Об
КМ-618

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ
И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА КАЗАХСКОЙ ССР

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

ТОМ I

КАЙНАР 1976

06
КМ-618

МИНИСТЕРСТВО МЕЛИОРАЦИИ И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА КАЗАХСКОЙ ССР

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

(сборник научных трудов)

Том I

ИЗДАТЕЛЬСТВО «КАЙНАР»
АЛМА-АТА 1976 г.

06+631.6:626.81/85(574)+К

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Тыныбаев А. А.— гл. редактор; **Песиков Н. Е.**— зам. главного редактора; **Абишев Т. К., Бегалиев Г. Б., Бобрышев А. Г., Ким Ф. Н., Кутыбаев Е. М., Понер П. А., Кемелев А. А.**— члены редакционной коллегии.

312725

Республиканск. научная сельскохозяйственная библиотека КазССР

© Издательство «Кайнар», 1976 г.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Том 1 *1975 г.*

А. А. Тыныбаев,

министр мелиорации и водного хозяйства Казахской ССР

НАШИ НЕОТЛОЖНЫЕ ЗАДАЧИ

УДК 631.6 : 62.6.81/85

В Казахстане, как и по всей стране, осуществляется широкая комплексная программа ускоренного развития сельского хозяйства, выработанная майским Пленумом ЦК КПСС (1968), XXIV съездом партии и июльским Пленумом ЦК КПСС (1970). Она направлена на дальнейший рост производства и заготовок продукции земледелия и животноводства, решение главной задачи пятилетки — значительное повышение благосостояния советского народа. В решении этих задач огромную роль играет мелиорация земель.

Мелиорация земель в условиях Казахстана ныне является средством, с помощью которого можно вовлечь в сельскохозяйственный оборот значительные площади неиспользуемых земель, повысить их плодородие, обеспечить стабильное получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур и создать кормовую базу для растущего животноводства, открыть широкую дорогу дальнейшему развитию промышленности и других отраслей народного хозяйства.

Суммарные ресурсы поверхностных вод Казахстана составляют 112,0 млрд. кбм. в год, из них 60,4 млрд. кбм. формируются в пределах нашей республики, а 51,6 млрд. кбм. поступают из сопредельных территорий, где берут начало крупнейшие водные артерии Казахстана (рр. Иртыш, Или, Сыр-Дарья, Чу, Талас, Урал и др.). При регулировании воды ежегодно водохранилищами республики теряется на испарение и фильтрацию около 24,7 млрд. кбм. воды, отъем воды смежными с Казахстаном районами Киргизии, Узбекистана, Таджикистана, РСФСР и Китайской Народной республики составляют 24 млрд. кбм., на санитарные попуски в нижний бьеф приходится 7,6 млрд. кбм. Остальная часть стока — 45,7 млрд. кбм.— может быть использована на орошение, обводнение и другие нужды народного хозяйства нашей республики. Однако, крайне неравномерное распределение водных ресурсов на территории Казахстана обусловливает неравномерную водообеспеченность отдельных районов, а слабая зарегулированность стока рек затрудняет их эффективное использование, особенно в маловодные годы.

Из общей территории республики в 272,2 млн. га сельхозугодья составляют 217,3 млн. га, из которых 33,6 млн. га занято пашней. Фонд пригодных для орошения земель определяется в 85,9 млн. га, из них 61,3 млн. га не требуют сложных мелиораций. Большинство пригодных к орошению земель приходится на районы с весьма ограниченными водными ресурсами.

С развитием промышленности и сельского хозяйства, расширением городов и сел возрастает водопотребление и водоотведение (сточные воды). Уже сейчас объем сточных вод превышает 1,5 млрд. кбм. в год, а в ближайшие годы он достигнет примерно 3,5 млрд. кбм.

Запасы подземных вод Казахстана огромны. Только прогнозные эксплуатационные запасы их оцениваются в 61 млрд. кбм. Разведенные и утвержденные запасы подземных вод по состоянию на 1 января 1973 года определялись в 3,98 млрд. кбм.

В нашей республике проделана большая работа по претворению в жизнь решений XXIV съезда КПСС и последующих Пленумов ЦК КПСС по вопросам мелиорации земель. Усилиями тружеников сельского хозяйства и водного хозяйства республики обеспечены весомые приросты в производстве зерна, технических культур, овощей, фруктов и продуктов животноводства. Так, в 1973 г. общий фонд орошаемых земель республики за счет нового строительства, а также работ по качественному улучшению орошаемых земель увеличился против 1965 г. на 300,2 тыс. га и достиг 1576,1 тыс. га. При этом производство продукции земледелия на орошаемых землях возросло: зерна — в 3 раза, риса — более чем в 4 раза; значительно увеличились валовые сборы сахарной свеклы, хлопка-сырца, овощей, кукурузы на зерно, грубых и сочных кормов.

Таблица 1

Динамика продуктивности орошаемых земель в Казахстане

Сельхозкультуры	Урожайность (ц/га) на фактически политых землях			
	1963 г.	1971 г.	1972 г.	1973 г.
Все зерновые	11,1	21,8	24,0	25,3
Рис	21,8	33,9	37,4	40,1
Хлопчатник	18,7	25,2	25,2	27,0
Сахарная свекла	286,0	301,0	337,0	298,0

О роли мелиорации в увеличении производства сельскохозяйственных культур можно судить по сравнительной урожайности сельскохозяйственных культур на орошаемых и неорошаемых землях.

Таблица 2

Урожайность сельскохозяйственных культур на орошаемых и неорошаемых землях Казахстана

Сельхозкультуры	Сбор урожая, ц/га					
	с орошаемых земель			со всех земель		
	1971 г.	1972 г.	1973 г.	1971 г.	1972 г.	1973 г.
Все зерновые	21,8	24,0	25,3	9,5	12,3	11,3
Кукуруза на силос	153	178	185	—	70,0	71,0
Многолетние травы на сено	36,9	39,4	42,9	—	7,5	5,1

Директивами XXIV съезда КПСС на период девятой пятилетки намечено увеличить среднегодовой объем производства сельскохозяйственной продукции на 20—22%. В документах съезда подчеркнуто, что ключевой проблемой по-прежнему остается производство зерна. Вместе с тем должно быть обеспечено значительное увеличение производства мяса, шерсти, хлопка, овощей и всех других видов сельскохозяйственной

продукции. Главным условием в решении поставленных задач является всемерная интенсификация сельскохозяйственного производства на основе химизации, механизации и мелиорации земель.

На период девятой пятилетки намечено осуществление мелиоративных работ в объеме более 2 млрд. руб. — в два раза больше, чем было освоено в предыдущей пятилетке, и равно всему объему капиталовложений в мелиорацию за время с 1918 по 1970 гг. Предусмотрено ввести в эксплуатацию 420 тыс. га орошаемых земель, обводнить 32 млн. га пастбищ.

Характерно для девятой пятилетки — ускоренные темпы ввода в действие мелиорированных земель. Если в прошлом пятилетии ежегодно вводились в действие 15—20 тыс. га новых орошаемых земель, то за три года текущей пятилетки ежегодный ввод орошаемых земель составляет 30—40 тыс. га, т. е. возрос в два раза.

Наибольший рост ввода в действие орошаемых земель в зоне рисосеяния.

Деятельность мелиоративных организаций в 1974—1975 гг. оценивается, в первую очередь, практическим вкладом мелиорации в решение задач по развитию сельскохозяйственного производства.

За три года (1971, 1972, 1973) девятой пятилетки на водное хозяйство республики израсходовано 1 млрд. руб., введено в эксплуатацию регулярного орошения 121 тыс. га, лиманного орошения — 51 тыс. га, построены групповые и локальные водопроводы протяженностью около 2000 км, созданы орошаемые культурные пастбища на 13,6 тыс. га, в том числе 5,5 тыс. га организациями Казглавводстроя Министерства мелиорации и водного хозяйства Казахской ССР.

На четвертый решающий год девятой пятилетки объем капитального вложения в водохозяйственное строительство по республике составил 423 млн. руб., в том числе на строительно-монтажные работы 324,5 млн. руб., намечено ввести в эксплуатацию новые орошаемые земли с регулярным орошением 53,7 тыс. га, с лиманным орошением — 42 тыс. га, построить водопроводов общей протяженностью 724 км, обводнить пастбища на площади 7,2 млн. га, провести планировку на 80 тыс. га.

В текущей пятилетке продолжаются работы по переустройству старых оросительных систем, повышению водообеспеченности и улучшению мелиоративного состояния земель на площади 80 тыс. га. Объем работ по реконструкции сооружений ранее обводненных пастбищ возрастет в 1,4 раза, по строительству группировок водопроводов — в 3 раза.

Для ввода в действие новых орошаемых земель предусмотрено строительство 16 крупных оросительных систем на базе уже построенных и строящихся водохранилищ, крупных гидроузлов на реках и канале Иртыш — Караганда.

Намечено построить 14 крупных систем лиманного орошения, в том числе Урало-Кушумской системы на площади 48 тыс. га в Уральской области, Шидертинской на площади 20 тыс. га в Павлодарской области, Приморской на площади 17 тыс. га в Гурьевской области.

В текущей пятилетке сооружается 19 групповых водопроводов. Предусмотрен ввод 4500 км водопроводов, в том числе Пресновский водопровод протяженностью 2000 км. Это обеспечит водой более 450 сельских населенных пунктов.

Намечено завершить строительство канала Нура — Ишим, первой очереди канала Иртыш — Караганда и ряда других объектов.

Площадь орошаемых земель в Казахстане в 1973 г. достигла 1596 тыс. га, из них фактически поливалось 1498,9 тыс. га. Используя поливную воду, труженики сельского хозяйства республики в сочетании с другими агротехническими мероприятиями обеспечили выполнение плана полива сельскохозяйственных культур и получили высокие урожаи зерновых, хлопка, овощей и других сельскохозяйственных культур, возделываемых на орошаемых землях. Если в 1915 г. в Казахстане урожайность всех зерновых культур составила 5,7 ц/га, риса 14 ц, хлопчатника 7,9, сахарной свеклы 168 ц/га, в 1965 г. соответственно зерновых 11,1, риса 22, хлопчатника — 18,8 ц/га, то в 1973 г. получено в среднем с 1 га: зерновых — 25 ц, хлопка — 27 ц, сахарной свеклы — 301 ц и риса-шалы — 40,5 ц. О грандиозности этого достижения свидетельствует то, что для удвоения урожайности зерновых культур с 6,7 ц/га до 13,7 ц/га нашей стране потребовалось сто лет, причем впервые барьер в 10 ц/га был преодолен в восьмой пятилетке.

Передовые районы, колхозы, совхозы и отдельные звеньевые добились еще более высоких показателей. Многие хозяйства, бригады, звенья получают на поливе с каждого гектара по 45—65 ц пшеницы, 70—80 ц риса, 36—40 ц хлопка-сырца, 450—500 ц сахарной свеклы.

Хозяйства Кировского района Талды-Курганской области в 1973 г. на площади 4466 га получили в среднем по 417 ц сахарной свеклы с гектара, а хозяйства в целом Талды-Курганской области — 388 ц с каждого из 9650 га. Звено Э. Валиевой из колхоза им. XXII съезда КПСС Талды-Курганского района вырастило в среднем по 550 ц свеклы на площади 360 га. Колхоз им. Ленина Кировского района с площади 1000 га собрал корней по 467 ц/га.

Земледельцы Панфиловского района Талды-Курганской области в 1973 г. собрали хороший урожай кукурузы на зерно. Колхоз им. Кирова с каждого из 3300 га посева собрал в среднем по 59 ц зерна с 1 га, колхоз «40 лет Октября»— с 5750 га собрал по 51 ц зерна. Рекордный урожай вырастило звено Героя Социалистического Труда Марьям Ниязовой из колхоза им. «40 лет Октября»: на 100 га звено собрало урожай зерна кукурузы по 105 ц/га. Звено Максума Ишниязова из колхоза «Берлик» с каждого из 40 га собрало по 108 ц кукурузы, звено Героя Социалистического Труда К. Айтжановой из колхоза им. Кирова — по 98, Максума Аюлова из этого же колхоза — с площади 75 га по 100 ц зерна с гектара.

Более 20 рисоводческих звеньев Кзыл-Ординской области с каждого гектара своих плантаций собрали шалы по 100 ц и более. В колхозе «Коммунизм» Чиилийского района Герой Социалистического Труда Шырынкуль Казанбаева вырастила и собрала урожай риса по 125 ц с 1 га, рисовод совхоза «Маденият» Джаланашского района Жаксылык Шайманов с 30 га получил шалы по 119 ц с 1 га. По 101—119 ц с 1 га собрали Герой Социалистического Труда Несипбай Апразов, Улбала Алтабаева, Казына Жусупова и др.

Не только отдельные рисоводы, но и целые хозяйства добились в 1973 г. замечательных результатов. Так, совхоз «Маденият» с площади 2500 га собрал по 63 ц риса-шалы, продал государству серебристого зерна 140 тыс. ц.

Ирригация в республике является важным средством интенсификации сельскохозяйственного производства. С каждым годом повышается роль орошаемого земледелия в экономике сельского хозяйства республики.

Если в среднем за 1962—1965 гг. орошаемые земли в республике

занимали в общей площади посевов и насаждений 2,9%, и давали около 17% стоимости валовой продукции всего земледелия, то в 1972 г. она достигла почти 21% и составила 598 млн. руб. По областям зоны интенсивного орошаемого земледелия в 1972 г. площади посевов и насаждений на поливе составили 20,4% от валовой продукции от пашни со всех площадей (орошаемые+неорошаемые), а стоимость продукции 56% от всей стоимости продукции. В Алма-Атинской области 26% орошаемых посевов и насаждений дают 72% стоимости валовой продукции всего земледелия, Джамбулской — соответственно 23 и 59%, Талды-Курганской — 28 и 57%, Чимкентской — 28—57%. В целом по республике стоимость валовой продукции зерновых колосовых культур в расчете на гектар посевов составила 131 рубль, кукурузы на зерно — 274 рубля, риса — 942 рубля, хлопка-сырца — 971 рубль, сахарной свеклы фабричной — 905 руб., картофеля — 982 руб., овощей — 1783 руб., фруктов, ягод и винограда — 999 руб. Еще выше показатели рентабельности орошаемых земель достигнуты в 1973 году.

Таблица 3

Выход валовой продукции с 1 га орошаемых и неорошаемых земель (в ценах 1965 г.)

Показатели	По периодам			
	1962—1965 гг.		1966—1970 гг.	1971—1972 гг.
Валовая продукция в расчете на 1 га площади, рублей				
с орошаемых земель	269	334	379	437
с богарных земель	48	56	59	74
Удельный вес орошаемого земледелия во всех землях в процентах:				
по площади	2,9	3,7	4,2	4,2
по стоимости продукции	16,8	18,4	22,1	20,7

За прошлую пятилетку и два года текущей пятилетки за счет государственных капиталовложений и средств самих хозяйств проведены работы по переустройству оросительных систем и повышению водообеспеченности на площади 246,3 тыс. га, улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель на площади 120,6 тыс. га и по планировке орошаемых земель на площади 86,7 тыс. га. Количество гидротехнических сооружений на оросительных системах увеличилось с 8520 до 22000, протяженность оросительной сети достигла 55 тыс. км.

Значительно увеличилась протяженность облицованных каналов. До 1965 г. в нашей республике совсем не было каналов в железобетонных лотках, а теперь их протяженность достигает почти 2000 км. В 2—3 раза увеличилась протяженность каналов с бетонной одеждой и отмосткой.

Несмотря на возросший объем работ по качественному улучшению ирригационных систем, в целом по республике системы все еще находятся в неудовлетворительном состоянии. По состоянию на 1 января 1974 г., из имеющихся 1596 тыс. га орошаемых земель нуждаются в переустройстве оросительных систем и повышении их водообеспеченности 683 тыс. га, в устройстве и реконструкции коллекторно-дренажной сети — 221 тыс. га, в капитальной планировке — 416 тыс. га.

Для осуществления указанных выше работ в составе областных управлений мелиорации и водного хозяйства с середины 1971 г. созданы одна ремонтно-строительная передвижная механизированная колонна (ПМК) и 8 механизированных отрядов. Их силами только в 1973 г. про-

изведена очистка каналов в объеме 16 млн. кбм. построено и отремонтировано 205 гидротехнических сооружений, проведена планировка орошаемых земель на площади 3 тыс. га, выполнены противопаводковые, регулировочные и другие работы на сумму 12,8 млн. руб., или на 108%. Годовой объем ремонтно-строительных подразделений в 1973 г. составлял 12,9 млн. руб.

Однако в республике недостаточно эффективно используются орошаемые земли. Так, в 1973 г. в Казахстане оставались неиспользованными 36,2 тыс. га орошаемых земель, в том числе по причине засоления и заболачивания — 12,8 тыс. га, по организационно-хозяйственным причинам 6,5 тыс. га и 12,4 тыс. га по причине переустройства и реконструкции оросительной сети и планировки полей.

