вод.

УДК 624.131.23

С.И.Сторожук, Л.В.Ефремкина
(ТИИИМСХА)

КОНСТРУКЦИЯ ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА С УЧЕТОМ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ БЕШКЕНТСКОЙ ДОЛИНЫ

Расчеты фильтров выполняют на основе изысканий с учетом гидрогеологических условий объекта. Мелиорируемая часть Бешкентской долины (Таджикистан) характеризуется двумя типовыми гидрогеологическими разрезами:

I. На основной площади орошения развиты супеси мощностью 40 м с коэффициентом фильтрации Кф 0,23–0,42 м/сут, (совхозы №№ I и 2).

2. Трехслойная среда. Грунты верхнего слоя (пески) мощностью 4,5 м имеют Кф I0 м/сут, нижний слой мощностью 82 м представлен галечниковыми отложениями с водопроницаемостью I00 м/сут. Мощность разделяющего слоя глин 2 м, Кф 0,05 м/сут (совхоз "Ватан").

Проектом предусмотрено строительство закрытого горизонтального дренажа из гончарных труб диаметром 200 мм в круговой (I5 см) фильтровой обсыпке, для которой используют природную смесь месторождения "Южное" и "Шаартуз". Характерной особенностью песчанно-галечниковых смесей является прерывистая гранулометрия. В составе грунта практически отсутствуют фракции 0,3–3 мм – (4%); преобладают частицы < 0,3 мм – 34,62% и фракция 4–40 мм (6I%). Инструкция "Дренаж на орошаемых землях" (ВСН-П-8–74, М, Союзводпроект, I975) на грунты с прерывистой гранулометрией в виду их неизученности не распространяется. Подобные грунты при засыпке в траншею расслаиваются, при этом мелкая

часть (<5 мм) попадает на дренажную линию, а более крупная - ближе к бортам.

Выполненные нами расчеты по определению зернового состава материала расслаивания показали, что грунт разделяется на мелковернистый песок, имеющий практически непрерывную гранулометрию, и песчано-галечниковый грунт. Пригодность песчано-гравийных смесей после отсева фракций крупнее 5, 10 и 20 мм изучалась в приборах Дарси.

На контакте супесей с песчано-гравийными смесями возможно отслаивание связного грунта под действием фильтрационного потока. Оба вида грунта укладывали в прибор при природной плотности. В дренируемых грунтах до градиента напора 5,0-5,2 фильтрация протекала в соответствии с законом Дарси. Перемещения частиц не наблюдалось, Кф контактного слоя дренируемых грунтов и смесей оставались постоянными на всем протяжении эксперимента. Послойное определение зерновых составов фильтра по окончанию опытов показало, что они практически идентичны исходному, т.е. отслаивание не происходит.

Следовательно грунты, полученные в результате отсева фракций крупнее 20; 10 и 5 мм из естественно-гравийной смеси "Южное" и "Шаартуз", являются фильтрами, защищающими дренируемые грунты.

В соответствии с ВСН-II-8-74 определяли размер частиц грунта, которые могут проникнуть в верхнюю часть стыка гончарных труб (Др $\leq$ 0,45 мм). Подобных частиц в грунтах расслаивания от 35-70%, в то время как допустимо 3-5%. С учетом этого обстоятельства установлена конструкция закрытого горизонтального дренажа.

Для условий I гидрогеологической схемы трубы укладываются с фильтровой смесью из несвязных материалов месторождений "Шаартуз" и "Южное" с отсевом фракции более 40 мм. Верхняя часть гончарных труб (0,6 периметра) прикрывается либо стекловолокнистыми, либо базальтовыми холстами, стеклотканями или полиэтиленовыми пленками.

Для условий 2-ой гидрогеологической схемы, где дренируемый грунт практически индентичен грунту карьера, гончарные трубы, прикрытые фильтровым материалом на 0,6 периметра, можно укладывать без фильтровой обсыпки. Предложенная конструкция не способствует уменьшению водозахватной способности дрен, что было установлено моделированием методом ЭГДА для каждой гидро-

геологической схемы.

Следовательно, в карьерных грунтах, имеющих прерывистую гранулометрию, после изысканий необходимо выполнить расчет зернового состава грунтов расслаивания. Крупнозернистую часть проверить на пригодность в качестве фильтра согласно ВСН-П-8-74, а мелкозернистую - на просыпаемость в стыки (отверстия) дренажных труб с целью выяснения необходимости их дополнительной защиты.

УДК 631.42:631.471

К.Г. Теймуров
(АзНИИГиМ)

УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ПРОВЕДЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ СОЛЕВЫХ СЪЕМОК В УСЛОВИЯХ СУЛЬФАТНОГО И ХЛОРИДНО-СУЛЬФАТНОГО ЗАСОЛЕНИЯ

Почвенно-мелиоративной лабораторией АзНИИГиМ разработаны ускоренные методы получения информации для проектирования дренажа и промывки засоленных земель, позволяющие повысить производительность труда и сократить время на проведение солевых почвенных съемок. Методические рекомендации включают:

- способы определения оптимального количества выработок и образцов. Выявлено, что на больших площадях без особого ущерба для точности можно ограничиться отбором и анализом трех образцов на глубину 2 м по слоям 0-50; 50-125 и 125-200 см, что на 40-50% повышает производительность;

- таблицы для пересчета результатов химического анализа вод и водной вытяжки из почв; их использование ускоряет выдачу результатов анализов и исключает вероятность ошибки;

- зависимости между содержанием ионов Cl, SO_4, Na , водорастворимой части гипса и плотным остатком, позволяющие по плотному остатку и HCO_3 рассчитать состав водной вытяжки, что повышает производительность аналитических лабораторий на 40-60%.

Для разработки экспресс-метода проведена солевая съемка на 28 ключевых площадках площадью 1; 3; 5; 15 и 20 га с заложением по 9 скважин на глубину 2 м. Сбор, систематизация и математическая обработка собранного материала позволяет характеризовать засоление почв следующим количеством выработок:

- на целинных землях при отсутствии дренажа и поливов 1

скважину на 8–10 га с расположением их равномерно по площади;

– на орошаемых площадях с дренами через 400–600 м 1 скважину на 5–6 га, располагая их так, чтобы в равной мере охватить земли на различных расстояниях от дрены;

– на орошаемых площадях с малыми междренными расстояниями 100–200 м на каждой поливной карте (10–15 га) – не менее трех скважин (одна скважина на 3–5 га).

В водной вытяжке из образцов определяют плотный остаток и общую щелочность (HCO_3), а ионы Cl, SO_4, Na и гипс в почвах хлоридно-сульфатного и сульфатного типов засоления рассчитывают по формулам прямолинейной $У = a + вх$ или параболической зависимости вида $У = a + вх + cx^2$.