Особенно большие площади орошаемых земель не были использованы в колхозах Чимкентской области (14,4 тыс. га, или 4%), Талды-Курганской (6,0 тыс. га, или 2%), Алма-Атинской (5 тыс. га, или 2%) и Джамбулской (2,1 тыс. га, или 1%).

Такое отношение к орошаемой земле недопустимо. Необходимо управлениям оросительных систем, облводхозам принять непосредственное участие в размещении сельхозкультур, перед началом сева иметь картусхему орошаемых земель по каждому хозяйству.

За последние годы в нашей республике большое значение придается улучшению кормовой базы животноводства путем расширения площади лиманного орошения и создания орошаемых культурных пастбищ. Практика показывает, что при использовании мелиорированных земель под посевы кормовых культур один гектар дает кормовой продукции столько, сколько дают 4—6 га богары.

К настоящему времени площадь лиманного орошения в республике доведена до 740 тыс. га. Средняя урожайность сенокосов на суходолах составляет 2—3 ц/га, а на лиманах при правильной их эксплуатации в среднем по республике 10—15 ц/га, на инженерных — 20—30 ц/га. Лиманы в условиях Казахстана могут и должны являться большим резервом кормопроизводства для растущего животноводства.

К настоящему времени обводнено около 112,0 млн. га пастбищ из общей площади 178 млн. га.

Стоимость обводнения 1 га пастбищ в среднем по республике составляет 3,5—5,0 руб.

Какие задачи по мелиорации земель, обводнению пастбищ и сельскохозяйственному водоснабжению решаются в текущей пятилетке в различных зонах республики?

В зонах производства риса площадь нового орошения возрастает на 82 тыс. га. Здесь завершается строительство рисовых комплексов на Кзыл-Ординском и Кзыл-Кумском (Чимкентская область) массивах с приростом 73 тыс. га, в низовьях реки Или на Акдалинском массиве — 9 тыс. га.

В нерисовой зоне завершается строительство Ташуткульского водохранилища в Джамбулской области и Карагалинского водохранилища в Актюбинской области, начаты подготовительные работы для строительства крупнейшего межреспубликанского канала Волга — Урал. Строительством этого канала будут решаться водные проблемы Уральской, Гурьевской и Актюбинской областей.

Заканчивается строительство ряда крупных объектов, таких, как канал Нура — Ишим в Целиноградской области, Приморская оросительная система с площадью орошения 16,7 тыс. га в Гурьевской области.

В текущей пятилетке будут введены в эксплуатацию первые очереди групповых водопроводов Дарбазинского в Чимкентской области и ряд других объектов.

В Семипалатинской области трест «Семипалатинскводстрой» приступил к строительству водохранилища на р. Чар емкостью 80 млн. кбм., которое повысит водообеспеченность 10 тыс. существующих земель регулярного орошения и позволит увеличить орошаемую площадь в Чарской системе до 28 тыс. га.

Начато строительство двух новых групповых водопроводов для водоснабжения сельских населенных пунктов в Иргизском районе Актюбинской области и Смирновском районе Северо-Казахстанской области.

Большие работы будут проведены по совершенствованию оросительных систем, реконструкции и повышению водообеспеченности существующих систем и по мелиоративному улучшению земель в Джетысайском, Пахтааральском, Кировском и Шаульдерском районах Чимкентской области.

Придавая исключительно важное значение мелиорации земель, как фактору дальнейшей интенсификации сельскохозяйственного производства, обеспечивающей устойчивое повышение плодородия почвы и увеличение производства продуктов сельского хозяйства на основе роста урожайности сельскохозяйственных культур, советское государство наращивает темпы освоения и орошения земель.

Том I *1975 г.*

Г. Б. Бегалиев,
кандидат экономических наук

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ В СИСТЕМЕ КАЗМИНВОДХОЗА

УДК 001. 891. 003. 13

На XXIV съезде КПСС большое внимание обращалось ускорению научно-технического прогресса, быстрейшему внедрению достижений науки в производство.

«Перед нами,— говорил Генеральный секретарь ЦК КПСС тов. Л. И. Брежнев,— задача исторической важности: органически соединить достижения научно-технической революции с преимуществом социалистической системы, шире развивать свои, присущие социализму, формы соединения науки с производством».

Сказанное в полной мере относится к области мелиорации земель и водному хозяйству Казахстана, где в последние годы значительно возросли капиталовложения и увеличились ассигнования на научно-исследовательские работы.

С 1968 года, то есть с начала организации научно-исследовательских работ при Министерстве мелиорации и водного хозяйства Казахской ССР, по 1972 год израсходовано на проведение научно-исследовательских работ 4582 тыс. руб., на 1974 год было запланировано 1350 тыс. руб.

Проведены исследования по 113 темам, из них закончены и даны рекомендации по 40 темам, к концу 1974 года получены рекомендации по 60 темам (табл. 2).

Следует отметить, что в первый период исследования велись в основном по темам согласно заявкам проектно-изыскательских институтов и Госплана Казахской ССР.

Таблица 1

Динамика роста финансирования научно-исследовательских работ по Министерству мелиорации и водного хозяйства Казахской ССР

Годы	Расходы на научно-исследовательские работы, тыс. руб.	Годы	Расходы на научно-исследовательские работы, тыс. руб.
1968	246	1972	1150
1969	419	1973	1250
1970	642	1974	1350 (план)
1971	875	Итого за 1968—1974	4582

В дальнейшем при формировании и проведении научно-исследовательских работ наметились 6 направлений:

Таблица 2

Количество и состояние исследовательских работ

Годы	Темы оставления от предыдущего года, шт.	Намечены к исследованию новые темы, шт.	Всего тем на начало года, шт.	Из них		
				закончено исследованием, шт.		исследование продолжается
				всего	рекомендация передана производству	
1968	—	14	14	—	—	14
1969	14	5	19	4	4	15
1970	15	21	36	8	7	28
1971	28	22	50	16	11	34
1972	34	22	56	8	5	48
1973	48	12	60	15	13	45
1974	45	17	62	23*	20*	39*
Итого 1968—1970	—	113	—	74	60	

Примечание: * Предусмотрено по плану.

1. Обеспечение материалами, рекомендациями проектных институтов. Работы велись по темам: «Изучение режима и баланса грунтовых вод по Каратальской системе», «Разработка технико-экономического обоснования участков оазисного орошения» и т. д., всего — 73 темы. По этой группе тем израсходовано 1309 тыс. руб., или 38% от всей суммы ассигнований с 1968 по 1972 гг.

2. Улучшение эксплуатации оросительных систем. Работы велись по 67 темам на сумму 972,6 тыс. руб., или 29%. К ним относятся: «Внедрение оптимального режима орошения сельскохозяйственных культур и технологии работ дождевальных агрегатов ДДА-100М на Черноярской системе», «Внедрение двухконсольных дождевальных и дождевально-поливных машин», «Разработка методики планирования водопользования с помощью ЭВМ» и т. д.

3. Разработка методов улучшения обводнения и водоснабжения сельских населенных пунктов. Работы велись по 44 темам на общую сумму 481,3 тыс. руб. К ним относятся: «Изучение и разработка экономических методов обводнения пастбищ», «Разработка технических условий рациональной эксплуатации обводнительных сооружений на пастбищах», «Внедрение многодневного регулирования с применением оптимальных нормативов водопотребления для групповых систем сельскохозяйственного водоснабжения» и т. д.

4. Исследование по вопросам строительства. Работы велись по 22 темам на общую сумму 275,7 тыс. руб. К ним относятся: «Разработка методологии применения сетевого планирования и управления строительством систем гидротехнических сооружений» и т. д.

5. Исследование по вопросам подготовки к проектированию оросительных систем в перспективе. Работы велись по 21 теме на сумму 1480,6 тыс. рублей. К ним относятся: «Разработка теоретических основ и методов ирригационного освоения почвенных комплексов междуречья «Волга — Урал», «Изучение водно-солевого режима почв и режима грунтовых вод и т. д. по Талас-Ассинскому массиву», «Разработка оптималь-

ных приемов орошения зерновых культур в Северном и Центральном Казахстане при максимальной механизации водораспределения» и т. д.

6. Автоматизация и телемеханизация оросительных систем и сооружений и индустриальной базы. По этому направлению исследования начались в 1971 г. Работа велась по 4 темам. Даны рекомендации по автоматизации головного водозабора на р. Сайран-Су, автоматизации бетоносмесительных установок с применением универсальной системы элементов промышленной пневмоавтоматики (УСЭППА) и т. д. По этой группе тем израсходовано 64,2 тыс. рублей.

Министерство мелиорации и водного хозяйства Казахской ССР финансирует научно-исследовательские работы за счет средств, получаемых от снижения себестоимости строительно-монтажных работ, продукции промышленности строительных материалов и т. д. Научно-исследовательские работы выполняются научно-исследовательскими, проектными и учебными институтами и другими организациями на договорных началах с Минводхозом Казахской ССР. Из 3332 тыс. руб., израсходованных на научно-исследовательские работы научными организациями, освоены 2408,5 тыс. руб., или 72%, в том числе КазНИИВХ 632 тыс. руб., или 28%, проектными — 182,4 тыс. руб., или 6%, учебными — 644,0 тыс. руб., или 19%, прочими — 88 тыс. руб., или 3%.

Как было указано выше, закончены и переданы производству результаты исследований по 36 темам. Предварительные расчеты показывают, что от внедрения их достигается значительный экономический эффект. Так, по теме «Разработка и изготовление установки для гидромеханической очистки шахтных колодцев» результатом явилась новая установка ГМОШКУ, основанная на принципе гидромеханизации очистки водоприемной части шахтных колодцев с применением гидроциклона. Опытный образец успешно прошел производственный и ведомственные испытания, в ходе которых очищено 50 шахтных колодцев, расположенных в пустыне Муюнкум. Годовой экономический эффект на 1 машину (в сравнении с очислителем ОШК-30 конструкции Казахского научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства) составил 29,6 тыс. руб.

Разработана новая конструкция фильтра, размещаемого в стенах водоприемной части шахтных колодцев, и технологии изготовления таких фильтров. В 1970—1971 гг. проектный институт «Казгипроводпастбищ», используя техническую документацию и рекомендации для проектирования шахтных колодцев с такими фильтрами, разработал проект обводнения пастбищ площадью 75 тыс. га совхозов «Тогускенский» и «Бостандыкский» Джамбулской области. Экономический эффект от внедрения сменяемых фильтров на шахтных колодцах составил на 1 шахтный колодец 8,6 тыс. рублей; на сменяемые фильтры получено авторское свидетельство.

В результате завершения работ по темам «Изучение режима водопотребления на групповых сельскохозяйственных водопроводах в условиях Северного Казахстана» и «Изучение количественных норм водопотребления на групповых системах сельскохозяйственного водоснабжения Северного Казахстана» выявлен характер годового и суточного режимов водопотребления в пусковой период групповых систем водоснабжения, установлены расчетные расходы и коэффициенты неравномерности.

На основании исследований разработаны нормативы водопотребления и методика расчета системы водоснабжения при многодневном

регулировании, которые переданы институту «Казгипросельхозвод» для проектирования экспериментального участка на Селетинском водопроводе.

На основе законченных исследовательских работ подготовлены «Рекомендации по расчету групповых систем сельскохозяйственного водоснабжения с резервуарами многодневного регулирования» и «Нормативы водопотребления для коммунально-бытового и животноводческого секторов».

По теме «Определение условий применимости опреснительных установок в сельскохозяйственном водоснабжении Казахстана» собраны данные о методах опреснения имеющихся в республике опреснительных установок, обобщены наиболее приемлемые методы опреснения для водоснабжения сельских населенных пунктов, дана схематическая карта распределения опреснительных установок на территории Джамбулской и Кзыл-Ординской областей, составлена карта минерализации подземных вод.

В Джамбулской области построен и функционирует стационар по испытанию в производственных условиях опреснительной техники.

Казахским научно-исследовательским институтом водного хозяйства разработана автоматизированная стационарная оросительная система с гидроаккумуляторами и импульсными аппаратами. Эта система получила всеобщее признание. Госкомитетом выдано 6 авторских свидетельств на изобретение. Предусмотрено строительство этой системы в ряде хозяйств республики. Система находит широкое распространение и в ряде других республик.

По данной тематике Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства ведет научно-техническое сотрудничество со странами СЭВ.

По темам «Районирование пастбищных территорий Кзыл-Ординской и Джамбулской областей по приемам оазисного орошения» и «Изучение и обоснование режимов орошения, способов и техники полива кормовых культур в пустыне Муюнкум (при близких грунтовых водах)» разработаны: схематическое районирование территории Кзыл-Ординской и Джамбулской областей с выделением районов с хорошими, благоприятными и удовлетворительными условиями для размещения участков оазисного орошения, а также рациональные режимы орошения, способы и техника полива, система агромероприятий по возделыванию кормовых культур на участках оазисного орошения. Проектному институту переданы нормативы для проектирования участков оазисного орошения.

Выполнены темы «Разработка мероприятий по повышению эффективности работы дождевальных систем с сетью закрытых трубопроводов (на примере Черноярской оросительной системы Павлодарской области)», «Внедрение оптимального режима орошения сельскохозяйственных культур овощного севооборота и технология работ дождевальных агрегатов ДДА-100М на оросительной системе с механическим водоподъемом и сетью закрытых трубопроводов». На их основе в совхозе «Черноярский» разработаны режимы орошения картофеля и овощных культур, перспективная технология использования поливных агрегатов на крупных механизированных оросительных системах с сетью закрытых трубопроводов. От внедрения этих рекомендаций получен экономический эффект в размере 87,3 тыс. руб.

По теме «Методика и схема районирования орошаемых территорий Алма-Атинской и Джамбулской областей по применению наиболее целе-

сообразных способов и техники полива» составлена методика и схема районирования Алма-Атинской и Джамбулской областей по применению наиболее целесообразных способов и техники полива. За основу районирования принята схема физико-географического районирования, которая учитывает весь комплекс природных условий. Материалы по районированию переданы в Министерство мелиорации и водного хозяйства КазССР и Министерство сельского хозяйства КазССР для использования в производстве.

По остальным законченным исследованиям и темам также получен значительный экономический эффект.

Результатами выполнения отдельных тем пользуются проектные институты (например, «Временные технические указания по расчету поливных режимов основных сельскохозяйственных культур свекловичного, зернового и кормового севооборотов в условиях Казахстана» и т. д.). По предварительным подсчетам, общий экономический эффект от внедрения результатов исследований по законченным темам составляет 7,3 млн. руб., при общей затрате на проведение исследований за период 1968—1972 гг. 4,582 млн. руб.

В 1974 году проводились научные исследования по 62 темам на общую сумму 1,350 тыс. руб. Особое место заняли исследования по обоснованию развития орошения в зоне переброски стока сибирских рек в КазССР. Исследования ведутся по 5 разделам:

1. Установление влияния орошения на агрометеорологические факторы и разработка приемов их регулирования;
2. Изучение особенностей почвообразовательного процесса и разработка методов регулирования его при орошении;
3. Установление процесса формирования режима и баланса грунтовых вод при орошении;
4. Создание высокопродуктивных сортов зерновых культур и разработка комплекса агротехнических мероприятий по их возделыванию в условиях орошения;
5. Разработка приемов регулирования содержания влаги, тепла, солей и питательных веществ на мелиоративных землях.

Для решения этих вопросов намечается организация опытно-производственных участков на территориях совхозов: в зоне «Рассвет»; в зоне Сергеевского водохранилища в совхозе «Городецкий»; в зоне Вячеславского водохранилища в совхозе «Волгодоновский»; в зоне канала Иртыш — Караганда в совхозе им. Ю. А. Гагарина.

И. Н. Тепляков,
кандидат технических наук,

Ю. А. Малюгин,
кандидат экономических наук

(научно-исследовательский экономический институт планирования и нормативов при Госплане Казахской ССР)

РЕЗЕРВЫ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ КАЗАХСТАНА И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

УДК 338. 1 : 628. 86 (574)

За годы советской власти в Казахстане выполнены большие работы по развитию поливного земледелия, построено много новых и переустроены старые ирригационные системы, головные водозаборы, плотины и водохранилища. От пятилетия к пятилетию увеличиваются приросты новых орошаемых земель: за 1956—1960 гг. прирост составил 48,7 тыс. га, за 1961—1965 гг.— 74,9 тыс. га, за 1966—1970 гг.— 123,7 тыс. га. За 1971—1973 гг. введено в эксплуатацию 112,2 тыс. га новых орошаемых земель, на площади 123,4 тыс. га проведена реконструкция старых оросительных систем, 105,9 тыс. га мелиоративно улучшены и на 35,6 тыс. га выполнена капитальная планировка. За три года на водохозяйственное строительство в республике израсходовано 1036 млн. руб., а всего на 1971—1975 гг. выделено 2090 млн. руб., что в два раза больше, чем за 1966—1970 гг.

Эффективность капитальных вложений на ирригационное строительство в Казахской ССР за время, прошедшее после майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС, подтверждается значительным увеличением продуктивности орошаемых земель. Так, средняя продуктивность орошаемых земель за 1966—1970 гг. по республике составила 337 руб/га, а за 1971—1973 гг.— 425 руб/га, при средней продуктивности неорошаемых (богарных) земель около 74 руб/га. По эффективности один поливной гектар равноценен 5,7 га богарным.

Вполне понятно, что продуктивность земель зависит от структуры и урожайности сельскохозяйственных культур. Среди южных областей наиболее высокая продуктивность поливного гектара получается в Кзыл-Ординской (680 руб/га) и в Чимкентской (620 руб/га), в Алма-Атинской, Джамбулской и Талды-Курганской областях она значительно ниже и колеблется в пределах 314—412 руб/га (1973 г.).

По сравнению с 1965 г. в 1973 г. урожайность зерновых колосовых в республике возросла более чем в 2,4 раза, риса — 1,8, хлопчатника — 1,4 раза. Повысилась урожайность овощей, кормовых и других культур. Несомненно, рост урожайности достигнут благодаря лучшей организации труда, более высокой агротехники и правильного орошения.

В то же время опыт передовых хозяйств и госсортоучастков показывает, что при внесении оптимальных норм органических и минеральных удобрений, соблюдении режима орошения, внедрении комплексной механизации вполне реально получать урожаи (в ц/га): зерновых колосовых — до 40, кукурузы на зерно — 50, риса — 50, хлопчатника — 35, сахарной свеклы — 400 и т. д.

По нашим расчетам, ежегодно с 1971 по 1973 гг. из-за относительно низкой урожайности недобор сельскохозяйственной продукции с орошаемых земель Казахской ССР (в сопоставимых ценах 1965 г.) составил 386 млн. руб., из них по зерновым колосовым — 46 млн. руб., рису — 31, сахарной свеклы — 17 и т. д. (табл. 1).

Таблица 1

Размер недополученной сельскохозяйственной продукции с орошаемых земель Казахской ССР

Культуры	Средняя урожайность сельхозкультур на орошаемых землях, ц/га*					Урожайность в передовых хозяйствах, ц/га	Ежегодно недополуч. продукция (в среднем за 1971—1973 гг.), млн. рублей
	1965 г.	1970 г.	1971 г.	1972 г.	1973 г.		
Зерновые колосовые	8,2	16,1	17,7	19,1	19,6	40	46,5
Кукуруза на зерно	21,1	33,5	28,3	28,9	32,9	50	10,0
Рис	21,8	33,7	33,9	37,4	40,1	50	31,6
Хлопок	18,7	23,9	25,2	25,2	27,1	35	42,3
Сахарная свекла	286,0	319,0	301,0	337,0	298,0	400	17,5
Картофель	63,0	100,0	87,0	113,0	98,0	250	41,0
Овощи	127,0	155,0	141,0	138,0	151,0	300	72,3
Бахчи	67,0	65,0	73,0	90,0	98,0	150	5,6
Кукуруза на силос	135,0	162,0	153,0	178,0	170,0	400	23,6
Травы на сено	24,3	25,6	28,4	27,4	29,1	60	35,9
Фрукты	42,7	36,0	14,1	42,4	23,8	100	31,2
Виноград	42,7	46,9	58,3	82,1	57,9	100	15,6

*. По данным ЦСУ Казахской ССР.

На повышение продуктивности орошаемого земледелия оказывает влияние совершенствование структуры посевных площадей, однако структура посевов на поливных землях остается нерациональной. Значительный удельный вес на поливных землях занимают кормовые культуры — 34,9% и зерновые колосовые — 24,4%, а дают они вместе только 15,8% всей валовой продукции орошаемого земледелия, в то время как овощи, занимая 2,6% орошаемых земель, дают 11,7% валовой продукции, сахарная свекла — соответственно 5,5 и 10,9%, хлопчатник — 8,5 и 20,8%, рис — 7,4 и 16,3% (табл. 2).

Следовательно, высокую продуктивность на орошаемых землях Казахстана дают овощные культуры и виноград (1900—2049 руб/га), сахарная свекла, рис и хлопчатник (836—1040 руб/га). Низкая продуктивность на орошаемых землях получается при возделывании зерновых колосовых (125 руб/га) и объясняется это прежде всего весьма низкой их урожайностью. Нельзя не отметить и то, что зерновые колосовые размещаются на более худших землях с примитивной ирригационной сетью, нерегулярно поливаются, меньше получают и удобрений, чем технические и другие интенсивные культуры. За 1971—1973 гг. в среднем под зерновые на орошаемых землях республики было внесено 3 ц/га удобрений в условных туках, против рекомендуемых нормами 10—12 ц/га.

Надо заметить, что низкая урожайность сельскохозяйственных культур объясняется не только несоблюдением требований агротехники.

Таблица 2

Структура сельскохозяйственных культур и продуктивность орошаемых земель Казахской ССР (в среднем за 1971—1973 гг.)

Культура	Продуктивность орошаемых земель, руб/га	Политая площадь, тыс. га	Стоимость валовой продукции, млн. руб.	Удельный вес, %	
				по площади	по стоимости с продукции
Зерновые колосовые	125	326,2	40,8	24,4	7,2
Кукуруза на зерно	283	53,3	15,1	4,0	2,6
Рис	939	98,9	92,9	7,4	16,3
Хлопчатник	1040	113,8	118,5	8,5	20,8
Сахарная свекла	836	74,0	61,9	5,5	10,9
Картофель	855	31,9	27,2	2,4	4,7
Овощи	1900	35,1	66,6	2,6	11,7
Бахчи	590	13,1	7,7	1,0	1,3
Кукуруза на силос	121	141,7	17,2	10,6	3,0
Травы на сено	98	326,0	32,1	24,3	5,6
Фрукты	823	27,8	22,8	2,1	4,3
Виноград	2049	14,8	30,2	1,1	5,0
Прочие	468	80,8	37,8	6,1	6,6
Всего	425	1337,4	570,8	100,0	100,0

Она связана с низким техническим уровнем ирригационных систем. Хотя в республике и выполняются большие работы по улучшению имеющихся оросительных систем, в техническом отношении они в основном остаются еще несовершенными. Инженерными системами обслуживаются только 29% поливных земель, полуинженерными — 47%. Для большинства старых систем характерны множественность и параллелизм каналов, извилистость и бессистемность их расположения, слабое оснащение гидротехническими сооружениями, несоответствие пропускной способности каналов подвешенным к ним площадям. По оснащенности сооружениями ирригационные системы Казахстана находятся на одном из последних мест среди республик страны.

По данным Министерства мелиорации и водного хозяйства Казахской ССР, в республике действуют более 1660 оросительных систем с общей протяженностью межхозяйственной и внутрихозяйственной сети 50 тыс. км, из них в бетонной одежде только 1,0%, в железобетонных лотках 2,2% и трубопроводах 1,6%, а остальная часть каналов проходит в земляном русле. В то же время на Украине удельный вес каналов с облицовкой составляет 35%, в Молдавской ССР — 77%. Если в этих республиках отдельные оросительные системы на 1000 га имеют 100—130 гидротехнических сооружений, то в Казахской ССР — всего лишь 17 сооружений на 1000 га. Особенно не хватает здесь сооружений на внутрихозяйственной сети.

Серьезные недостатки имеются в использовании орошаемых земель. В 1973 г. в республике из-за засоления и заболачивания, неисправности оросительной сети и по организационно-хозяйственным причинам не использовалось в сельскохозяйственном производстве 47 тыс. га.

Отмеченные выше обстоятельства свидетельствуют о том, что поливные земли республики располагают большими неиспользованными резервами, значение которых трудно переоценить. Использование этих резервов требует последовательного осуществления комплекса ирriга-

312725
Республиканск. научная сельскохозяйственная библиотека КазССР

ционно-мелиоративных, агротехнических, организационных и других мероприятий.

Решающее условие повышения эффективности орошаемого земледелия в Казахстане — дальнейшая интенсификация его и рост урожайности всех сельскохозяйственных культур.

Важным звеном в системе ирригационно-мелиоративных мероприятий ныне является ликвидация существующих во многих районах засоления и заболачивания почв. Для ликвидации засоления необходимы промывка и строительство коллекторно-дренажной сети. По данным института «Казгипроводхоз», на 1 января 1971 г. в устройстве и реконструкции коллекторно-дренажной сети нуждались 328 тыс. га.

Исключительно большое значение имеет планировка орошаемых земель — один из основных резервов повышения производительности труда и равномерности увлажнения почвы. По данным института, ее необходимо провести на площади около 438 тыс. га.

В комплексе основных агротехнических мероприятий по повышению урожайности видное место отводится соблюдению режима орошения возделываемых сельскохозяйственных культур. Ведь не секрет, что в практике орошения, как правило, не обеспечивается поддержание необходимой влажности почв, влажность нередко снижается до 35—45% от предельной полевой влагоемкости, в результате посевы угнетены, урожай получается низкий.

Необходимым условием повышения культуры орошаемого земледелия является повсеместное внедрение и строгое соблюдение планового водопользования и прогрессивных приемов техники полива.

Требуется уточнение и экономическое обоснование структуры культур на поливных землях с учетом сложившейся специализации и наличия в хозяйствах посевов богарного земледелия.

Большим резервом поливного земледелия может и должно стать дальнейшее развитие малой ирригации. На базе вод местного стока и подземных вод за 1970—1972 гг. в республике, по данным Министерства сельского хозяйства Казахской ССР, введено более 50 тыс. га. На этих площадях выращиваются высокие урожаи различных культур. Примером бережного отношения и использования водоземельных ресурсов может служить колхоз «40 лет Казахской ССР» Илийского района Алма-Атинской области. Колхоз своими силами построил канал из р. Есентай и участок орошения площадью 140 га, получил с него урожай озимой пшеницы по 41 ц/га.

Не менее эффективно используют подземные воды для орошения хозяйства Уйгурского района. Здесь гидрогеологи пробурили 9 скважин с общим дебитом 528 л/сек. Колхозы «Социализм», «Октябрь», им. XXIII партсъезда, «Эмгек» на близлежащих участках посеяли 388 га различных сельскохозяйственных культур. Урожай озимой пшеницы на площади 184 га составил 35 ц/га, люцерны собрали по 120 ц с каждого из 130 га.

Колхоз «30 лет Казахстана» Успенского района Павлодарской области на базе самоизливающихся скважин создал орошение на площади 416 га. Затраты колхоза на строительство участка орошения окупились за 2 года. Можно привести много таких примеров. К сожалению, имеющиеся в республике возможности развития малой ирригации используются далеко не полностью.

В настоящее время в Казахстане проводится большая работа по изучению и организации более полного использования всех возможностей

для увеличения производства зерна, овощей и других продуктов сельского хозяйства.

В предстоящие годы наряду с новым ирригационным строительством большое внимание должно быть обращено на совершенствование действующих оросительных систем, повышение водообеспеченности, проведение планировочных работ на землях старого орошения и реконструкции существующей ирригационной и коллекторно-дренажной сети, внедрение новой техники и прогрессивных способов полива сельскохозяйственных культур. Осуществление всего комплекса мероприятий позволит значительно повысить технико-экономические показатели работы действующих оросительных систем, полнее использовать имеющиеся резервы в поливном земледелии.

Преимущество реконструкции оросительных систем заключается и в том, что она требует небольших затрат по сравнению с новым ирригационным строительством. На новое ирригационное строительство и освоение земель затраты ныне стали достигать пяти тысяч рублей и более на гектар. При этом срок строительства составляет 6—8 лет с окупаемостью вложений 8—10 лет и более.

Крупные новые массивы строятся в необжитых районах и освоение их часто затягивается.

На реконструкцию же систем требуется 500—700 руб/га. В отличие от нового строительства реконструкция старых систем осуществляется, как правило, в обжитых районах, не требующих вложений на сельскохозяйственное освоение земель, и обеспеченных трудовыми ресурсами. По данным КазНИИВХ, которым в 1967—1970 гг. были проведены исследования реконструированных оросительных систем Южного Казахстана, сроки окупаемости капиталовложений реконструируемых объектов составляют 4—5 лет. По новым объектам эти сроки растягиваются.

Реконструкция ирригационных систем, мелиоративное улучшение и капитальная планировка орошаемых земель с одновременным кардинальным улучшением техники полива, увеличение в структуре посевов наиболее интенсивных сельскохозяйственных культур при непременном условии повышения культуры земледелия — все это позволит значительно увеличить урожайность сельскохозяйственных культур, укрепить экономику хозяйств, занимающихся орошаемым земледелием. Полное использование имеющихся резервов повысит продуктивность поливных земель в Казахстане не менее чем в 1,6 раза.

Том I *1975 г.*

П. А. Понер,
кандидат технических наук, доцент

В. А. Афанасьев,
старший научный сотрудник,

П. Г. Салов,
инженер-гидротехник

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОЗАБОРНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ГОРНЫХ И ПРЕДГОРНЫХ РАЙОНАХ

УДК 626. 816

Как известно, в нашей республике намечено значительное расширение площади орошаемого земледелия, причем прирост орошаемых земель в основном осуществляется в Алма-Атинской, Талды-Курганской, Джамбулской, Чимкентской и Кзыл-Ординской областях. Большая часть орошаемого земледелия этих областей базируется на стоке горных рек, гидрограф которых в целом благоприятен для использования их в мелиоративных целях. Однако возможности увеличения здесь площадей орошаемых земель без регулирования стока рек исчерпаны. Даже такие крупные реки республики, как Каратал, Чилик, Ак-Су и др., в отдельные периоды не обеспечивают водой потребителей.

Как следует из рисунка 1, длительность периодов с коэффициентами водозаборов 0,8 и более для указанных рек составляет 35% от времени вегетации в году 50% обеспеченности и возрастает в годы 75% обеспеченности до 40%, а с коэффициентом водозабора 0,5—0,6 — достигает 60—90%. В таких условиях увеличение площадей, занятых под орошаемым земледелием, может идти путем рационального использования воды за счет уменьшения ее потерь на фильтрацию, совершенствования техники полива, введения круглосуточных поливов и сведения к минимуму холостых сбросов. Важная роль в обеспечении потребителей водой при этом принадлежит головному водозабору. За последние 15—20 лет произошел существенный сдвиг в оснащении водохозяйственных систем республики инженерными водозаборными сооружениями, в результате оснащенность систем гидроэнергетики и водоснабжения достигла практически 100%. Однако оснащение ирригационных систем республики инженерными водозаборными сооружениями все еще отстает от темпов развития орошения. В Джамбулской и Чимкентской областях, например, инженерными водозаборными сооружениями оснащено соответственно 16 и 18% оросительных систем (табл. 1). Это вызывает не только трудности планового водоотбора из рек, но и массовое завлечение в оросительные системы наносов. Не случайно поэтому ежегодно возрастает объем очистных работ. В среднем по рассматриваемым пяти областям на 1 м^3 забираемой воды приходится 2,16 кг наносов.

Обязательным требованием, предъявляемым к водозаборам на горных реках, является борьба с поступлением в каналы речных донных наносов. Это условие в основном определяет выбор состава и конструкции водозаборного узла, эффективность его работы.

В практику водохозяйственного строительства Казахстана внедрены различные конструкции водозаборных сооружений, в том числе и весьма

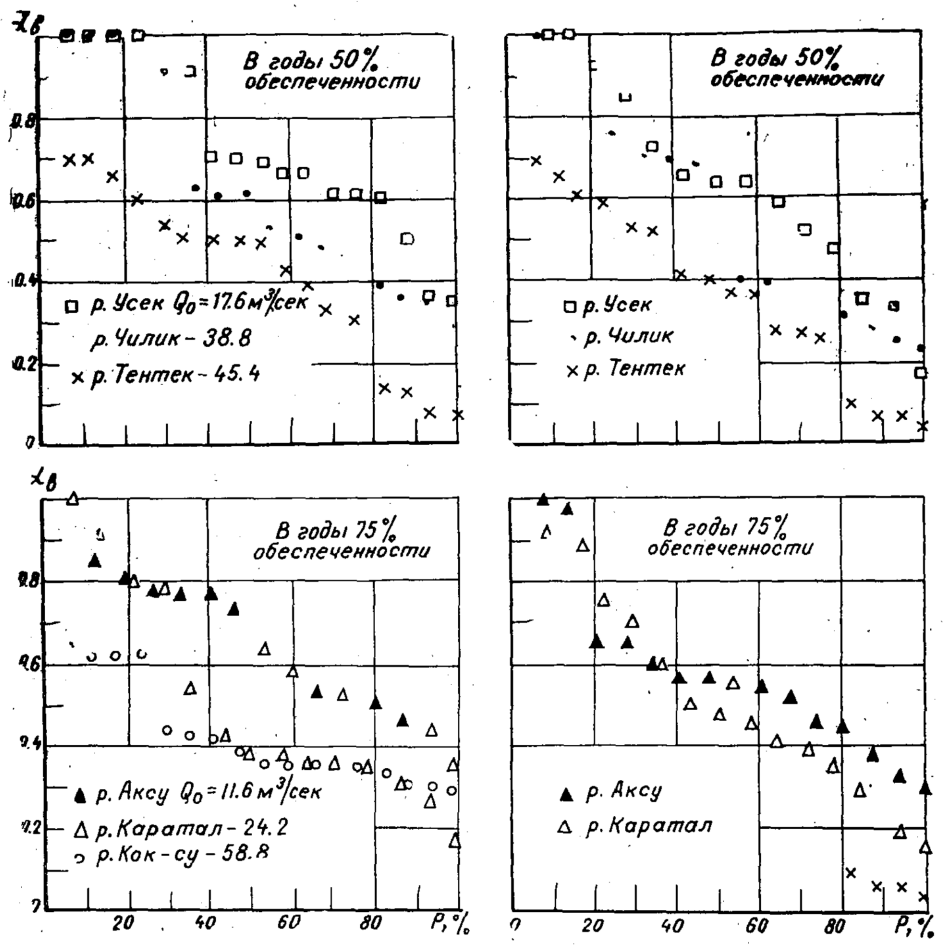


Рис. 1. Использование стока рек Казахстана в вегетационный период

Таблица 1

Технические характеристики оросительных систем

Области	Годовой забор воды на орошение, млрд. м³	Оросительная способность рек, тыс. га	Пригодные для орошения, тыс. га	Площади существующего орошения, тыс. га	Объемы наносов		Кол-во инженерных водозаборов, в % от общего их числа
					всего млн. м³	в кг на 1 м³ забранной воды	
Алма-Атинская	2,2	877,0	1530,0	226,5	2,207	1,61	
Талды-Курганская	2,5	545,0	1623,2	228,7	3,842	2,46	
Джамбулская	2,6	528,3		225,0	3,301	2,09	16
Чимкентская	2,5	587,1		218,6	3,905	2,50	18

эффективные их схемы, такие, как горно-решетчатые с пониженными щитовыми отверстиями, боковые с наносоперехватывающими галереями,

а также с криволинейным подводящим руслом и другие. Анализ проектных материалов позволяет выделить следующие основные способы борьбы с наносами на этих сооружениях: осаждение наносов перед водоприемником, послойное деление потока, использование поперечной циркуляции потока, возбуждаемой перераспределением расхода по ширине русла или за счет искривления подводящего русла.