Параболические зависимости от плотного остатка (x)

Слои, см	Ион хлора	Сульфат-ион
0–100	$У=-0,002+0,088x+0,002x^2$	$У=0,002+0,550x+0,001x^2$
100–200	$У=0,004+0,084x+0,005x^2$	$У=0,002+0,608x+0,017x^2$
0–200	$У=0,002+0,093x+0,002x^2$	$У=0,016+0,560x-0,002x^2$
	Ион натрия	Гипс водной вытяжки
0–100	$У=0,005+0,068x+0,044x^2$	$У=0,011+0,309x-0,029x^2$
100–200	$У=0,031+0,144x+0,027x^2$	$У=-0,042+0,291x-0,034x^2$
0–200	$У=0,047+0,102x+0,036x^2$	$У=0,002+0,279x-0,024x^2$

УДК 556.3:626.81(477.75)

Б.А.Тушкин, В.В.Морозов,
Р.М.Полищук, Г.М.Шинкаревский
(Херсонский СХИ)

МЕТОДИКА РАЙОНИРОВАНИЯ СТЕПНОГО КРЫМА ПО ИНТЕНСИВНОСТИ ДРЕНИРОВАНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

На территории степного Крыма возможно вторичное засоление орошаемых земель. Здесь в условиях бессточных и слабосточных площадей на небольшой глубине (1,5–2,0 м) залегают мощные солевые горизонты, вступающие в активное взаимодействие с грунтовыми водами и создающие угрозу накопления солей в верхних почвенных горизонтах. Дренаж в большинстве случаев является профилактическим средством для сохранения плодородия почв. Однако в связи с разнообразием почвенных, геологических и гид-

рогеологических условий он должен иметь различные параметры, определение которых выполняют по результатам изысканий. Для их ускорения необходимо районирование по интенсивности искусственного дренирования.

Известно, что при орошении происходит вертикальный сброс воды за пределы активного слоя с определенной интенсивностью инфильтрации. В условиях степного Крыма режим увлажнения почвы 70-80% ПВ на фоне дренажа создает условия безопасности к вторичному засолению. Нами установлено также, что безопасность в ряде случаев сохраняется при режиме орошения ниже расчетного. Возможно создание рассоляющего режима только за счет атмосферных осадков на фоне относительно загущенного дренажа. Таким образом, интенсивность искусственного дренирования зависит не только от природных условий, но и от интенсивности инфильтрации, связанной с заданным режимом водоподачи.

Для характеристики дренирования орошаемых земель нами предложен интегральный показатель - интенсивность дренирования (R, $м^2$/сут на I га), представляющий собой отношение инфильтрации (м/сут) к удельному дренированию (м/га). По предложенному критерию проведено районирование территории степного Крыма. Материалом послужили данные о величине инфильтрации, определенные на 77 участках дренажа в зоне Северо-Крымского канала, и сведения об удельной дренированности участков. В основу районирования положена гипотеза об однородности рядов, составленных из критериев районирования (R). Проверка гипотезы проводится по методике Г.А. Алексеева. Если гипотеза об однородности подтверждается, то точки, объединяемые в соответствующий ряд, входят в один район. Так проводится обработка всех создаваемых рядов с заданной надежностью и точностью.

На территории степного Крыма выделено 5 районов по интенсивности искусственного дренирования: I - 0,054; II - 0,075; III - 0,088; IУ - 0,109; У - 0,154. Для каждого района определена точность при заданной надежности. Доказано, что при надежности 0,75 ошибка показателя интенсивности дренирования, найденного по материалам натурных исследований, составляет 3-7% математического ожидания. Районирование дает количественную оценку по применению дренажа в различных природных условиях степного Крыма, позволяет установить необходимость дренажа и степень удельного дренирования при известном водообеспечении

или определить необходимый уровень водообеспечения при известных или заданных параметрах заложения дренажа. Оно облегчает выполнение изысканий и работ по размещению дренажа на орошаемых землях и определение его параметров.

УДК 631.42(477.75)

А.А. Улитина
(ИМР Мингео УССР)

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ МЕЛКОМАСШТАБНЫХ КАРТ ЗАСОЛЕННОСТИ ДЛЯ МЕЛИОРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ РАВНИННОГО КРЫМА

Для региональной характеристики зоны аэрации равнинного Крыма была составлена карта засоления почвогрунтов в масштабе I:200000 с использованием материалов комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической съемки масштаба I:50000.

Почвогрунты различных структур равнинного Крыма: Тарханкутской, Предгорной, Центральной, Присивашской равнин, Новоселовского, Сарабышского, Октябрьского поднятий различаются не только по содержанию солей, но и распределению солевых максимумов по глубине. В пределах различных геологических структур выделяются площади с однотипным засолением. Сложность составления мелкомасштабной карты заключается в сопоставлении и выделении типичных по солевому составу и геолого-гидрогеологическим особенностям площадей.

Для равнинного Крыма выделяются 24 типовые эпюры засоления почвогрунтов зоны аэрации. С ростом порядкового номера эпюр увеличивается содержание солей и их токсичность. При построении карты учитывались геолого-структурные, геоморфологические, гидрогеологические, литологические и другие природные условия, а также изменения их под влиянием деятельности человека. С учетом сочетания этих условий выделены разнотипные районы по особенностям засоленности почвогрунтов, что обусловлено общим ходом естественно-исторического процесса формирования региона равнинного Крыма.

Конкретизацию задач при построении карты засоления пород зоны аэрации приведем на примере Тарханкутской и Северо-Сивашской равнин. Почвогрунты Тарханкутской равнины по сравнению с Присивашьем менее засолены. Здесь выделяется 7 типов засоления

(I, II, III, IУ, У, УП^{а,б}, УШ^{а,б}), а в Присивашье - 8 (I, II, IУ, УП, УШ, XI, XШ, XIУ). В Тарханкутской равнине, характеризующейся хорошими предпосылками для инфильтрации атмосферных осадков и вод на массивах орошения, мощность четвертичных отложений в зоне аэрации колеблется от 0,5 до 20,0 м. Наряду с незасоленными по всему разрезу почвогрунтами водоразделов на юге наблюдаются средне- и сильнозасоленные почвогрунты на севере. Если тип, степень и характер распределения солей по разрезу для различных участков сходны, но мощность и литологический состав пород зоны аэрации различались, для одного и того же номера участков вводились литеры "а" и "б".

Район Присивашья представляет собой пониженную аккумулятивную слабодренированную равнину. Континентальные четвертичные отложения мощностью 60-70 м подстилаются песчано-глинистыми отложениями. Грунтовые воды залегают на глубине от 0,7 до 18 м. Сложными геолого-гидрогеологическими условиями объясняется разнообразная, в основном средняя и сильная засоленность почвогрунтов Присивашья. Типовые районы выделялись на основании эпюр засоленности почвогрунтов зоны аэрации с учетом их приуроченности к тем или иным типам рельефа. Участки с однотипным солевым составом и распределением солей по глубине, но с различным литологическим составом и мощностью пород обозначались на карте литерами, а участки с различной глубиной залегания УГВ - штрихами. Так как наибольшая изменчивость в солевом составе почвогрунтов происходит в слое 0-3 м , информация о солевом составе этой толщи, ее изменении во времени дополнялась результатами солевых съемок крупного масштаба.

Путем комплексирования результатов съемочных работ, детальных исследований по изучению формирования засоленности почвогрунтов на опорных участках, изучения изменения засоленности их во времени в естественных и нарушенных техногенной деятельностью условиях была получена необходимая для моделирования основа в виде информативной мелкомасштабной карты солевого состава разреза зоны аэрации.

УДК 626.8.631

А.У.Усманов, Р.И.Паренчик
(САНИИРИ)

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ МЕЖГОРНЫХ РАВНИН

Проектирование дренажных систем в условиях межгорных равнин Средней Азии требует детальной схематизации и районирования территории по геофильтрационному строению на большую глубину, определения величин и режима подземного притока и технико-экономических расчетов для каждого контура. Эти особенности были нами учтены при обосновании типов и размеров дренажа на территории Центральной Ферганы, которая представляет собой наиболее типичные условия межгорных равнин (впадин). В основу исследований были положены все почвенно-мелиоративные и гидрогеологические материалы и проработки. При районировании территории по геофильтрационному строению рассматривалась 100-метровая толща, что позволяет учесть разнообразие строения почвогрунтов и отвечает требованиям проектирования всех возможных видов дренажа. В связи с разнообразием строения почвогрунтового профиля даже при проектировании горизонтального дренажа не удалось воспользоваться условиями (В.М. Шестаков, И.С. Пашковский, В.А. Барон), налагаемыми на расчетную схему для ее упрощения, хотя бы для части массива. В этом случае расчет мощности дренажа выполнялся конкретно для каждого контура, в ряде случаев – с учетом значительной мощности почвогрунтов.

Величину питания грунтовых вод за счет напорного вертикального перетока определяли в основном по данным пьезометрических наблюдений и сопоставляли с результатами водно-балансовых исследований, выполненных для отдельных частей территории. Это позволило построить схематическую карту, на которой представлены обобщенные величины питания грунтовых вод, типовые для интервала 1968–1978 гг. Средняя величина питания грунтовых вод около 4,0 тыс.$м^3$/га при колебаниях от 2–3 до 10 тыс.$м^3$/га. Максимальными значениями характеризуются зоны руслового и пойменного выклинивания периферии конусов выноса, минимальными – области межконусных понижений, сложенные слабопроницаемыми толщами.

На территории Центральной Ферганы выделено 5 режимов притока подземных вод, характерных для различных геоморфологичес-

ких зон и отличающихся не только объемом притока, но и распределением в течение года. Для периферийных частей конусов выноса режим притока имеет четко выраженную сезонную ритмичность, для межконусных понижений кривая сглаживается.

По результатам проработок схематизации территории по комплексу природно-хозяйственных факторов, проведенных балансовых и экономических расчетов установлено, что для рассматриваемой территории Центральной Ферганы площадью 613 тыс.га перспективно развитие вертикального дренажа на площади 310 тыс.га, комбинированного - 185 тыс.га, что составляет соответственно 50 и 30% земель массива. Площадь перспективного развития закрытого горизонтального дренажа - 118 тыс.га, т.е. 20% общей площади. Общей особенностью последних являются самые тяжелые гидрогеологические и почвенно-мелиоративные условия: межконусные понижения и периферии конусов выноса, характеризующиеся низкими фильтрационными характеристиками, наличием очень плотных прослоев шоха, арзыка и др., близким залеганием минерализованных грунтовых вод, сильным засолением почвогрунтов. В этих условиях кроме дренажа большое значение приобретают агротехнические и химические мелиорации.

УДК 624.131.37/38+556.332.4/575.192

И.У. Усманов
(ГИДРОИНГЕО)

СОПОСТАВЛЕНИЕ ВОДОПРОНИЦАЕМОСТИ ГРУНТОВ КАРШИНСКОЙ СТЕПИ ПО ПОЛЕВЫМ И ЛАБОРАТОРНЫМ МЕТОДАМ

Оценка фильтрационных свойств грунтов зависит от выбора рационального метода, который должен способствовать удешевлению инженерно-геологических работ. Сопоставлялись результаты параллельных (по 844 определения) полевых исследований по наливу воды в шурф прибором ПВН и лабораторные анализы на фильтрационном приборе Ф-1М и трубке Спецгео. Они выполнены в процессе комплексной крупномасштабной съемки и других исследований, проведенных в Каршинской степи в 1961-1981 гг.

Материалы полевых инженерно-геологических исследований и результаты лабораторных анализов обрабатывались методом математической статистики; для отдельных литологических разностей

рассчитывались корреляционные зависимости. Обработка позволила сравнить фильтрационные свойства неогеновых и различных генетических типов четвертичных отложений.

Мелкозернистые песчаники тандырской свиты неогена содержат в среднем 95% песчаной фракции. В полевых определениях корреляция между механическим составом и коэффициентом фильтрации (К) очень слабая, а в лабораторных - хорошая. Коэффициент фильтрации, определенный лабораторным путем, в среднем изменялся от 2,02 до 3,1, в полевых условиях - от 1,75 до 3,0м/сут. Между полевыми и лабораторными значениями К отмечается высокая корреляция $r = 0,82$. Лабораторные определения К песчаных пород в 5 раз дешевле, поэтому не надо проводить параллельных полевых опытов.

Тесная корреляционная связь К в полевых и лабораторных определениях прослеживается для большинства однородных грунтов (супеси, суглинки pQ_{II}, pQ_{III}, pQ_{IV}, $r = 0,90; 0,87; 0,82$), слабая - для грунтов с сильнокомковатой неоднородной структурой ($r = 0,60; 0,68; 0,64$). Поэтому значения К, полученные для неоднородного макропористого грунта в лабораторных условиях, не сходятся с полевыми. В лессовидных супесях и суглинках (pQ_{II}) изменение К зависит от объемного веса (γ) пород: для супесей парная корреляция $r = 0,84$, суглинков $r = 0,825$. Слабая корреляционная связь между К и γ наблюдается в суглинках (pQ_{III}) при лабораторном определении; такую же связь имеют супеси и суглинки (pQ_{IV}) комковатой структуры и с включениями мелкого гравия. Расхождение К по лабораторным и полевым методам помимо структуры грунта (комковатая, неоднородная) объясняется несовпадением размеров площади прибора (размер кольца в 32 раза меньше, чем в приборах, используемых в полевых условиях).