Использование одного из первых двух способов борьбы с наносами предусмотрено на водозаборах, запроектированных преимущественно в пятидесятых-шестидесятых годах на рр. Бадам, Баскан, Донгуз-тау, Коксай, Тентек и др. (рис. 2). Это горно-решетчатые и боковые водозаборы, основанные на идее осаждения наносов в промывных камерах или карманах, и боковые водозаборы с порогами для послойного деления потока. Схемы этих сооружений весьма просты, но они не обеспечивают защиты каналов от крупных наносов.

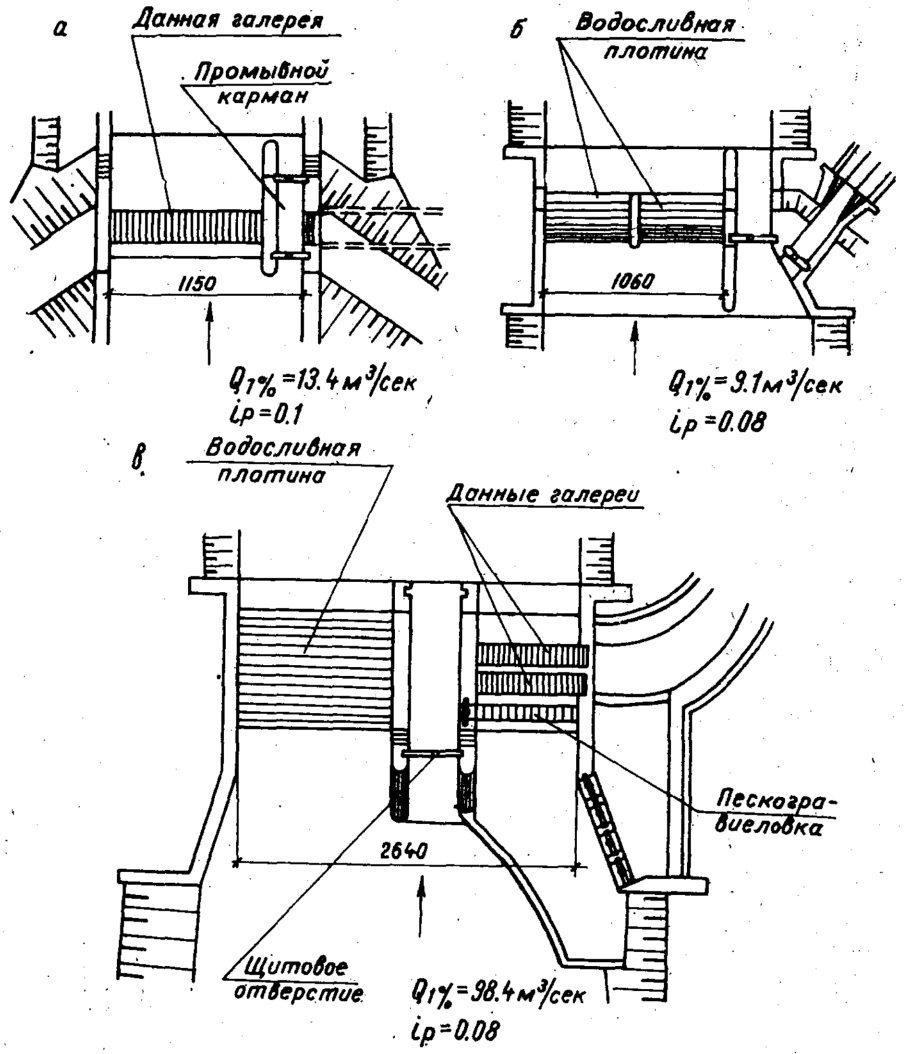


Рис. 2. Горные водозаборные сооружения:
а — на р. Кок-Сай; *б* — на р. Донгуз-Тау; *в* — на р. Талгар (для ГЭС)

Более совершенны боковые послойные водозаборы с наносоперехватывающими галереями, разработанные в ГрузНИИГиМ. Однако использование этой конструкции в Казахстане, в частности на Ассинском водозаборе, при высоком коэффициенте водозабора и тяжелых условиях эксплуатации в зимние периоды, не дало положительных результатов.

Хороший эффект получен при использовании горно-решетчатых водозаборов со щитовыми отверстиями на пониженных отметках. Сооружения эти основаны на идее борьбы с наносами за счет поперечных течений потока, возбуждаемых перераспределением расхода по ширине русла, достигаемого полной или частичной заменой водосливной части плотины щитовыми отверстиями. Для повышения эффективности борьбы с наносами, кроме перераспределения расходов, рекомендуется использовать также послойное деление потока с помощью донного порога и осаждение наносов перед водоприемником в траншейную пескогравиеловку.

На рис. 2 показана схема горно-решетчатого водозабора на р. Талгар. Сооружение было запроектировано в 1958 г., построено в 1960 г. Река Талгар селеносная. Русло ее сложено валуно-галечниковыми отложениями с гравелисто-песчаным заполнителем. Средний многолетний расход донных наносов составляет 6 кг/сек. В состав гидроузла входит плотина, состоящая из решетчатой и водосливной частей и щитового отверстия. В правой береговой стенке устроены окна зимнего питания. Водозаборные галереи рассчитаны на пропуск расхода 8,25 м³/сек и перекрыты решетками с просветами 20 мм. Перед галереями устроена траншейная пескогравиеловка шириной 0,8 м и криволинейный порог высотой 0,9 м.

Аналогичные по конструкции горно-решетчатые водозаборы построены на рр. Мерке и Усек.

Схема горно-решетчатого водозабора в целом удовлетворительно вписывается в условия горных рек, но для водозаборов с малыми величинами забираемого расхода она громоздка. Для этих условий в последнее время предложена схема водозабора с совмещенным водоприемником-пескогравиеловкой (рис. 3).

Водозабор включает донную галерею (*1*) с решеткой (*2*) и пульповодами (*3*), оборудованными плоскими затворами. В галерее расположены водоприемная камера (*5*) с входным отверстием (*6*) и затвором (*7*), сообщающаяся с магистральным каналом (*8*). Под действием вращательного движения потока в пространстве между галереей и цилиндрической водоприемной камерой наносы отбрасываются к пульповодам и отводятся ими в нижний бьеф. Осветленная вода забирается из центральной зоны галереи в водоприемное отверстие и далее отводится в магистральный канал.

Широкое распространение в Казахстане за последние годы получили ферганские водозаборные узлы. Если в период с 1950 по 1960 гг. на предгорных системах было запроектировано только 2 ферганских водозабора, то за последнее десятилетие (1964—1973 гг.) количество их возросло до 11. Большинство из них построено или находится в стадии строительства.

В таблице 2 приведены основные характеристики водозаборных узлов ферганского типа, запроектированных в Казахстане, а на рис. 4 — некоторые их удельные показатели.

Таблица 2

Основные характеристики водозаборных узлов ферганского типа, запроектированных в Казахстане

№ п/п	Наименование реки	Год проектирования	Средний уклон дна реки	Расход реки, м³/сек			Расход водоприемника, м³/сек	W вод. / W вег.	Высота порога щитовой плотины над дном реки, м	Повышение относит. порога щитовой плотины, м		Щитовая плотина		Защита плотины от истирания
				однопроцентный	среднегодовой	средневегетационный				высота порога водопр., м	высота автоматического водослива, м	количество пролетов	ширина пролета, м	
1.	Арысь	1950	0,0019	879			55,8		1,0	0,25	нет	7	8,0	пласто-бетон
2.	Кок-Су	1958	0,0015	520	58,8	91,2	46,5	0,328	0,0	1,5	2,7	2	8,0	гранит
3.	Усек	1964	0,018	339	17,6	28,1	31,7	0,605	2,5	1,2	2,9	2	8,0	чугун
4.	Хоргос	1964	0,0208	306	16,2		2,0		1,0	2,0	2,5	1	8,0	гранит
5.	Иссык	1966	0,035	77,6	4,67	6,71	10,0	0,65		2,0—1,2		2	5,0	чугун
6.	Ак-Су	1967	0,010	162	11,6	18,0	14,1	0,547	1,0	0,5	2,8	2	5,0	чугун
7.	Талас	1968	0,004	239	18,9		5,0		0,6		нет	5	5,0	чугун
8.	Аксай	1970	0,06	61,0			6,6			0,9	2,3	1	5,0	чугун
9.	Каскелен	1970	0,025	54,2	4,12	5,93	10,8	0,515	1,6	1,2	нет	2	3,0	чугун
10.	Чилик	1970	0,011	284	31,8	47,3	37,4	0,494	1,0	2,0—1,0	3,0	2	8,0	чугун
11.	Каратал	1971	0,008	336	24,2	40,2	20,35	0,424	2,0	2,2	3,33	3	5,0	чугун

W вод. — объем воды, забираемой за вегетационный период.
W вег. — объем стока за вегетационный период.

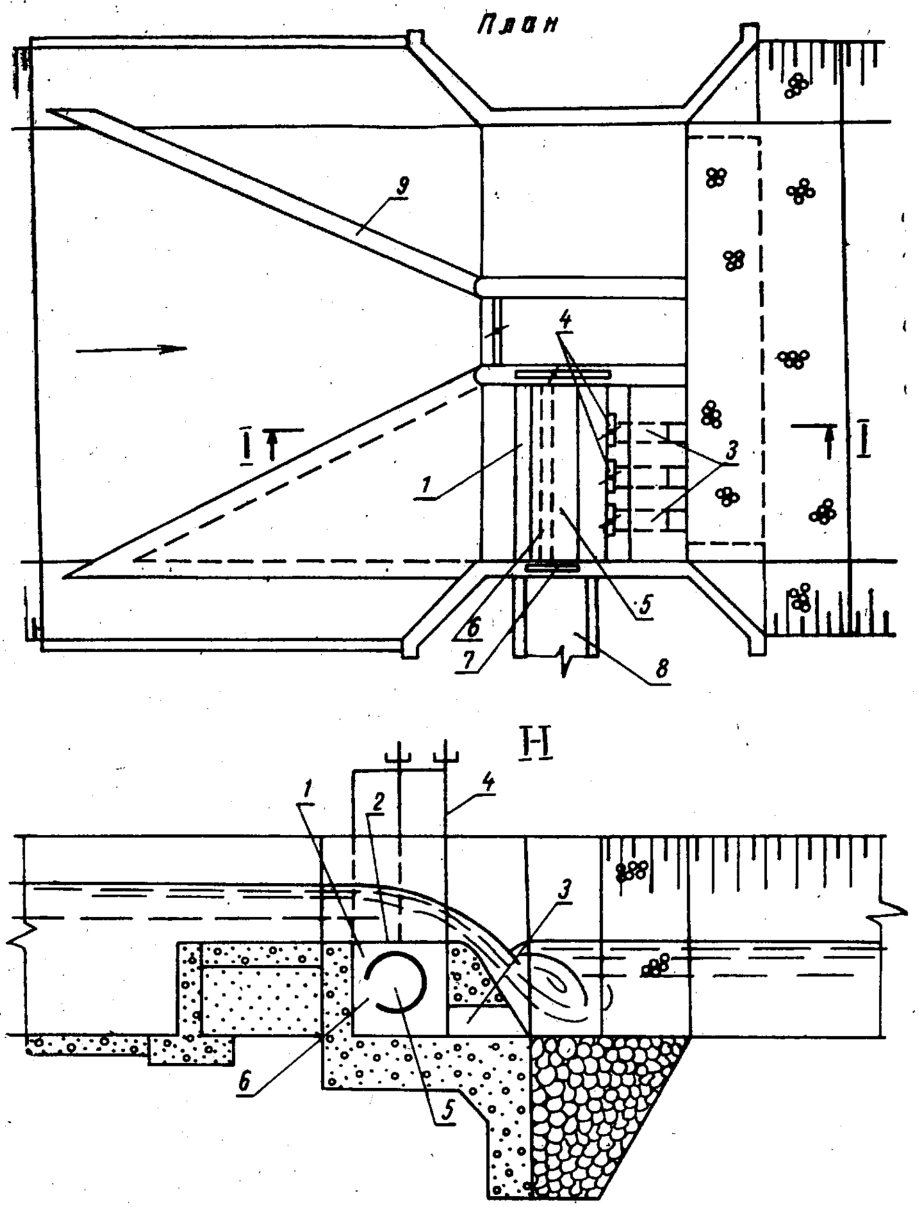


Рис. 3. Водозабор с совмещенным водоприемником — пескогравиеловкой:

1 — донная галерея; *2* — решетка; *3* — пульповоды; *4* — затвор; *5* — водоприемная камера; *6* — водоприемное отверстие; *7* — затвор; *8* — канал; *9* — автоматический водослив

Следует отметить, что водозаборы ферганского типа являются весьма дорогостоящими, причем до 30—50% стоимости узлов приходится на подводящее криволинейное русло (табл. 3).

Данные экспериментальных исследований показывают, что эффективность этого типа сооружений по борьбе с наносами резко падает при коэффициентах водоотбора более 0,5÷0,6. Однако в южных горно-пред-

Таблица 3

Относительная стоимость подводящих русел ферганских водозаборов Казахстана

Реки, на которых расположены водозаборы	Стоимость подводящего русла стоимости узла
Усек	0,279
Каратал	0,274
Чилик	0,346
Ак-Су (верхний)	0,324
Иссык	0,56
Каскелен	0,332

горных районах республики, где большинство рек относительно маловодно, указанные величины коэффициента водозабора наблюдаются большую часть вегетационного периода. Поэтому ферганские водозаборные узлы в настоящее время оборудуются дополнительными наносо-отвлекающими устройствами, позволяющими осуществить послойное деление потока или осаждение наносов перед водоприемником. Широко практикуется использование порогов высотой 1,4—2,2 м над средним дном русла (водозаборы на рр. Кок-Су, Ак-Су, Каратал). Устраиваются также ступенчатые пороги, пониженная ступень которых примыкает к крайнему щитовому пролету плотины у водоприемника (водозаборы на рр. Чилик, Иссык). Средняя высота повышенной ступени над дном русла 2÷3 м, пониженной 1 ÷ 1,2 м. С целью улучшения наносного режима водоприемников устраиваются промывные галереи (водозаборы на рр. Арысь, Усек), пескогравиеловки (водозабор на р. Каскелен), реактивные пороги (водозабор на р. Талас) — и т. п.