Таким образом:

- сходимость двух методов наблюдается в однородных песчаных породах, где песчаная фракция составляет не менее 95% ($r = 0,82$) и в связных породах с объемным весом не менее 1,6 гс/см^3 при естественной влажности не менее 20% ($r = 0,90$);
- заметные различия наблюдаются в супесях и суглинках сильнокомковатой структуры с включениями гравия ($r = 0,60$).

УДК 556.314.001.57:626.8

Р.Н. Усманов
(Узбекгидрогеология)

К ОБОСНОВАНИЮ ПРОГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОРОШАЕМЫХ МАССИВАХ

В последнее время большое внимание уделяется обеспечению мелиоративного благополучия орошаемых земель. Решение этой задачи в аридной зоне связано с прогнозом режима уровня, минерализации и химического состава грунтовых вод, водно-солевого режима почв и пород зоны аэрации и др. В работах, посвященных миграции солей в потоках грунтовых вод, фильтрационные характеристики принимались постоянными, а гидродинамические и гидрохимические элементы режима исследовались невзаимосвязанно. Между тем формирование гидрохимического режима грунтовых вод неразрывно связано с гидродинамическими процессами, поэтому для всестороннего и объективного исследования их необходимо рассматривать в комплексе.

Разработана математическая модель гидрохимического режима грунтовых вод на орошаемых массивах, которая воспроизводит процесс движения солей путем одновременного учета конвективно-диффузионного переноса и влияния потока грунтовых вод. Проанализированы вопросы математического моделирования гидрогеохимических процессов, протекающих в системе вода– порода, и их применения для количественного прогноза солевого режима почвогрунтов зоны аэрации, минерализации и химического состава подземных вод орошаемых массивов. Названные модели реализовались на основе векторно-разностного метода, который дает возможность учитывать гидродинамическую структуру потока подземных вод. Предлагаемая методика применялась для анализа и прогноза водно-солевого режима территории Джизакской степи в связи с ее сельскохозяйственным освоением.

УДК 556.33.042(470.45)

В.М. Фоменко
(Волгоградская ГРЭ)

МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КУСТОВЫХ ОТКАЧЕК В СЛОИСТЫХ ТОЛЩАХ НА ПРИМЕРЕ САРПИНСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Сарпинская оросительная система расположена на севере Кал-

мыцкой АССР. Первым от поверхности водоносным горизонтом, имеющим повсеместное распространение, является водоносный горизонт хвалынско-хазарских отложений. В плане он рассматривается как безгр ничный, т.к. зоны его выклинивания удалены более чем на 30-35 км. В разрезе выделяются три геофильтрационные схемы: однослойный безнапорный пласт, где пески хвалынского возраста залегают на песках хазара (5% территории); двухслойный из хорошо проводимого нижнего слоя хазарских песков и верхнего слоя хазарских суглинков (55% площади) и трехслойный пласт, где пески хазарского и хвалынского возраста разделены пачкой глин.

Для первой схемы кривая снижения уровня во времени имеет три этапа, проявляющиеся при построении ее в билогарифмическом масштабе. Второй этап формирования понижения уровня при откачке характеризует так называемый ложностационарный режим фильтрации и описывается уравнением: $S = Q K_0 (r/B)/2T$,

где S - понижение уровня, м; Q - дебит, $м^3$/сут; T - водопроводимость, $м^2$/сут; $K_0(r/B)$ - функция Бесселя нулевого порядка второго рода от мнимого аргумента; r - расстояние наблюдательной скважины от возмущающей скважины, м; B -фактор перетекания,м.

При проектировании откачки используем закономерности снижения уровня на этом этапе; задаемся значениями параметров T и B по аналогии или по результатам ранее проведенных работ и принимаем понижение в дальней скважине и разницу между понижениями в соседних наблюдательных скважинах не менее 25 см. Количество скважин должно быть не менее трех. Накладывая кривую $\lg K_0(r/B) = f \lg r/B$ на билогарифмическую бумагу с координатами $\lg S = f \lg r$ и совмещая последнюю в соответствии с выбранными параметрами T и B, снимаем с нее значения понижений и расстояний наблюдательных скважин при заданном дебите.

Подобным образом проектируют откачку при двухслойном пласте. Необходимое количество скважин: три на основной водоносный пласт и две в верхнем слое для доказательства перетекания и уверенного определения величины гравитационной водоотдачи по динамике снижения свободной поверхности.

При двухпластовой системе кривая снижения уровня от логарифма времени имеет два этапа: первый с упругой водоотдачей нижнего пласта и второй, характеризующий установившийся уровень вследствие перетекания через разделяющий слой. Проектирование откачек производится для предварительно выбранных параметров

слоев и дебита скважин, Требуется не менее трех наблюдательных скважин: в опробуемом слое, в разделяющем пласте и у границы второго и разделяющего слоев.

В процессе заложения кустов при полевых работах производится уточнение схемы куста следующим образом. Вначале бурятся центральная и первая наблюдательная скважина. Затем производится прокачка центральной скважины с замерами уровня и дебита. По графику $S=f\lg t$ по наблюдательной скважине определяем параметр Т. Затем строим предварительный график площадного прослеживания $S=f\lg t$. Через точку с координатами S, $\lg r$ первой наблюдательной скважины проводим прямую с уклоном, обеспечивающим параметр Т, вычисленный ранее. Чтобы избежать внесения поправок на несовершенство скважин, первая наблюдательная задается на расстоянии 0,7-1,0 мощности опробуемого пласта. Расстояние до остальных скважин снимается с графика $S=f\lg r$, исходя из требования, что понижение в дальней и разница между понижениями в соседних должно быть не менее 25 см.

Проектирование откачек следует выполнять по тем же формулам, по которым производится обработка результатов откачек. Использование в полевых условиях графиков прослеживания, полученных при прокачке, позволяет при заложении кустов учитывать гидрогеологические параметры опробуемого водоносного горизонта и дебит центральных скважин, целенаправленно закладывать наблюдательные скважины, получая максимальную информацию.

УДК 556.3.06(575.3)

А.Х. Хисариев
(ГИЭ Минводхоза Таджикской ССР),
А.М. Мустафаев
(Управление Геологии Таджикской ССР)

ПРОГНОЗ РЕЖИМА ГРУНТОВЫХ ВОД МЕТОДОМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ НА СТАРООРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ВАХШСКОЙ ДОЛИНЫ

В Вахшской долине на староорошаемых массивах осуществляется реконструкция оросительных систем и разрабатываются проекты мелиоративного улучшения земель, для которых необходим прогноз УГВ в экстремальные по водности годы. За двадцатилетний период наблюдений (1955-1975 гг.) накоплен обширный фактический мате-

риал, обобщение которого позволяет прогнозировать режим УГВ статистическим методом.

Прогноз годовых экстремальных значений уровня грунтовых вод выполнен путем прямой парной и множественной корреляции на площади второй надпойменной террасы р. Вахш по скважинам I94, I06, 259, I37, расположенным на участках, характерных для слабодренированных территорий (табл.)

№ скважин	Время наблюдений, годы	Уравнение множественной корреляции	R
		Прогноз годового минимума УГВ (y)	
I94	I0	$y=3,407+0,298h+0,001q-0,003A-0,033t$	0,82
I06	I3	$y=I,827+0,548h-0,001q-0,014t$	0,72
259	I4	$y=0,269+I,055h-0,008q-0,001A-0,009t$	0,90
		Прогноз годового максимума УГВ (y_1)	
I37	20	$y_1=I,225+0,79Ih_1+0,069q_1-0,002t_1$	0,95
I37	20	$y_1=2,67I+0,0I6h_1+0,005u$	0,89
I37	20	$y_1=2,083+0,0I6q_1$	0,88

При прогнозе годового минимума УГВ наиболее высокий сводный коэффициент корреляции (R) получен по скважине 259. При этом анализировали следующие показатели предшествующего года: h – УГВ за декабрь, м; q – расход воды за июль–октябрь в близрасположенном магистральном канале, $м^3/с$, A – сумма осадков за ноябрь–декабрь а также январь–февраль прогнозного года, мм; t – температура воздуха за тот же период, град. Из указанных факторов основное значение имеет УГВ (h), – коэффициент парной корреляции $y=f(h)$ составляет $r = 0,64–0,88$. Расхождение между прогнозными и фактическими значениями годового минимума составило 0,06–0,25 м.

При прогнозе годового максимума УГВ (y_1) на август исследовали его связь с УГВ за февраль прогнозного года (h_1), м; расходом канала Джой-бор за июль–декабрь предшествовавшего года (q_1), $м^3/с$, а также температурой воздуха (t_1) и испаряемостью (u). В наибольшей мере прогнозный УГВ зависит от УГВ в феврале и расхода канала ($r = 0,88–0,93$).

Расхождение между фактическими и прогнозными значениями УГВ

составили 0,0I–0,I9 м.

Прогноз среднемесячных уровней грунтовых вод (y_2) произведен в двух вариантах: I) в зависимости от расхода канала уравнение регрессии имеет вид: $y_2 = 7{,}037 - 0{,}02I q$, ($r = -0{,}84$); 2) в зависимости от среднемесячной температуры воздуха t_2, уравнение регрессии имеет вид: $y_2 = 7{,}II9 - 0{,}039 t_2$ ($r = -0{,}79$). Расхождение прогнозных и фактических значений по обоим вариантам составили 0,02–0,2I м.

Учитывая, что расхождения фактических и прогнозных значений УГВ незначительны, приведенные уравнения регрессии рекомендуем использовать для прогноза экстремальных и среднемесячных значений уровня на поверхности второй надпойменной террасы р. Вахш. При гидрогеолого-мелиоративном районировании старооросаемых земель с целью прогноза УГВ необходимо учитывать такие режимообразующие факторы, как глубина залегания грунтовых вод, степень дренированности территории, водоподача. В различных районах характер связи УГВ с этими факторами будет различным, и при наличии достаточного ряда наблюдений для прогноза можно использовать статистический метод.

УДК 631.4:626.8:631.67

С.С.Четвертков, Л.Б.Дворкин, М.Я.Фишман (ВолжНИИГиМ)

ГИДРОГЕОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНАЯ ОСНОВА ОЦЕНКИ И СНИЖЕНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ОРОШЕНИЯ

Авторами проведены натурные определения элементов водного баланса на Энгельсской оросительной системе и обработка данных режима грунтовых вод в локальных зонах питания и разгрузки. Предложены эталонные аналитические оценки влияния неравномерности площадного питания грунтовых вод на величину среднего их подъема. Мера неравномерности выбрана таким образом, чтобы суммарные величины площадного питания полностью совпали с суммарными величинами для контрольного варианта. В качестве контрольного выбран случай равномерного площадного питания грунтовых вод. Предполагается, что упомянутая неравномерность связана с дифференцированным распределением величин инфильтрационного питания при пространственном постоянстве коэффициента фильтрации.

Величина инфильтрационного питания на участках, в пределах которых 6% площади составляют понижения, равна 822-1300 $м^3$/га. Наиболее интенсивное питание грунтовых вод при одинаковых хозяйственных условиях происходит в природных локальных зонах питания, сложенных наиболее проницаемыми породами, имеющими наибольший аккумулированный сток поверхностных вод и находящихся в неотектонически мобильном районе. На участках, поливаемых ДДА-100М, вне влияния магистральных каналов скорость подъема УГВ и амплитуда сезонных колебаний в зонах питания больше, чем в зонах разгрузки, соответственно в 1,22 и 1,92раза.

При сосредоточенном питании грунтовых вод, приращения их уровня (по данным фильтрационных расчетов) на 10-22% выше, чем при равномерном питании. Влияние неравномерности питания на высоту подъема УГВ существенно сказывается, когда зона неравномерности составляет не менее 10% площади объекта. Неучет влияния неравномерности питания может привести к подъему УГВ выше расчетного. Поэтому при проектировании оросительных систем целесообразно проводить районирование территории по степени питания грунтовых вод.

УДК 556.32:528/94.065:626.8

Р.К.Шахнова, В.Н.Островский
(ВСЕГИНГЕО)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСНОГО КАРТИРОВАНИЯ ЗОНЫ АКТИВНОГО ВОДООБМЕНА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Анализ исследований показал, что последствия воздействий на подземные воды гидротехнического строительства и мелиорации локализуются в основном в зоне активного водообмена.

2. Опыт региональных гидрогеологических прогнозов в связи с проектированием переброски северных рек привел к необходимости составления комплекта специализированных карт, отражающих закономерности зоны активного водообмена. Принцип комплексности предполагает картирование зоны активного водообмена как системы, состоящей из зоны аэрации, водовмещающей толщи и регионального водоупора. При этом картируются гидрогеологические характеристики выделенных элементов и условия гидрав-

лической связи между ними.