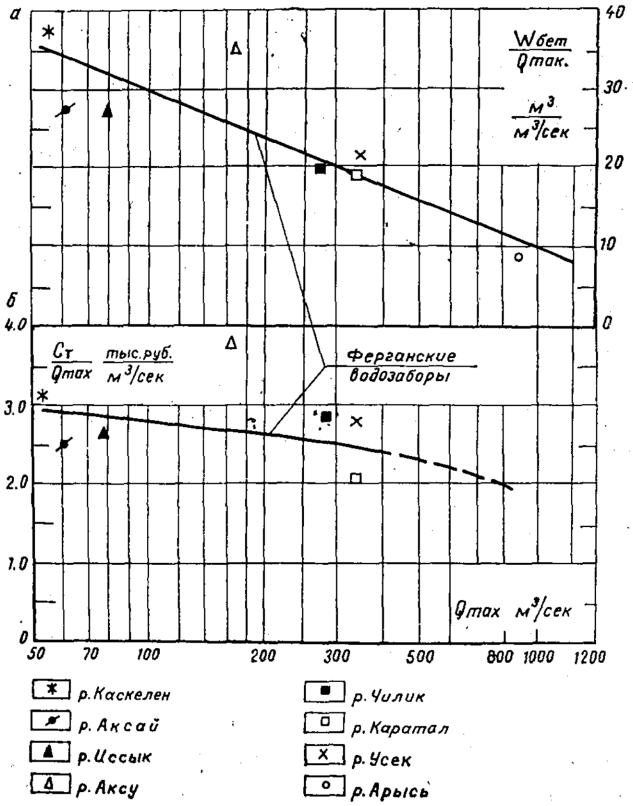


Рис. 4. Удельные показатели ферганских водозаборов

а) Относительный объем бетонных работ;
б) Относительная стоимость строительства

Для предотвращения завала наносами сооружения со стороны нижнего бьефа во всех ферганских схемах порог плотины приподнят над дном реки на 1÷ 2 м. Поверхности сливной части флютбетов и бычков в придонной части защищены от истирания гранитом или чугунной плиткой. Имеется пример использования для этих целей пластобетона (водозабор на р. Арысь). На рис. 5 приведены типичные схемы ферганских водозаборов, используемых в Казахстане.

Водозабор на р. Талас построен в 1967 г. Режим стока реки характеризуется летним

Таблица 4

Фракционный состав отложений наносов

Размер фракции, мм	меньше 0,5	0,5÷1,0	1,0÷2,0	2÷3	больше 3,0
Содержание	47,4	38,5	10,80	2,3	1,0
%	65,2	28,5	5,1	1,0	0,2

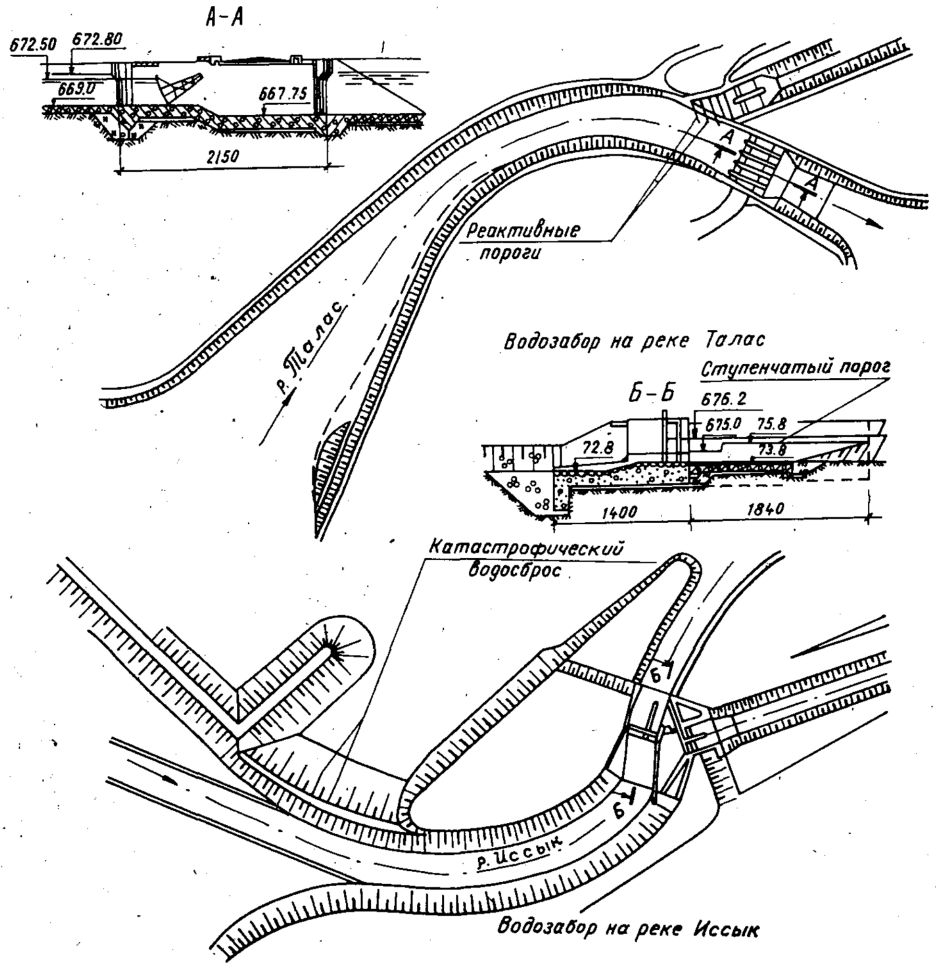


Рис. 5. Схемы ферганских водозаборов

паводком и зимне-весенней меженью. Русло реки сложено галечником с прослойками гравийно-песчаных отложений. Встречаются валуны размером до 50 см. Среднегодовой расход взвешенных наносов за 14-летний период наблюдений колебался от 8,18 до 0,49 кг/сек. Максимальный среднесуточный расход взвешенных наносов составлял 282,4 кг/сек. Влекомые наносы (по данным исследований 1962 г.) составляют 0,4 ÷ 11,3% от взвешенных. Водозаборный узел состоит из криволинейного подводящего русла с радиусом кривизны 200 м, длиной 250 м,

уклоном дна 0,04; щитовой плотины шириной 29,8 м с пятью пролетами, перекрытыми сегментными затворами; регулятора, расположенного на левом вогнутом берегу, рассчитанного на пропуск 50 м³/сек.

Отметка дна нижнего бьефа на 1,25 м ниже гребня порога плотины. Перед регулятором устроена система так называемых реактивных донных порогов конструкции З. И. Рядовой. Натурные исследования показали, что за период эксплуатации гидроузла произошло значительное заиление канала. Объем заиления на длине его порядка 420 м составил около 5500 м³.

Средний фракционный состав донных отложений в канале и в подводящем русле реки характеризуется данными таблицы 4.

Натурные данные, характеризующие поступление донных наносов в регулятор канала в зависимости от водоотбора из реки, приведены в таблице 5.

Таблица 5

Завлечение наносов в канал в зависимости от коэффициента водозабора

№ п/п	Дата замера	Расход воды в реке, м³/сек	Коэффициент водозабора, %	Коэффициент захвата наносов, %
1	1/VIII—72	26	46	70
2	3/VIII	47	25,5	3,4
3	5/VIII	43	28	4,2
4	7/VIII	47	25,5	3,3
5	8/VIII	42	28,5	11
6	9/VIII	48	25	1,8
7	10/VIII	46	26	1,8
8	12/VIII	31	39	20
9	13/VIII	26	46	23

Как видно из таблицы 5, при коэффициенте водоотбора 40÷50% коэффициент захвата наносов составляет 20÷70%. Одновременно происходит интенсивное заиление русла реки перед водоприемником. Замерами установлено, что, несмотря на постоянный сброс воды через плотину, дно реки перед порогом водоприемника за период с 13 июля по 13 августа повысилось на 1÷1,5 м.

Водозабор на р. Иссык введен в эксплуатацию в 1971 г. Река Иссык ледниково-снегового питания, селеносная, в 1963 г. по ней прошел катастрофический селевой паводок, резко изменивший ее гидроморфометрические характеристики. Уклон реки в створе водозабора равен 0,035. Водозаборный узел состоит из подводящего русла, щитовой плотины, катастрофического водосброса. Перед фронтом водоприемника устроен ступенчатый порог. Натурные исследования водозабора в 1973 г. показали, что при коэффициенте водозабора более 50 захват донных наносов достигает 20% и более. По замерам за период с 15 июля по 5 августа 1973 г. в канал поступило 1800 м³ донных наносов, фракционный состав которых характеризуется данными таблицы 6.

Таким образом, несмотря на внедрение прогрессивных схем водозаборов в каналы продолжает поступать значительное количество речных наносов, в том числе и крупных фракций. Это в значительной степени объясняется тем, что при проектировании и строительстве перечисленных водозаборов недостаточно учитывались разнообразие физико-

Таблица 6

Фракционный состав донных наносов

Размер фракций, мм	меньше 2	2—3	3—5	5—7	7—10	10—40	40—60	60—80	80—100	100—150
Содержание, %	2,0	5,30	12,4	8,1	6,0	23,3	10,1	9,2	8,7	15,9

географических условий, а также опыт эксплуатации построенных сооружений. Так, общепринятым является расчет подводящего криволинейного русла на пропуск расхода 3÷10% обеспеченности. Однако в условиях горных рек, среднегодовые расходы которых в 5÷10, а меженные в 10÷15 и более раз меньше расходов указанной выше обеспеченности, русло ферганских водозаборов вследствие значительной ширины практически теряет управление потоком. При прохождении среднегодовых и меженных расходов поток нередко блуждает, разделяется на отдельные рукава и т. д. Интенсивность поперечной циркуляции потока при этом резко снижается и водозабор практически работает как обычный боковой. Введение в состав гидроузла катастрофического водосброса, выполняемого в виде бокового водослива практического профиля, позволяет несколько уменьшить ширину русла. Но в этом случае в паводковый период через водосброс отводятся верхние, осветленные от наносов слои воды, а вся масса наносов направляется через щитовую часть плотины и проходит в непосредственной близости от водоприемника, что является причиной их интенсивного поступления в каналы.

Таким образом, известные схемы водозаборов ферганского типа, обладая рядом весьма существенных преимуществ, имеют и определенные недостатки. Поэтому необходимы их дальнейшие конструктивные улучшения применительно к условиям горных рек.

Интенсивное хозяйственное использование рек требует регулирования жидкой и твердой фаз стока. В естественных условиях река, являясь транспортной артерией жидкого и твердого стока, складировала переносимые ею наносы в пределах конуса выноса. С использованием прилегающих к реке земель зона деятельности реки сводится к ее современному руслу. При использовании стока без его регулирования среднемноголетний коэффициент использования стока за вегетационный период для рек Казахстана лежит в пределах 0,4÷0,5. В маловодные годы он еще выше. В связи с тем, что забор воды из рек осуществляется без наносов, русловой поток перегружается продуктами твердого стока и таким образом нарушается выработанное в течение веков равновесие между транспортирующей способностью речного потока и количеством поступающего в реку твердого материала. Поэтому в зоне водозабора происходят русловые переформирования, связанные с отложениями наносов как в верхнем, так и в нижнем бьефах. Эти переформирования могут вызвать серьезные затруднения при эксплуатации узлов и значительные затраты на дополнительные руслорегулировочные работы.

В целом регулирование твердого стока рек при высоких коэффициентах использования жидкого стока может вестись по следующим направлениям.

1. Разработка водозаборов-наносохранилищ, позволяющих аккумулировать твердый сток в отдельные периоды их работы.

Периодическая очистка таких сооружений возможна применением

средств механизации или путем промывки верхнего и нижнего бьефов в паводки многоводных лет. Наносы верхнего бьефа, особенно перемытые во время промывки, и наносы нижнего бьефа могут использоваться в качестве строительного материала.

2. Изъятие из реки с водою части твердого стока. На водозаборном узле производится удаление только наносов крупных фракций и забор в каналы воды осуществляется вместе с мелкими фракциями донных и взвешенных наносов. В дальнейшем эти наносы удаляются на каналах с помощью отстойников и пескогравиеловок.

Следует отметить, что расчеты водообеспечения в настоящее время проводятся в предположении о равномерности стока воды в течение суток и круглосуточном поливе. Между тем сток горных рек имеет значительную суточную неравномерность с максимумом расхода в вечернее или ночное время. Отношение минимального суточного расхода к максимальному достигает 0,5. Поэтому для повышения степени использования стока горных рек необходимо широкое строительство сооружений для суточного регулирования стока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арыкова А. И., Жулаев Р. Ж. Улучшенный тип водозабора с донной решетчатой галереей. Алма-Ата, 1961.

2. Ушаков А. П., Шолохов В. Н., Якштас И. А. Низконапорные водозаборные узлы ферганского типа. Изд-во АН УзССР, Ташкент, 1962.

3. Лаптурев Н. В. О технико-экономической оценке водозаборных узлов. «Народное хозяйство Киргизии», № 9, ИНТИ, Фрунзе, 1961.

4. Понер П. А., Афанасьев В. А. Расчет захвата наносов многотраншейной пескогравиеловкой. Труды ТИИМСХ, вып. 41, Ташкент, 1973.

5. Соболин Г. В. Защита сооружений на реках и каналах от наносов. Фрунзе, 1968.

6. Сарсембаев С. М. и др. Водное хозяйство Казахстана. «Кайнар», Алма-Ата, 1971.

М. Г. Баженов,

кандидат технических наук

О МЕЛИОРАЦИИ ЗЕМЕЛЬ КАРАТАЛЬСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

УДК 626. 862 : 631. 413.3

Одной из первых рисовых ирригационных систем инженерного типа в нашей стране явилась Каратальская. Ее правобережная часть, где располагаются рисовые поля, включает 13,1 тыс. га орошаемых земель. В настоящее время рис выращивается здесь на 5—5,5 тыс. га, урожай этой культуры колеблется в пределах 25—35 ц/га. За последние годы урожай риса несколько увеличился, но дальнейший рост урожайности сдерживается засолением почвы.

Количество засоленных земель на Каратальской оросительной системе ныне достигает 75% от общего фонда орошаемых земель. При этом сильнозасоленные земли вышли из сельскохозяйственного оборота. Таких земель в 1969 г. было 2,6 тыс. га, в 1970 г.— 2,84 тыс. га. На среднезасоленных и слабозасоленных почвах урожай риса сравнительно низкий, редко превышает 20—30 ц/га.

Поэтому коренное улучшение мелиоративного состояния земель Каратальской оросительной системы представляет собой важную народнохозяйственную задачу. Разработка конкретных приемов улучшения засоленных земель требует научного обоснования.

В настоящее время после проведения многолетних (с 1969 г.) натурных исследований на Каратальской оросительной системе, обобщения материалов исследований других организаций и опыта передовиков производства представляется возможным достаточно полно представить природно-хозяйственные особенности этой системы и на их основе разработать мероприятия по мелиорации земель. Такие мероприятия необходимы для проектирования, строительства и эксплуатации Каратальской ирригационной системы.

Важным элементом водного баланса рассматриваемого массива является водообмен грунтовых вод с напорными, который определяет направление мелиоративного процесса. Без учета этого элемента водный баланс системы и отдельных ее участков не может быть получен с достаточной точностью. Преобладающие элементы водного баланса Каратальской оросительной системы — это оросительные воды, сброс по коллекторам и испарение. Наибольшее количество воды испаряет тростник, который широко распространен на массиве. Сброс воды по коллекторам составляет 47—64% от величины головного водозабора, а суммарное испарение всеми растениями — 52—58%. Величина дренажного стока явно недостаточна для поддержания благоприятного солевого режима почв и грунтовых вод.

Солевой баланс в нынешних условиях Каратальского массива харак-

теризуется ежегодным накоплением солей — от 0,05 до 2,64 т/га. Основными источниками поступления солей служат оросительные воды и напорные восходящие токи грунтовых вод. Расходуются они на вынос со стоком по коллекторам и погружение в нижележащие слои почвогрунтов при возделывании риса.

На среднезасоленных и сильнозасоленных землях основная масса солей в количестве 174,8—242,3 т/га содержится в трехметровом слое почвы. При этом в осенне-зимние и весенние периоды происходит некоторое уменьшение запасов солей (на 9,8—24,4 т/га), вызываемое влагой атмосферных осадков, но в вегетационный период при редких поливах запасы солей в почве вновь увеличиваются на 38—63,7 т/га.

В условиях нормального орошения суходольных культур (5—6 поливов за вегетацию) количество солей не увеличивается, происходит даже некоторое опреснение почвы (1,77 т/га) за счет нисходящих токов оросительной воды.

При возделывании риса интенсивность оттока грунтовой воды за счет растекания и поступления в сбросную сеть достигает максимальных величин.

Таким образом, существующие природно-хозяйственные условия Каратальской оросительной системы не позволяют уменьшить излишние запасы солей в почве. Перераспределение солей по площади массива вызывается размещением рисовых плантаций и носит неустойчивый, сезонный характер. Вместе с тем выявлено, что инфильтрация оросительной воды становится активным регулятором соленакопления в почве. Соблюдение необходимого режима орошения сельскохозяйственных культур позволяет значительно ослабить процесс засоления почвы.

Но для кардинального улучшения земель системы одних эксплуатационных мероприятий недостаточно. Анализ водно-солевого баланса показал, что увеличение дренажного стока — непременное условие коренной мелиорации. Так, например, при модуле дренажного стока 1,2 л/сек с 1 га при промывке солончака за 2 месяца почва полностью опресняется на 1 м по солям хлора, а по плотному остатку — до 0,5—0,6 м. Эти величины вполне достаточны для возделывания риса и последующего развития опреснения вглубь за счет воды в рисовых чеках.

Уменьшение модуля дренажного стока до 0,28 л/сек приводит к замедлению процесса, но все же уменьшение запасов солей в почве весьма заметное. Поэтому при производственных промывках солончаков нужно стремиться к обеспечению более высоких скоростей фильтрации. Это может быть достигнуто с помощью временного дренажа соответствующих размеров.

Учитывая эти моменты, при составлении технического проекта реконструкции коллекторно-сбросной сети Каратальской оросительной системы в качестве основных мелиоративных мероприятий были назначены дренаж и промывки. Размеры дренажа и величины промывных норм дифференцированы для разных почвенно-гидрогеологических районов. Эффективность этих приемов может быть оценена прогнозным водно-солевым балансом массива орошения.

Исследования и расчеты показали, что в проектных условиях главными приходными элементами по-прежнему остаются оросительные воды и атмосферные осадки, а расходными — испарение растениями и сток по коллекторам. Преимущественная роль в испарении здесь уже будет принадлежать культурным растениям (рис, люцерна). Забор воды в систему и отвод ее по коллекторам будет почти вдвое меньше существующего.

Уровень грунтовых вод в проектных условиях установится на глубине 1,75 м (в вегетационный период).

Расчеты и анализ солевого баланса системы позволяют констатировать, что в результате осуществления мелиоративных мероприятий в соответствии с проектом расход солей будет превышать их поступление, т. е. будет происходить рассоление почв и грунтовых вод. Этот процесс будет продолжаться до появления равновесия между поступлением и расходом солей. Соли в это время будут вноситься с оросительной водой в количестве 4,29 т/га в год и удаляться из почвы с дренажным стоком (4,24 т/га). Равновесие наступает при минерализации грунтовых вод 1,14 г/л. Снижение концентрации грунтовых вод ниже указанной величины возможно лишь в случае увеличения протяженности дренажа (или увеличения глубины дрен), т. е. путем повышения дренированности территории.

Освоение для сельскохозяйственного использования солончаков и поддержание земель в удовлетворительном мелиоративном состоянии потребует, кроме строительства дренажа, еще и определенных агромелиоративных мероприятий. Например, в целях поддержания концентрации солей в почве в допустимых пределах оросительную норму люцерны, основной сопутствующей культуры риса, необходимо увеличить на 2100 м³/га, для создания нисходящего движения влаги.

Сильнозасоленные почвы следует промывать нормой до 38 680 м³/га, с обязательным применением временного дренажа (расстояние между временными дренами — 30 м) в течение одного сезона. После этого можно сеять рис, слой воды в чеках которого приведет к дальнейшему опреснению почвы. Возделывание риса возможно без применения временного дренажа.

Промывки земель со средней степенью засоления целесообразно осуществлять без временного дренажа. Функции промывной воды здесь может выполнить оросительная вода, подаваемая на рисовые чеки. Это позволит окупить затраты по освоению среднезасоленных земель.

Слабозасоленные почвы на фоне реконструированной дренажной сети могут быть использованы для возделывания любых культур. При возделывании суходольных растений применение промывного режима орошения представляется обязательным мелиоративным мероприятием по поддержанию концентрации солей в допустимых пределах.

Таким образом, реконструкция коллекторно-сбросной сети Каратальской оросительной системы, выражающаяся в углублении сбросов до 1,5—2,5 м, позволит коренным образом изменить водно-солевой баланс, в результате вместо ежегодного накопления солей в почве будет происходить рассоление земель. Возникнут условия для успешного освоения не только слабозасоленных и среднезасоленных земель, но и солончаков, ранее не используемых для возделывания сельскохозяйственных культур. Было бы, однако, ошибочным считать, что одна реконструкция коллекторно-сбросной сети Каратальской оросительной системы создаст мелиоративное благополучие на орошаемом массиве. В дополнение к ней необходимо соблюдение и других приемов, предусмотренных в проекте (водозабор, режим орошения и т. д.).

Прежде всего необходимо сократить водозабор в голове системы. По данным Каратальского УОС, за период с 1961 по 1971 гг. водозабор в пересчете на 1 га посевов риса изменился в пределах 54—115 тыс. м³ (в среднем 68,1 тыс. м³/га), из них от 47 до 64% сбрасывалось в коллекторы, вызывая их переполнение. Все это в конечном счете приводило к

уменьшению дренирующей способности коллекторов. Если не ликвидировать этот недостаток, то и в будущем мелиоративное действие дренажа будет сильно ослаблено, солевой режим в почве и грунтовой воде ухудшится.

В связи с изложенным, считаем более целесообразным осуществление второго варианта реконструкции магистрального коллектора — частичное углубление его русла и устройства механической перекачки воды. Хотя осуществление такой реконструкции потребует сравнительно больших затрат, она гарантирует использование откачиваемой воды для орошения, обеспечивает бесподпорный режим работы дрен, освобождает оросительные каналы от форсированного режима работы, повышает водообеспеченность орошаемых земель.

Специальные полевые опыты по изучению возможности орошения риса минерализованной водой на Каратальской оросительной системе (выполнены в 1973 г. под руководством кандидата сельскохозяйственных наук Н. П. Токаревой) показали, что при поливах риса водой из коллектора № 1 можно получить урожай до 47,4 ц/га, т. е. почти столько же, сколько на контроле (полив оросительной водой). Если учесть и то, что минерализация воды в коллекторе в вегетационный период не превышает 2 г/л, а расход ее достигает 18 м³/с, то становится очевидным преимущество использования воды коллектора для орошения риса.

После реконструкции коллекторно-сбросной сети появится возможность применять промывной режим орошения суходольных культур, необходимый для поддержания благоприятного солевого режима почвы. Без применения его, несмотря на наличие дренажа, земли Каратальского массива орошения будут засоляться. Поэтому до какой бы степени не были опреснены почвы после промывок, они потребуют не только обычного режима орошения, но и промывного. Если оставить эти земли без использования (без поливов), то реставрация засоления может произойти за 1—2 года. В связи с этим соблюдение агромелиоративных мероприятий представляется совершенно необходимым элементом обеспечения высокого плодородия почвы.

Очень большое значение для соблюдения проектного водно-солевого режима земель Каратальской оросительной системы имеет придание устойчивости руслам реконструированных каналов. Плывунный характер грунтов и неудовлетворительное водопользование могут привести к разрушению откосов дрен и заилению их русел, что снизит их дренирующую способность. Поэтому сельскохозяйственные и водохозяйственные организации должны проводить мероприятия по поддержанию дрен в работоспособном состоянии.

Учитывая неустойчивость открытых дрен в плывунных грунтах, необходимо применять и закрытые дрены. Их целесообразно строить там, где есть подходящие условия (водопроводимость пласта, уклон местности и т. д.). Закрытые дрены имеют высокую дренирующую способность из-за непоступления в них поверхностных (сбросных) вод, отличаются простотой в эксплуатации. Поэтому широкое их внедрение на Каратальском массиве, несмотря на имеющиеся трудности строительства в плывунных грунтах, обеспечит удовлетворительное мелиоративное состояние орошаемых земель.

Успех промывок засоленных земель всецело зависит от соблюдения их технологии. Прогнозными расчетами установлено, что наименьший срок промывок и минимальная промывная норма будут иметь место при

максимальной скорости фильтрации. В связи с этим необходимо всемерно улучшать фильтрационные свойства промываемых почв с помощью глубокого рыхления и гипсования. Увеличение скорости фильтрации только за счет временного дренажа неэффективно, так как промывная вода поступает в дрены концентрированными токами (струями) с прибрежной узкой полосы. В результате промывная норма увеличивается без соответствующего эффекта рассоления.

Соблюдение перечисленных положений позволит коренным образом улучшить мелиоративное состояние земель Каратальской оросительной системы, создать условия для получения высоких и устойчивых урожаев риса и других сельскохозяйственных культур.

М. Г. Баженов,

зав. отделом Казахского научно-исследовательского института водного хозяйства, кандидат технических наук

ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ ПОКРОВНЫХ СУГЛИНКОВ

УДК 631.6 : 626.84

Необходимость изучения водопроводящих свойств покровных отложений возникает при гидрогеологических изысканиях и исследованиях для мелиоративного строительства.

В связи с развернувшейся в нашей стране широкой мелиорации земель объемы специализированных гидрогеологических работ резко возросли. Но если методы и техника определения фильтрационных характеристик водоносных пластов достаточно полно разработаны и освещены в литературе, то вопросы измерения и расчета водопроницаемости покровных суглинков требуют дополнительного обоснования. Между тем при проектировании реконструкции оросительных систем, обосновании дренажа и промывок засоленных земель и в других подобных случаях возникает настоятельная необходимость точно определить водопроводящие свойства слабопроницаемых отложений. В этих целях обычно производят наливы в шурфы и затем определяют водопроницаемость по методам Нестерова, Болдырева, Гиринского и Биндемана. Каждый из этих методов требует соблюдения определенных условий при производстве опытов. Часто по тем или иным причинам не удается выдержать необходимые условия, а это приводит к ошибкам в установлении величины коэффициента фильтрации.

Наиболее неблагоприятными сочетаниями природно-хозяйственных условий отличаются оросительные системы с высоким уровнем грунтовых вод, небольшой мощностью покровных отложений, комплексным засолением почв и пестротой механического состава грунтов. Такие условия не позволяют выбрать какой-либо один метод определения фильтрационных характеристик.

Каратальская оросительная система, на которой неоднократно производились различными организациями опытно-фильтрационные работы, характеризуется специфическим режимом грунтовых вод. Весной, с началом таяния снега грунтовые воды, вследствие обильного инфильтрационного питания их атмосферными осадками приближаются почти к самой поверхности земли. К концу апреля они опускаются до 1,5—2,0 м за счет возрастающего испарения с поверхности почвы. После затопления рисовых чеков грунтовые воды смыкаются с поверхностными и находятся в таком положении до конца августа, т. е. до осушения чеков. Неорошаемые поля Каратальского массива имеют грунтовые воды с режимом, во многом аналогичным вышеописанному. Однако здесь мощность зоны аэрации летом составляет 1—2 м.

Опытно-фильтрационные работы нами осуществлялись на неоро-

шаемых землях в разных частях оросительной системы. Всего было произведено 68 опытных наливов с целью определения изменчивости коэффициента фильтрации покровных отложений как по площади массива, так и по глубине разреза. Особой задачей ставилась разработка методики производства опытов, учитывающей характерные особенности объекта.

Прежде всего необходимо было установить количество повторности при определении водопроницаемости почвы, т. е. количество наливов, осуществляемых на одной почвенной разности, практически в одной точке. Специальные опыты показали, что в поверхностных горизонтах почвы интенсивность впитывания воды резко различается по величине, а в более глубоких горизонтах (0,5 м и глубже) скорости впитывания отличаются незначительно. Это дает основание считать, что для пахотного горизонта определение водопроницаемости следует производить не менее чем в трехкратной повторности, а в нижележащих можно ограничиться однократным определением скорости впитывания. Увеличение количества повторностей в поверхностных горизонтах вызвано неоднородностью почвы в ее верхних горизонтах в отношении водопроницаемости, вызванной хозяйственной деятельностью человека.

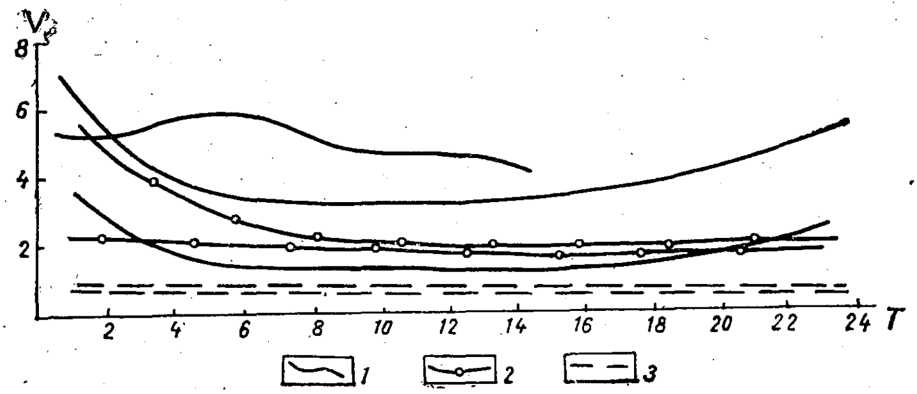


Рис. 1. Зависимость скорости впитывания воды V (л/час) от времени T (час).

1 — налив с поверхности почвы (3 повторности); *2* — налив на глубине 0,5 м (2 повторности); *3* — налив на глубине 1 м (2 повторности)

Большой интерес вызывает вопрос о продолжительности наливов тем более, что в литературе на этот счет нет единого мнения: в одних источниках рекомендуется производить опыт в течение 1—2 часов для легких почв и 2—3 часов — для тяжелых; в других источниках признается целесообразным осуществлять налив в течение 1—2 суток; в третьих — 5—10 часов.

В условиях Каратальской оросительной системы, как это следует из натурных наблюдений, стабильный характер впитывания воды наступает через 8—10 часов. Как известно, основным критерием времени окончания опыта может служить лишь постоянная скорость впитывания воды в почву. Поэтому можно считать, что продолжительность налива для всех глубин должна составлять не менее 8—10 часов.

Расчет величины коэффициента фильтрации по методу Н. С. Нестерова часто производят без учета глубины промачивания грунта. В целях определения погрешности расчета, вытекающей из этого обстоятельства,

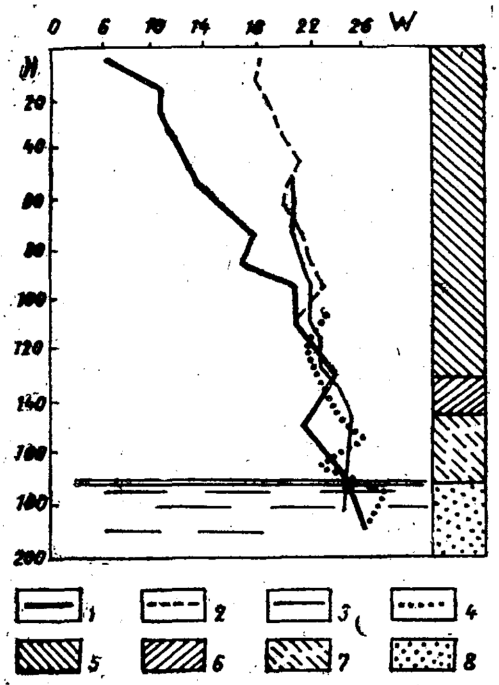


Рис. 2. Изменение влажности почвы W (% от веса) по глубине H (см) при наливах:

1 — линия влажности почвы до налива; *2* — линия влажности почвы при наливе с ее поверхности; *3* — линия влажности почвы при наливе на глубине 0,5 м, *4* — линия влажности почвы при наливе на глубине 1 м; *5* — легкий суглинок; *6* — средний суглинок; *7* — супесь; *8* — песок

нами устанавливалась величина промачивания грунта, а вычисление водопроницаемости осуществлялось по формуле Цункера. При этом в случае налива с поверхности почвы (по данным апробирования на влажность почвы) глубина промачивания обрисовывается четко (см. рис. 2). По шурфам с глубиной 0,5 м и 1 м величина промачивания была незначительной или ее вовсе не наблюдалось, что объясняется высоким уровнем грунтовых вод, капиллярная кайма которых в данном случае находилась на глубине 1 м от поверхности земли.

Поэтому расчет коэффициента фильтрации в случае налива с поверхности почвы производится по формуле:

$$K = \frac{Q \cdot Z}{\omega (H_к + Z + H)},$$

где Q — установившийся расход на инфильтрацию;

ω — площадь сечения внутреннего кольца;

H — высота слоя воды над поверхностью грунта;

Z — глубина просачивания воды;

$h_к$ — капиллярное давление.

Многочисленные опыты показали, что величина водопроницаемости грунтов, вычисленная обычным способом (без учета промачивания), должна быть умножена на коэффициент C=0,51—0,78, представляющий собой отношение глубины промачивания к сумме величин капиллярного давления, глубины промачивания и высоты слоя воды на почве.

Более глубокие горизонты почвы вследствие неопределенности величины просачивания воды вынуждают применить другие способы измерения и расчетов.

На основании результатов налива по Н. С. Нестерову вычисление коэффициента фильтрации в зоне капиллярного насыщения производилось по методу Н. Н. Биндемана, позволяющему учесть влияние капиллярных сил:

$$K = \frac{\beta \cdot V}{F \cdot t}; \qquad (2)$$

где:

$$\beta = 1 - \frac{H}{Z} \ln\left(1 + \frac{z}{H}\right),$$

V — объем воды, поступающий в грунт из учетного кольца;

H — напор, равный сумме глубины воды в шурфе и капиллярного давления.

Водопроницаемость грунтов в зоне грунтовых вод при наполненных водой чеках и смыкании грунтовых и поверхностных вод определялось способом налива в пьезометры.

Наливы производились в течение 1—2 суток (до установления стабильного уровня воды в скважине при постоянном расходе воды) по формуле В. Д. Бабушкина:

$$Q = \frac{2\pi KLS_0}{\ln \frac{0{,}66l}{r_0} + \frac{1}{2} \ln \frac{2C_d + 0{,}88l}{2C_d + 1{,}88l}}, \qquad (3)$$

где Q — установившийся расход налива;
K — коэффициент фильтрации;
l — длина фильтра скважины;
S_0 — повышение уровня воды в скважине от налива;
r_0 — радиус скважины;
Cd — расстояние от поверхности чека до верха фильтра скважины.