3. Методика комплексного регионального картирования рекомендует составление поэлементных карт, отражающих: фильтрационные свойства, мощность и характер засоления пород зоны аэрации; фильтрационные свойства и характер строения водосодержащей толщи пород зоны активного водообмена; мощность, глубину залегания, характер строения, стратиграфо-генетическую принадлежность регионального водоупора. Условия связи между элементами системы находят отражение на синтетических картах, в частности - на карте условий взаимосвязи грунтовых, субнапорных и напорных вод. Основным выходом из комплексного специализированного картирования является специализированное гидродинамическое районирование, которое служит основой для типизации территории по прогнозируемым процессам в результате техногенного воздействия.

4. Реализация разработанных принципов гидродинамического районирования произведена на примере Прикаспийского региона. При этом выделялись районы: I порядка - по геоструктурным особенностям (региональный базис стока и его общая направленность); II - по морфоструктурным особенностям (взаимосвязь между поверхностным и подземным стоком); III - по морфогенетическим особенностям (формирование грунтового стока); IУ - по стратиграфическим и литолого-фациальным признакам (направленность взаимосвязи грунтовых и напорных вод и интенсивность водообмена в водосодержащей толще пород зоны активного водообмена). В пределах Прикаспийского гидродинамического района I порядка выделены три района II, IO районов III и 40 районов IУ порядка. В экспликации отражены сведения о гидродинамических параметрах и водопроводимости каждого слоя, УГВ и годовой амплитуде его колебания , характере взаимосвязи грунтовых вод с поверхностными и напорными, типе водного питания и его величине и т.п.

5. На базе районирования проводится типизация территории по прогнозируемым процессам с предварительной оценкой характера и масштаба возможных гидрогеологических процессов, вызванных различными антропогенными воздействиями, в частности - переброской стока и связанным с ней мелиоративным освоением территории. Анализ схемы типизации показал, что на большей части территории низовьев Прикаспия мелиоративное воздейст-

вие может проявляться в зоне аэрации и в толще, содержащей грунтовые воды; на крайнем севере низменности и почти повсеместно на Подуральском плато оно может затронуть и напорные воды. Выделяются участки положительного (рассоление пород зоны аэрации, опреснение грунтовых вод, формирование линз пресных вод и т.п.) и отрицательного воздействия (засоление грунтов и грунтовых вод, загрязнение напорных вод и т.п.) с оценкой интенсивности их проявления.

УДК 631.41:556.32(477.7)

Р.Ф.Шулепова, В.Н.Лесничий
(Укргипроводхоз)

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗОНЕ АЭРАЦИИ НА ПРИАЗОВСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

В 1978-1980 гг. на Приазовской оросительной системе был проведен комплекс гидрогеологических, гидрофизических и гидрохимических исследований. Опытный участок выбран на левобережье р. Молочной, на староорошаемых землях колхоза "Прогресс" Запорожской области. Орошение осуществляется с 1972 г. подземными водами, каптируемыми из песков тортон-сармата с глубины 92-110м. Воды с минерализацией 1,1-1,9 г/л хлоридного типа со смешанным катионным составом.

Водно-солевой режим почвогрунтов зоны аэрации изучался в условиях орошения огородных культур и на богаре в специальных шурфах глубиной 11 м. Исследовались потенциалы влаги гидрофизическим методом и изменение концентрации и состава водных вытяжек и поровых растворов, отбираемых в шурфах путем вакуумирования пористо-керамических датчиков, заложенных в почвогрунт, при годовой сумме атмосферных осадков 433,6 мм и оросительной норме 80-120 мм. Зона аэрации мощностью 10-13 м сложена четвертичными средними и тяжелыми лессовидными и элювиальными суглинками, подстилаемыми красно-бурыми плиоценовыми глинами мощностью 2-5 м. Ирригационно-грунтовые воды заключены в эолово-делювиальных и элювиальных суглинках; уровень их установлен на глубине 9-13 м.

Анализ режима потенциалов влаги показал, что в верхней части зоны аэрации как на богарных, так и на поливных землях ре-

жим влаги динамичен и зависит от общего водопоступления (осадки и поливы). С глубиной его динамичность уменьшается и практически стабилизируется в интервале 3,0–9,0 м; здесь наблюдается квазистационарный режим влажности при нисходящем движении влаги. При этом влажность поливного поля в среднем на 2% (по объему) выше, чем на богарном. Плотность потока влаги на расчетных сечениях 5 м (поливное поле) и 6 м (богара) определена по видоизмененной формуле Дарси и составила на богаре (I,2–I,5) $I0^{-4}$ м/сут, на орошаемом поле (I,7–3,5) · $I0^{-4}$ м/сут. Расчеты инфильтрационного питания по данным режимных наблюдений за УГВ по сети скважин и гидрофизическими методом по режиму потенциалов влаги дали сходные результаты: на богаре соответственно I6,2 и I7,2 мм/год, на орошаемых полях 56,3 и 59,3 мм/год.

Солевой режим почвогрунтов зоны аэрации изучался на солевых стационарах методом водных вытяжек. К началу исследований (весна I977 г.) почвогрунты в естественных условиях до глубины 2 м были незасолены, плотный остаток ($П_0$) 0,06–0,I3%, глубже до I3 м средне- и сильнозасолены при хлоридно-сульфатном типе, с тремя горизонтами аккумуляции в интервалах 3–5; 7–9 и I0–I2м. В дальнейшем верхняя двухметровая толща осталась незасоленной с $П_0$ до 0,24%. Мощность нижней засоленной зоны подвержена колебаниям и к концу наблюдений увеличилась с 3–5 до 4–I0 м. Отмечено и увеличение засоления за счет ионов SO_4'' и Ca от 0,46% (март I977 г.) до 0,55% (апрель I980 г.). В годовом разрезе отмечается увеличение $П_0$ в мае–июне. Параллельно отбирались поровые растворы методом вакуумирования. В естественных условиях с поверхности до глубины 2,5 м их минерализация медленно возрастает (от I,5 до 4,0 г/л) при сульфатном и сульфатно-гидрокарбонатном магниево-натриевом составе солей, а с 2,5 до 6,0м резко увеличивается за счет хлоридов Mg и Na до I6,2–I7,3 г/л; глубже – постепенно падает и на II м составляет II,57–II,95 г/л. В условиях орошения отмечается постепенное увеличение минерализации поровых растворов от I,6 г/л на глубине 0,5 м до I7,3 г/л на глубине 7 м и уменьшение до I3–I4 г/л на глубине 9 м. При этом фиксируется вымыв сульфатов натрия и кальция из верхних горизонтов и накопление их в интервале 6–8 м, вследствие чего сокращается интервал засоления с 2,5–9,0 до 6–8 м. Происходит вымыв хлора из интервала 6–8 м в более глубокие и накопление в верхней зоне (1,5–3 м) до I,9 г/л, что свя-

Изменение общей минерализации, концентрации ионов хлора и натрия поровых растворов на участке "Прогресс":
I - богарное поле; 23.08.79 г.; поливное поле: 2-30.07.79г., 3 - 2I.04.80 г.