При подстановке в указанную формулу фактических параметров (например, $r_0 = 0{,}03$ м, $l = 0{,}25$ м и $Cd = 1{,}55$ м) второе слагаемое в знаменателе оказывается настолько малым, что коэффициент фильтрации представляется возможным вычислять по формуле:

$$K = 2{,}56 \frac{Q}{S_0}; \qquad (4)$$

Таким образом, для определения фильтрационных свойств покровных суглинистых отложений были использованы фактически три метода опытно-фильтрационных работ: Нестерова, Биндемана и Бабушкина. Дифференцированное их применение позволило учесть глубину промачивания грунтов, капиллярные силы и действие грунтовых вод. При этом указанные методы использовались для характеристики изменения фильтрационных свойств почво-грунтов по профилю.

В результате установлено, что коэффициент фильтрации с поверхности почвы по данным 18 наливов составляет 0,22 м/сут., на глубине 0,5 м увеличивается до 0,36 м/сут (26 наливов), на глубине шурфа 1,5 м водопроницаемость грунтов возрастает еще больше — 1,03 м/сут (4 налива). Почвенный профиль во всех случаях был сравнительно однородным и определенной зависимости ее механического состава и водопроницаемости не установлено. Итоги опытно-фильтрационных работ позволили подтвердить характерное для рисовых оросительных систем явление уплотнения верхних слоев почвы (до глубины 0,5—1 м) от действия непрерывного в течение вегетации затопления поверхности чеков оросительной водой.

Полученные уточненные данные о величине водопроницаемости почвогрунтов могут служить основой для проектирования соответствующих мелиоративных мероприятий: размеров дренажа, сроков промывок, глубины рыхления почв и др.

Опыт выполненных исследований свидетельствует о необходимости четкого регламентирования применения того или иного способа определения водопроницаемости почво-грунтов: метод Н. С. Нестерова — для поверхностных слоев почвы, метод Н. Н. Биндемана — для зоны капиллярного насыщения и метод В. Д. Бабушкина — в зоне грунтовых вод. Это позволит обоснованно изучить зону аэрации и верхние слои грунто-

вых вод в отношении их водопроницаемости. При этом с целью повышения точности и достоверности результатов наливы следует производить в 2—3-кратной повторности, особенно в поверхностных горизонтах почвы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочное руководство гидрогеолога.
2. Агрофизические методы исследования почв. «Наука», М., 1966.
3. Бочевер Ф. М., Гармонов И. В., Лебедев А. В., Шестаков В. М. Основы гидрогеологических расчетов. «Недра», 1969.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Том I *1975 г.*

А. М. Жиляев,

главный специалист отдела перспективного проектирования института «Казгипроводхоз»

Г. А. Хворов,

главный гидрогеолог отдела инженерной геологии и гидрогеологии института «Казгипроводхоз»

О. П. Танин,

руководитель группы отдела инженерной геологии и гидрогеологии института «Казгипроводхоз»

КАРТА ЕСТЕСТВЕННОЙ ДРЕНИРОВАННОСТИ КАЗАХСКОЙ ССР

УДК 631.62 : 55(574)

Как известно, гидрогеологические, геологические и геоморфологические карты прямо не показывают степень дренированности территории, хотя косвенная информация о дренированности в них имеется. Это, конечно, создает определенные трудности при составлении карт гидрогеолого-мелиоративного районирования.

В 1973 году отделом переброски стока сибирских рек института «Казгипроводхоз» была составлена карта естественной дренированности территории Казахстана в масштабе 1 : 1 000 000. Она представляет собой схему оценки природных ландшафтов с точки зрения условий их естественной дренированности. В дальнейшем такая оценка легла в основу составления карты гидрогеолого-мелиоративного районирования территории Казахстана того же масштаба.

По Д. М. Кацу, в зависимости от степени естественной дренированности земель выделяется пять зон, характеризующихся присущими только им геоморфологическими условиями, литологическим составом отложений, а также рядом численных параметров: глубиной залегания грунтовых вод, уклоном зеркала подземных вод, скоростью фильтрации, величиной подземного оттока.

В настоящее время мы не располагаем на всю территорию Казахстана конкретными значениями всех численных параметров, предусмотренных классификационной таблицей оценки естественной дренированности земель. Поэтому при составлении карты условий естественной дренированности Казахстана в качестве основного критерия при делении территории на зоны дренированности принято геоморфолого-литологическое строение. Уточнение границ и характеристик степени естественной дренированности отдельных районов территории произведено по гипсометрическим признакам (в первую очередь по глубинам вреза и степени расчленения поверхности) и по гидрогеологическим условиям.

В основу карты условий естественной дренированности Казахстана положены литолого-геоморфологическая и геоморфологическая карты Казахстана масштаба 1 : 1 000 000, составленные в 1973 г. институтом «Казгипроводхоз», и карта глубин расчленения рельефа Казахстана, составленная отделом перспективного проектирования института «Союзводпроект». Содержащиеся в этих картах данные позволили с достаточ-

ной точностью и достоверностью (для масштаба 1 : 1 000 000) произвести предварительное выделение естественных ландшафтов и отнести их к той или иной зоне дренированности, выделить три типа гидрогеологических разрезов.

Первый тип гидрогеологического разреза характеризуется наличием одного слоя пород, который является или может являться коллектором грунтовых вод.

Второй тип гидрогеологического разреза характеризуется двуслойным строением. Предполагается наличие двух обводненных горизонтов с различными гидродинамическими характеристиками, но взаимосвязанных гидравлически.

Третий тип гидрогеологического разреза характеризуется многослойным строением, причем нижележащие водоносные слои могут оказывать существенное влияние на формирование режима первого от поверхности водоносного горизонта.

Глубоко залегающие водоносные горизонты, гидравлически не связанные с верхним водоносным горизонтом, при составлении карты во внимание не принимались.

Зато большое внимание уделялось гидрохимии водоносных горизонтов.

Принятый метод учета водопроницаемости пород по их литологическому составу с учетом возможности оттока по величине естественной расчлененности рельефа позволяет с достаточной надежностью уточнить степень дренированности той или иной территории.

Карту условий естественной дренированности Казахстана следует рассматривать как первый опыт создания подобной карты, не лишенный, разумеется, некоторых недостатков.

В соответствии с принятой классификацией в пределах Казахстана выделяются все пять зон: I — интенсивно дренированная, II — дренированная, III — слабо дренированная, IV — весьма слабо дренированная, V — бессточная. Отнесение тех или иных районов к одной из перечисленных зон не сопровождается конкретными количественными значениями отдельных классификационных параметров. Предельные значения этих параметров, характерных для каждой зоны, приведены в общеизвестной классификационной таблице оценки естественной дренированности земель.

Зона интенсивно дренированных территорий. Сюда отнесены южные и юго-восточные районы Джунгаро-Тянь-Шаньской горно-складчатой области, северного Тянь-Шаня и Мангышлакской возвышенности, а также Центрально-Казахстанская и Урало-Мугоджарская горно-складчатые области. В этих районах различаются такие геоморфологические области: высокогорные; среднегорные; низкогорные в пределах горных систем; области и районы островного низкогорья и мелкосопочника; горные склоны, сложенные трещиноватыми дочетвертичными породами; глубоко расчлененные предгорные равнины; верхние (древние) глубоко расчлененные аллювиальные террасы; верхние привершинные части конусов выноса; предгорные шлейфы.

Характерный признак зоны интенсивной дренированности горных районов — значительные уклоны подземных потоков, превышающие 0,005. Как правило, водовмещающими породами первого от поверхности земли водоносного горизонта являются трещиноватые, хорошо водопроницаемые скальные породы, что в сочетании со значительными уклонами потока грунтовых вод создает благоприятные условия их оттока. Значи-

тельные уклоны поверхности определяют и значительный поверхностный сток, что мешает фильтрации атмосферных осадков в грунтовые водоносные горизонты.

Для глубоко расчлененных предгорных равнин и верхних глубоко расчлененных аллювиальных террас характерны значительные уклоны подземных потоков, значительные уклоны поверхности, сравнительно мощные слабоводопроницаемые лёссовидные суглинки и супеси с мощной зоной аэрации.

Верхние привершинные части конусов выноса и предгорные шлейфы, представляющие собой мощные накопления гравийно-галечных пород, обладающих высокой водопроницаемостью и прикрытые с поверхности маломощным чехлом слабоводопроницаемых пород, являются зонами высокой степени дренированности. Грунтовые потоки на территории распространения названных геоморфологических комплексов имеют свободную поверхность, находящуюся на значительной глубине от поверхности земли. Они движутся в направлении от гор в хорошо водопроницаемых гравийно-галечных породах.

Весь приток в грунтовые водоносные горизонты интенсивно дренированных территорий полностью балансируется оттоком.

Зона дренированных территорий. Эти территории в географическом отношении сопутствуют районам интенсивно дренированной зоны.

В геоморфологическом отношении такие области, как низкогорная и мелкосопочник, нижние и средние террасы в межгорных впадинах, несовершенные (подрезанные конусы выноса, первые низкие сильно расчлененные предгорные ступени — нижние прилавки), соответствуют геоморфологическим областям зоны интенсивной дренированности, но отличаются от последней заметно меньшими уклонами грунтовых потоков и уклонами поверхности. В естественных условиях баланс притока и оттока грунтовых вод обеспечен. При орошении он может быть нарушен, что может привести к подтоплению отдельных участков поверхности.

Из геоморфологических областей в состав дренированной зоны включены: деллювиально-пролювиальные аккумулятивные равнины, межгорные впадины, грядовые и грядово-бугристые песчаные массивы, распространенные на территориях Алакульской межгорной, Сырдарьинской предгорной впадин, и в Южно-Балхашской горно-складчатой области.

Деллювиально-пролювиальные аккумулятивные равнины сложены обычно слабоводопроницаемыми дресвяно-щебнистыми суглинками, супесями и реже глинами, залегающими на хорошо водопроницаемых трещиноватых дочетвертичных породах.

Уклоны подземных потоков, равные 0,003—0,005, обеспечивают отток фильтрующихся в естественных условиях атмосферных осадков. При орошении не исключен подъем уровня грунтовых вод.

Грунтовые воды обычно пресные, реже — слабоминерализованные.

Межгорные впадины выполнены хорошо водопроницаемыми гравийно-галечными породами с маломощным покровом суглинков и супесей. Значительные уклоны подземных потоков при хорошей водопроницаемости подстилающего субстрата обеспечивают отток, полностью балансирующий естественный приток фильтрационных вод.

Грядовые и грядово-бугристые песчаные массивы с мощной зоной аэрации, достигающей 50—100 м, даже при естественных уклонах потоков, не превышающих 0,003, при сравнительно хорошей водопроницаемости золовых песков, имеют значительный запас мощности зоны аэра-

ции, позволяющий при орошении образование уклонов подземных потоков, превышающих 0,003.

Таким образом, даже при значительном повышении уровня грунтовых вод приток фильтрующихся вод будет балансироваться оттоком.

Зона слабодренированных территорий. Эти территории находятся: в районе Урало-Мугоджарской горно-складчатой области и на северо-востоке Прикаспийской впадины; на плато Устюрт и примыкающих к нему восточных отрогах Мангышлакской возвышенности; на востоке Сырдарьинской предгорной впадины; на отдельных участках мелкосопочной равнины и мелкосопочных возвышенностях Центрального Казахстана; на предгорных и межгорных впадинах, тяготеющих к Джунгаро-Тянь-Шаньской горно-складчатой области; на территориях мелкосопочной Предалтайской равнины и Зайсанской горной впадины.

Слабодренированные территории занимают такие геоморфологические области: верхние части субэральных дельт; межадырные впадины (отличаются от межгорных более мощной толщей суглинков и наличием грунтовых вод в них, находящихся в условиях постоянного подпитывания артезианскими водами); периферийные участки конусов выноса; средние и верхние аллювиальные террасы на платформенных равнинах; грядово-бугристые и бугристо-ячеистые песчаные массивы с зоной аэрации мощностью 25—50 м; денудационные равнины, сложенные средневодопроницаемыми породами; мелкосопочники.

Верхние части субэральных дельт сложены хорошоводопроницаемыми гравийно-галечниками под маломощным чехлом суглинков. Подземные потоки имеют уклоны в пределах 0,03—0,008, благодаря чему нижние горизонты покровных суглинков оказываются водонасыщенными. Малые уклоны грунтовых потоков приводят к замедленному оттоку грунтовых вод.

Межгорные впадины и периферические участки конусов выноса сложены водопроницаемыми породами под маломощным чехлом слабоводопроницаемых суглинков. Грунтовые потоки названных геоморфологических комплексов находятся в условиях постоянного подпитывания как за счет инфильтрации поверхностных вод и фильтрации из смежных областей, так и за счет фильтрации из глубоко залегающих артезианских водоносных горизонтов.

Аллювиальные террасы на платформенных равнинах сложены средневодопроницаемыми и слабоводопроницаемыми суглинисто-супесчаными и песчаными породами. Грунтовые потоки имеют слабые уклоны в сторону русел дренирующих рек (0,003—0,0008). Отток грунтовых вод замедлен.

Грядово-бугристые и бугристо-ячеистые песчаные массивы с зоной аэрации 25—50 м отнесены к слабодренированным территориям. Здесь естественный приток фильтрующих атмосферных осадков из смежных гидрогеологических областей балансируется оттоком. При увеличении приходной части баланса (при орошении) уклоны подземных потоков и фильтрационные свойства песков не обеспечат полный отток, что неизбежно приведет к заболачиванию и засолению.

Денудационные равнины, сложенные средневодопроницаемыми суглинистыми и суглинисто-супесчаными породами, развитыми на водоупорных породах с мощной зоной аэрации, при достаточно значительных уклонах потоков подземных вод (0,003—0,0008), могут быть отнесены к слабодренированным территориям.

Мелкосопочники при наличии трещиноватых дочетвертичных пород,

обладающих хорошей водопроницаемостью и прикрытых в межсопочных понижениях маломощными дресвяно-пролювиальными отложениями при глубине вреза естественных дрен (логов) 25—50 м и уклонах подземных потоков 0,003—0,0008, отнесены к слабодренированным территориям.

Зона весьма слабодренированных территорий. Сюда частично относятся Мангышлакская возвышенность и плато Устюрт; Урало-Мугоджарская горно-складчатая область на северной и восточной окраинах Прикаспийской впадины; Арало-Тургайская равнина и Центрально-Казахстанская горно-складчатая область; Прииртышская равнина и Южно-Балхашская горно-складчатая область, Чу-Таласская межгорная впадина и Сыр-Дарьинская межгорная впадина.

В состав зоны входят геоморфологические комплексы: средние, верхние и пойменные аллювиальные террасы на платформенных равнинах и в межгорных впадинах; субаэральные дельты на платформенных равнинах; водораздельные равнины платформ; слившиеся периферические части конусов выноса, озерные террасы озерно-аллювиальных равнин; бугристо-ячеистые песчаные массивы с зоной аэрации мощностью 5—25 м.

Средние и верхние аллювиальные и пойменные террасы и субаэральные дельты на платформенных равнинах сложены суглинистыми отложениями, подстилаемыми мелкими песками или песчано-глинистыми отложениями. Грунтовые воды содержатся в суглинках на небольших глубинах. Уклоны подземных потоков невелики — в пределах 0,0002—0,0008, подземный отток не обеспечен, что и определяет весьма слабую дренированность названных территорий.

Водораздельные равнины платформ, сложенные водопроницаемыми породами под слоем слабоводопроницаемых суглинистых пород, тоже отнесены к весьма слабодренированным территориям.

Слившиеся периферические части конусов, образующие слабоволнистую равнину со скрытой и растянутой зоной выклинивания, сложены мощными суглинками, залегающими на суглинисто-супесчаных породах с прослоями и линзами песков, содержащих напорные воды. Грунтовые воды залегают на небольшой глубине и находятся в условиях постоянного подпитывания артезианскими водами, что и определяет весьма слабую дренированность названной территории.

Для озерных террас озерно-аллювиальных равнин характерный гидрогеологический разрез представлен слабоводопроницаемыми породами, развитыми на водоупорном субстрате. Озерные чаши обычно находятся в водоупорных породах, поэтому они являются дренами для окружающей территории. Уклоны подземных потоков не превышают 0,0002—0,0008.

Зоны бессточных территорий. Наибольшее распространение бессточные территории получили в северной и северозападной частях Казахстана, в Прикаспийской впадине, на низменных равнинах бассейнов рек Тобола — Убагана, Убагана — Иртыша, на Прииртышской и Арало-Тургайской равнине, в Сырдарьинской предгорной впадине, в Алакульской межгорной впадине.

К бессточным территориям отнесены шесть геоморфологических комплексов: 1. Дельты рек, древние и приморские; 2. Приморские низменности; 3. Широкие аллювиальные террасы на платформах; 4. Субаэральные дельты на платформенных равнинах; 5. Ячеистые и бугристо-ячеистые песчаные массивы с маломощной (до 5 м) зоной аэрации; 6. Озерные террасы денудационных равнин с глинистым субстратом.