зано с поступлением хлора с поливными водами, в которых его содержание достигает 0,6 г/л (рис.).

Комплексные исследования позволили выявить направленность водно-солевых изменений в зоне аэрации под влиянием орошения, оценить инфильтрационное питание грунтовых вод.
Результаты могут быть использованы для прогнозных расчетов при проектировании Приазовской оросительной системы.

СОДЕРЖАНИЕ Стр.

I. Мелиоративная инженерная геология

Алимов М.С. Новые приборы и оборудование для инженерно-геологических и гидрогеологических исследований 3

Ахмеров А.С., Сафарова В.Н. Связь водопроницаемости лессовых пород с их физико-механическими свойствами 4

Баландин Ю.Г. К инженерно-геологическому обоснованию мелиораций лессовых территорий Украины на базе опорных разрезов плейстоцена 6

Балаев А.Л. Особенности формирования контура увлажнения под каналами, на склонах, сложенных просадочными грунтами 9

Балаев А.Л., Давлятов Д.И., Рахмонов Б.Р. Уточнение параметров замачивания просадочных грунтов опытным путем I2

Володин Я.Ф. Проблема оптимизации условий инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий . . I4

Головачев П.Г., Васянович А.Г. Многоцелевой радиометр для гидромелиорации и инженерных изысканий I6

Гольдин Г.Р. Выделение зон активизации геодинамических процессов на лессовых территориях I8

Гранит Б.А., Дадабаев М.Ш., Мендель И.Г., Мешков М.М. Опыт изучения влияния предпостроечного замачивания массива лессовых пород на сейсмический эффект от взрывов 20

Гранит Б.А., Белых С.А. Методика обработки данных сейсмоакустических исследований лессов 2I

Гунешян О.Г. Опыт прогноза изменения свойств лессовидных пород при орошении 23

Давлятов Д.И. К методике опытного замачивания просадочных грунтов 24

Дармограй В.Л. К оценке условий строительст-

ва сооружений мелиоративной сети на просадочных грунтах. 26
Докин В.А., Григорьев В.Г., Коробкин С.Н., Павленко С.Н. Устройства для измерения просадочных и послепросадочных деформаций лессовых грунтов 28
Дубинский А.А. Методика ускоренного определения влажности грунтов сыртовой толщи 30
Дудукалов В.Т. О долгосрочном прогнозировании изменений свойств грунтов при периодическом увлажнении на оросительных системах 32
Еременко Ю.Г., Волохов М.В. Замачивание просадочных грунтов для их уплотнения при строительстве закрытой оросительной сети 34
Запорожченко Э.В. Опыт применения местных материалов в Ставрополье для водохозяйственного строительства 36
Кац Н.М. Инженерно-геологические предпосылки оптимизации лабораторных и опытных работ для мелиоративного строительства 38
Кириллов А.А., Кириллов Ю.А. О методике изучения влагопереноса в толщах просадочных грунтов ш 40
Колманов А.В. Новая методика и некоторые результаты штамповых испытаний лессовых просадочных грунтов 42
Комилов О.К., Гольдин Г.Р. Прогнозирование просадочных и суффозионных процессов при предпосевной подготовке орошаемых полей 44
Лущик А.В., Морозов В.И., Коджаспиров А.А. О гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях в районах развития платформенного карста 46
Лапидовская И.С. Прогноз устойчивости земляных русел мелиоративных каналов 48
Кригер Н.И., Джафаров Р.М., Кожевников А.Д., Тулабаев О.А. О методах изучения инженерно-сейсмологических условий на территориях мелиорации лессовых толщ 49

Мавлянов Э.В., Рашидов Г.Р., Мирахмедов Т.Д. Математические методы прогноза инженерно-геологических свойств грунтов в связи с мелиоративным строительством 52
Молодых И.И. Методика инженерно-геологического изучения реликтовых криогенных образований в связи с мелиораций (на примере Украины) 53
Молодых И.И., Сурдутович О.И., Ткачук В.Г. Изучение западинных морфоскульптур при проведении крупномасштабных съемок для целей мелиорации. . 56
Одинцова Н.П., Погодаев А.Е. Методика полевых исследований фильтрации из каналов, экранированных силикатизированным грунтом 57
Орипов Г.О., Лаврусевич С.И. Опыт инженерно-геологических исследований при освоении предгорных холмов (адыров) в Таджикистане 60
Пономарь В.С. Принципы инженерно-геологической типизации юга Украины для целей мелиорации 61
Преснухин В.И. Изучение региональных закономерностей пространственной изменчивости инженерно-геологических условий аридной зоны 63
Рожков В.Н. Региональные таблицы нормативных показателей прочностных характеристик основных типов грунтов Астраханской области 65
Садыков И.В. Особенности формирования оползней на Арсифском массиве 67
Сапрыкин В.П. Методика выделения карбонатной коры геофизическими методами при инженерно-геологических изысканиях 68
Сквалецкий Е.Н. К оценке изменения геологической среды в связи с освоением лессовых территорий . . . 70
Сквалецкий Е.Н. К определению инженерно-геологических показателей для расчета скорости воды в каналах 73
Таптунова В.А., Сафарова В.Н. Типизация антропогенных причин оползнеобразования для обоснования защитных мероприятий на орошаемых территориях. . . 74
Таптунова В.А. Методика использования дифференцированной пористости для инженерно-геологической оценки орошаемых лессовых массивов 76

Тулягаиов Х.Т., Мавлянов Э.В. Методика комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической крупномасштабной съемки для целей мелиорации . . 78
Уваров А.А., Цветков А.Б. К вопросу использования стандартизированной системы регрессионного анализа при мелиоративных изысканиях 80

II. Мелиоративная гидрогеология

Абрамов И.Б., Животов А.Д. Влияние раздельных глинистых слоев на обводнение вышележащих лессовых отложений 83
Абуталлиев Ф.Б., Хабибуллаев И., Бахрамов А., Усманов Р.Н., Хушвактов С.Х. Применение математического моделирования и ЭВМ для оценки гидрогеолого-мелиоративных условий орошаемых территорий 84
Алексеевский В.Е., Муромцев Н.Н. Гидрогеолого-мелиоративные условия орошаемой зоны Украины . 86
Алимов А.К. Результаты применения лизиметрического метода в гидрогеологических исследованиях 88
Арипов К.М. Типизация регионального режима грунтовых вод орошаемых районов в связи с его прогнозированием. 90
Арипов К.М., Алимов М.С., Рахимов У. Структура регионального баланса грунтовых вод орошаемой зоны Голодной степи 92
Ахмеров А.С., Рахмонов Б. Методика исследований на опытных участках дренажа в Дангаринской долине 94
Белоусов О.М. К обоснованию количества выработок при солевой съемке 95
Белоусова А.П. Методика исследования процессов солепереноса в зоне аэрации 97
Белый В.Л., Панова Р.И., Ружанский В.В. Гидрогеологическое обоснование схемы развития и размещения мелиорации и водного хозяйства СССР 99
Бисембаева К.К. Моделирование режима подземных вод по опыту их эксплуатации на Аштском массиве I02

Волохов В.М., Еременко Ю.Г. О методике выбора оптимального варианта эксплуатации подземных вод Северного Кавказа для орошения 103
Гавич И.К., Перцовский В.В., Кожетев В.В., Кошулько А.И. Методы оптимизации гидрогеологических исследований 105
Духовный В.А., Сорокина И.А. Учет взаимодействия горизонтального дренажа, коллекторов и техники полива на грунтовые воды и рассоление почвогрунтов. . 108
Зеленин И.В., Подражанский В.А. Гидрогеологические особенности орошаемых земель Молдавии . 110
Игнатиков Н.М. О критериях мелиоративно-гидрогеологических категорий земель 113
Инамов Э.И., Калиниди Г.Д., Махкамов М.М., Инамов А.И., Пичугин Н.И. О влиянии Каркидонского водохранилища на мелиоративное состояние земель приадырной равнины 114
Исабаев Т.Т., Черных Л.С. Региональные особенности крупных массивов орошения в Казахстане 116
Исаева С.Д. Постановка гидрогеологических исследований в сложных природно-мелиоративных условиях 118
Казинцев Е.А., Чаплыгин П.Н. Природные особенности Ставрополья, влияющие на мелиорацию земель. 120
Калиниди Г.Д. О формировании подземных конусов выноса Южной Сорганы 122
Ковалев Ю.С. Об оценке дренированности орошаемых земель аридной зоны по испарительно-дренажному коэффициенту 124
Костин Б.И., Кузник В.М., Платонова Т.К. Влияние физико-химической активности почвогрунтов на солеперенос в сыртовых глинах 126
Муромцев Н.Н., Хмельницкая Н.Л. Оптимизация гидрогеологических исследований для водно-солевых прогнозов на мелиоративных системах 128
Островский В.Н. Методика картирования влияния орошения на изменение гидрогеологических условий . . . 130
Пономарев В.Н., Чеботарева О.В. К методике исследований систем вертикального дренажа методом аналогии на основе расчета обобщенных параметров . . 133

Рудаков В.К. Вопросы оптимизации исследований фильтрационных свойств грунтов с учетом их изменений в условиях орошения. 134

Ситников А.Б., Огняник Н.С., Швец А.П. Методы изучения и особенности влагосолепереноса в грунтах зоны аэрации Крыма 137

Скоробогатова Л.А. Типизация гидрогеолого-мелиоративных условий территории при изысканиях для мелиоративного строительства 139

Сойфер С.Я. Принципы районирования территории по условиям использования дренажных вод для орошения . . . 142

Сторожук С.И., Ефремкина Л.В. Конструкция закрытого горизонтального дренажа с учетом гидрогеологических особенностей Бешкентской долины 144

Теймуров К.Г. Ускоренный метод проведения почвенных солевых съемок в условиях сульфатного и хлоридно-сульфатного засоления 146

Тупицин Б.А., Морозов В.В., Полищук Р.М., Шинкаревский Г.М. Методика районирования степного Крыма по интенсивности дренирования орошаемых земель 147

Улитина А.А. Методика применения мелкомасштабных карт засоленности для мелиоративной оценки земель равнинного Крыма 149

Усманов А.У., Паренчик Р.И. Особенности гидрогеологического обоснования мелиоративных мероприятий в условиях межгорных равнин 151

Усманов И.У. Сопоставление водопроницаемости грунтов Каршинской степи по полевым и лабораторным методам 152

Усманов Р.Н. К обоснованию прогностических моделей гидрогеохимических процессов на орошаемых массивах. 154

Фоменко В.М. Методы проектирования кустовых откачек в слоистых толщах на примере Сарпинской оросительной системы 154

Хисариев А.Х., Мустафаев А.М. Прогноз режима грунтовых вод методом математической статистики на старосрошаемых землях Вахшской долины 156

Четвертков С.С., Дворкин Л.Б., Фи-

м а н М.Я. Гидрогеолого-мелиоративная основа оценки и снижения отрицательных последствий орошения . . . . . .

Ш а х н о в а Р.К., О с т р о в с к и й В.Н. Использоввание методики комплексного картирования зоны активного водообмена для оптимизации гидрогеологических исследований . . . . . .

Ш у л е п о в а Р.Ф., Л е с н и ч и й В.Н. Гидрофизические и гидрохимические исследования в зоне аэрации на Приазовской оросительной системе . . . . . .

Опечатки

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
58	I9 снизу	силикатированным	силикатизированным
59	I3 сверху	заполняют	заполняют
72	8 сверху	применение	применение
8I	I2 сверху	размахов	размахов
88	I6 сверху	2,0	2,0 м
88	I8 сверху	должны	должна
96	I6 снизу	слоями	словами
I00	4 снизу	превышением	превышениям
I0I	9 сверху	;	не нужна
I03	I7 сверху	водоотдачу	водоотдача
II3	2 снизу	земель, требующих	земли, требующие
II4	I сверху	земель	земли
I29	I5 снизу	( )	(n)
I29	в графике	I4 I6 I8	I2 I4 I6
I33	I снизу	выбранной	выбранный
I45	I3 снизу	дренажа	дренажа

Методика инженерных изысканий для
мелиоративного строительства в аридной зоне
(Тезисы докладов Всесоюзного совещания)

Ответственный редактор
Евгений Николаевич Сквалецкий

Редактор Я.С. Родин

Сдано в набор I5.02.I983 г. Подписано в печать 25.04.I983 г.
КЛ02595. Формат 60x84 I/I6. Бумага тип.№I. Офсетная печать.
Усл.печ. л.9,99. Усл.краск.-отт.I0,I85. Уч-изд. л. I0,0.
Тираж 550. Заказ 396. Цена I руб. 20 коп. Заказное.

Типография издательства "Дониш"
794029, Душанбе, ул. Айни, I2I, корп. 2