Для всех перечисленных выше областей характерно развитие в лито-

логическом разрезе слабоводопроницаемых пород: суглинков и глин, иногда подстилаемых песчано-глинистыми отложениями и скальными породами. Исключением являются области развития песчаных массивов и приморских дельт, где песчаные отложения в литологическом разрезе геоморфологического комплекса преобладают.

Грунтовые воды при неглубоком залегании на территории бессточных районов в условиях гумидного климата способствуют заболачиванию поверхности. В условиях аридного климата близкое к поверхности земли залегание грунтовых вод приводит к засолению почв.

В заключение отметим, что карты естественной дренированности крупных районов ирригационного освоения вполне оправдывают труд, затраченный на их составление. Они могут явиться не только промежуточным материалом при составлении гидрогеолого-мелиоративных карт, но и сами, при некотором углублении методики их составления с введением количественной оценки классификационных параметров, могут явиться прогнозным материалом при выборе объектов ирригационного освоения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методическое руководство по гидрогеологическим инженерно-геологическим исследованиям для мелиоративного строительства. ВСЕГИНГЕО, М., 1972.

2. Генетические типы, состав и инженерно-геологические свойства четвертичных отложений предгорных равнин и межгорных впадин юго-восточного Казахстана. АН КазССР, 1971.

3. Ахмедсафин У. М., Садыков М. С., Шлыгина В. Ф. Формирование подземного стока на территории Казахстана. «Наука», Алма-Ата, 1970.

4. Геология СССР. Том XX, Центральный Казахстан. «Недра», 1972.

5. Геология СССР. Том XXI, Западный Казахстан. «Недра», 1970.

6. Геология СССР. Том XXXIV. Тургайский прогиб. «Недра», 1971.

7. Геология СССР. Том X. Южный Казахстан. «Недра», 1971.

8. Мухамеджанов С. М. Гидрогеология северо-восточной части Казахстана. «Наука», Алма-Ата, 1971.

9. Гидрогеология СССР. Том XXXIII. Северный Казахстан. «Недра», 1966.

10. Гидрогеология СССР. Том XXXIV. Карагандинская область. «Недра», 1971.

11. Гидрогеология СССР. Том XXXV. Западный Казахстан. «Недра», 1971.

12. Гидрогеологические очерки целинных земель Актюбинской, Кокчетавской и Северо-Казахстанской областей. АН КазССР, Алма-Ата, 1958.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Том I *1975 г.*

Л. А. Ким,
старший научный сотрудник КазНИИВХ

СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ПЛОЩАДИ К ПОЛИВАМ И МЕТОДИКА ИХ ИСЧИСЛЕНИЯ

УДК 631.6 : 626.84

В мелиоративной практике известен ряд приемов подготовки площадей к орошению, направленных на повышение качества полива и производительности труда поливальщиков. Параллельно ведутся работы по созданию новых конструкций и усовершенствованию существующих машин и орудий для производства подготовительных работ.

Выбор наиболее оптимального приема подготовки площадей к поливам в конкретных природно-хозяйственных условиях должен осуществляться на основании анализа и сравнения значений качественных показателей проводимых агроприемов. При этом необходимо иметь в виду, что сравнение приемов подготовки должно производиться комплексно, по всем показателям. К сожалению, для целого ряда агроприемов, входящих в комплекс подготовительных работ, еще не разработаны показатели, а существующие и используемые в практике не приведены в систему. Из-за этого не представляется возможным достоверно установить эффективность проведения комплекса подготовительных работ, часто проявляется субъективный подход к выбору показателей для оценки качества работы испытываемых машин, что в значительной степени сдерживает совершенствование и развитие новой техники и осуществления комплексной механизации сельскохозяйственного производства.

Анализ литературных данных, а также материалов многолетних экспериментальных исследований позволил установить, что для оценки качества подготовки площадей к поливам необходимо выделить группы показателей, характеризующих:

микрорельеф поверхности поля;

однородность элементов оросительной сети и устойчивости их во времени;

агротехническое состояние верхнего слоя почвы;

равномерность увлажнения подготовленного поля;

условия труда поливальщиков;

продуктивность возделываемой культуры.

В табл. 1 представлена система показателей, состоящая из шести перечисленных выше групп. Каждая группа включает в себя ряд показателей, характеризующих качественную сторону каждого агроприема, входящего в комплекс подготовительных работ.

В таблицу включены как уже известные, используемые в настоящее

время, показатели, так и разработанные нами по материалам полевых исследований. Ниже приводится обоснование выбора показателей по каждой группе и методика их исчисления.

Группа показателей, характеризующих микрорельеф поля

Степень выравненности микрорельефа, характеризующая сложность его, является наиболее важной оценкой качества подготовки площадей к поливам. Она определяется целым рядом субъективных и объективных показателей.

По существующей классификации микрорельеф условно подразделяется на: А — спокойный (хороший), Б — средней сложности (удовлетворительный), В — сложный (плохой) и Г — очень сложный (очень плохой). В практике широко используется способ оценки микрорельефа по аналогии или эталонам путем сравнения рисунка горизонталей изучаемого участка с участками, приведенными в альбоме эталонов рельефа. Степень сложности микрорельефа определяется извилистостью горизонталей, уклонами, колебаниями отметок точек от средней плоскости типового участка и другими факторами. Существенный недостаток этого способа заключается в том, что объемы планировочных работ определяют на основе визуальной оценки сложности микрорельефа, что исключает объективное решение этой задачи.

В практике известны также способы оценки микрорельефа по категориям сложности. Применение этого метода усложнено тем, что проектировщику трудно найти правильную категорию сложности для микрорельефа орошаемого участка, поскольку эта работа не связана с расчетами, а основывается лишь на личных качествах проектировщика и его квалификации. Поэтому категорию сложности целесообразнее определять аналитическими методами по объективным показателям топографических условий местности, которые называют характеристиками сложности микрорельефа. Они позволяют на основании математических расчетов классифицировать микрорельеф без визуальной его оценки, что исключает элементы субъективизма. Объективными характеристиками сложности микрорельефа следует считать показатель извилистости горизонталей (ПИ), определяющийся по формуле:

$$ПИ = \frac{\sum_{0}^{n} l}{\sum_{0}^{n} \sqrt{Xe^2 + Ye^2}}$$

где $\sum_{0}^{n} l$ — сумма длин горизонталей на плане участка;
Хе и Уе — соответственно проекции горизонталей на оси Х и У.

Однако сложность микрорельефа и этим методом оценки определяется объемом планировочных работ, который характеризует общее состояние выровненности поля. При этом не вскрывается внутренняя структура изменения неровностей, значения их по абсолютной величине, а также частота повторения, без чего практически невозможно правильно выбрать элементы поливной сети и установить причины некачественного полива. Поэтому для решения этих задач предлагается использовать такие показатели, как удельный объем бессточных блюдец, среднее

квадратическое отклонение и частотный показатель эффективности технологического процесса.

Объем бессточных блюдец ($V_у$) оценивает наличие обратных уклонов и характеризует величину отклонения фактических поливных норм от расчетных.

Обработка полевых материалов с применением ЭВМ позволила установить, что появление неровностей микрорельефа является случайной величиной, но ее распределение подчиняется определенной закономерности, основной характеристикой которой является среднее квадратическое отклонение (δ). Поэтому для оценки выровненности микрорельефа по колебаниям отметок поверхности поля мы считаем возможным использовать статистический показатель — среднее квадратическое отклонение.

Качество полива определяется не только наличием неровностей и частотой их повторения. Частоту повторения неровностей, а также распределение их по площади участка можно учесть частотным показателем эффективности технологического процесса ($К_{эф.п}$), определяемым отношением площади внутри поля допусков к общей площади «частотного графика». Частотный график, или полигон распределения строится на основании вариационного ряда распределения неровностей, полученного в реальных производственных условиях.

Следовательно, для характеристики микрорельефа поля достаточно использовать следующие показатели: показатель извилистости горизонталей (ПИ), удельный объем бессточных блюд ($V_у$), среднее квадратическое отклонение (δ), частотный показатель эффективности процесса $К_{ф.п.}$).

Группа показателей, характеризующих однородность элементов оросительной сети

Валики поливных полос предназначены для удержания движущегося потока в пределах ширины одной полосы. Они должны быть достаточно прочными на размыв движущейся струи и сохранять свои параметры в течение всего поливного периода. Размеры валика определяются строением микрорельефа и величиной удельной поливной струи.

Агротехнические требования, предъявляемые к нарезке поливных полос, заключаются в прямолинейности водоудерживающих валиков с размерами, равными или близкими проектным и в сохранности их в течение всего поливного периода.

В соответствии с агротехническими требованиями нами предлагается ряд объективных показателей, характеризующих валики поливных полос по отклонениям размеров их от проектных и по устойчивости во времени. Показателями $\Delta h_{ср.}$ и $\Delta B_{ср.}$ характеризуются средние отклонения по высоте и ширине фактических размеров валиков от проектных.

Прямолинейность поливных полос характеризуется показателем извилистости валиков Пип, определяющимся отношением фактической длины отрезка валика к его проекции. Однако эти показатели не могут в полной мере характеризовать качество нарезки водоудерживающих валиков, так как средняя и максимальная величины отклонений не свидетельствуют о колебаниях размеров валика по длине полосы и не вскрывают частоту этих колебаний.

Поэтому нами предлагается использовать частотный показатель эффективности процесса — $К^{п}_{эф.п.}$, определяемый путем построения поли-

гонов распределения водоудерживающих валиков по размерам оснований и высоты их с выделением на нем границы допустимых агротребованиями допусков.

Как показали наши наблюдения, с течением времени валики деформируются. Причем значительная деформация валиков наблюдается после проведения влагозарядкового полива и сева. Дальнейшая усадка валиков происходит в зимний и весенний периоды под действием естественных осадков и после проведения первого вегетационного полива. С целью установления соответствия валиков поливных полос по высоте, технологическому назначению после проведения влагозарядкового и вегетационного поливов, посева и в результате воздействия зимне-весенних осадков нами используется частотный показатель эффективности процесса ($К_{эф.п.}$), значение которого определяется по «частотному» графику.

Для подачи воды в поливные полосы нарезается временная оросительная сеть. Основное требование, которое предъявляется к временной оросительной сети, заключается в обеспечении пропуска и распределения потребного количества воды для полива участка в лучшие агротехнические сроки.

Для оценки качества нарезки временных оросителей нами предлагаются показатели, характеризующие средние отклонения размеров поперечного сечения ($\triangle W_{ср.}$) от проектных, и частотный показатель эффективности процесса $К^{0}_{эф.п.}$ Показателем $К^{0}_{эф.п.}$ характеризуются изменения сечения каналов по их длине.

Группа показателей, характеризующих агротехническое состояние верхнего слоя почвы при воздействии выравнивающих орудий

Проведение подготовительных работ с учетом агротехнических требований, предъявляемых к обработке почвы, позволит максимально сохранить первоначальную структуру и обеспечить оптимальный воздушно-тепловой режим для роста и развития растений.

При изучении работы орудий по подготовке площадей к поливам необходимо установить показатели, характеризующие строение верхнего слоя почвы, такие, как изменение агрегатного состава почвы ($\triangle A < 0{,}25$) и изменение объемного веса почвы (η_v). Кроме того, при некачественной вспашке для полной оценки строения верхнего слоя почвы предлагается использовать показатель изменения содержания глыб и комьев на поверхности поля ($\triangle Г$).

Агрегатный состав является важным показателем структуры почвы. С агротехнической точки зрения не все комочки одинаково ценны. Наиболее вредными считаются агрегаты диаметром менее 0,25 мм. Увеличение этой фракции свидетельствует о распыляющем действии применяемых орудий, поэтому нами предлагается оценивать степень соответствия их агротехническим требованиям по процентному содержанию этой фракции.

Объемный вес является определяющим показателем степени рыхлости или плотности почвенной среды. Значительное увеличение плотности почвы в результате проведения подготовительных работ отрицательно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур.

Глыбистость поверхности пашни определяется качеством крошения нижнего пахотного горизонта почвы основными корпусами плуга. Для

оценки степени разрушения глыб и распыления почвы выравнивающими орудиями можно использовать существующую классификационную таблицу для оценки пашни после работы плугов.

Группа показателей, характеризующих степень равномерности увлажнения подготовленного поля

Равномерность увлажнения — один из основных показателей качества полива. При поверхностном способе полива равномерность распределения воды в полной мере зависит от качества проведения всего комплекса подготовительных работ и правильного выбора элементов техники полива. Степень отклонения влажности почвы концевой части полосы от головной характеризуется коэффициентом неравномерности увлажнения (η), который является основным показателем оценки качества полива. Однако оценка качества полива только по значению этого коэффициента будет не полной в виду того, что им не учитывается распределение поливных норм по площади участка.

Для оценки качества полива нами предлагаются показатели, характеризующие неравномерность распределения поливной нормы по поверхности подготовленного поля: абсолютная величина отклонений поливной нормы от средневзвешенной (Δm) и коэффициент неравномерности распределения поливной нормы ($\eta_п$), определяемый отношением поливной нормы в характерной точке участка к средневзвешенной. Распределение площади по равномерности увлажнения можно учесть частотным показателем эффективности процесса — $К^{тп}_{эф.п.}$, определяемым отношением площади, политой с допустимым качеством ко всей площади полива.

Группа показателей, характеризующая качество подготовки по производственным условиям труда поливальщика

При качественной подготовке участка к проведению полива работа поливальщика значительно упрощается и характеризуется наличием «свободного» времени, которое им используется на наблюдение за распределением воды и качеством полива. При оценке производственных условий на поливе нами принят показатель (ρ), характеризующий работу поливальщика по затратам времени на выполнение отдельных операций. Этот показатель представляет собой отношение «свободного» времени к общей продолжительности полива данного участка.

При поверхностном орошении выработка поливальщика зависит от величины поливной нормы и поливного тока, то есть от расхода воды, которая непосредственно поступает в полосы. При поливах наблюдаются отклонения фактических поливных норм от расчетных. Полив нормами, близкими к расчетной, достигается главным образом за счет качественного проведения подготовительных работ. Плохая выровненность поля, некачественная нарезка оросительной сети ведет к увеличению расхода поливной воды, а следовательно, к снижению производительности труда поливальщика. Таким образом, производительность труда поливальщика является объективным показателем, характеризующим производственные условия на поливе.

Таблица 1

Система показателей оценки качества подготовки площадей к поверхностным поливам

№ групп	Наименование показателей	Индекс показателя	Зависимости для исчисления показателей	Значения показателей		
				высшая оценка	средняя оценка	низкая оценка
1	2	3	4	5	6	7
I	*Группа показателей, характеризующих микрорельеф поля*					
	1. Показатель извилистости горизонталей . .	ПИ	$ПИ = \frac{\sum_{0}^{n} l}{\sum_{0}^{n} \sqrt{X_i^2 + Y_i^2}}$	1,0—1,2	1,2—1,5	1,6—2,2
	2. Удельный объем бессточных блюдец, оценивающих наличие обратных уклонов . . .	v_y, м³/га	определяется по плану	35—50	50—100	100—200
	3. Среднее квадратическое отклонение . . .	σ, см	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{1}^{n} (M - X_i)}{n - 1}}$	2,8—3,3	3,4—4,9	5,0—7,2
	4. Частотный показатель сложности микрорельефа, характеризующий величину и частоту отклонений неровностей по площади участка . . .	$K_{эф.\ п.}$	$K_{эф.\ п.} = \frac{K_{эф}}{F_{об}}$;	0,8—1,0	0,7—0,8	0,5—0,7
II	*Группа показателей, характеризующих однородность элементов оросительной сети и устойчивость их во времени*					
	1. Показатели, характеризующие отклонение размеров водоудерживающих валиков поливных полос от проектных:					
	а) средняя величина отклонений по высоте	Δh, см	$\Delta h = \pm (h_{пр.} - h_{ср.\ ф.})$	0—2	2—4	4—7
	и ширине	Δb, см	$\Delta b = \pm (b_{пр.} - b_{ср.\ ф.})$	0—5	5—10	10—15

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
	б) показатель извилистости валиков поливных полос	$П_{и.\,п.}$	$П_{и.\,п.} = \frac{\sum_0^n l}{\sum_0^n X_l}$	1,0—1,1	1,1—1,2	1,2—1,5
	в) частотный показатель оценки качества нарезки водоудерживающих валиков	$K^{п}_{эф.\,п.}$	$K^{п}_{эф.\,п.} = \frac{F_{эф}}{F_{об}}$;	0,8—1,0	0,7—0,8	0,5—0,7
	2. Частотный показатель, характеризующий устойчивость размеров водоудерживающих валиков поливных полос во времени . . .	$K^{Г}_{эф.\,п.}$	$K^{Г}_{эф.\,п.} = \frac{F_{эф}}{F_{об}}$;	0,8—1,0	0,6—0,8	0,4—0,6
	3. Показатели, характеризующие отклонения размеров поперечного сечения оросителя от проектных					
	а) средняя величина отклонений	$\Delta w_{ср}$, м²	$\Delta w_{ср.} = \pm (w_{пр.} - w_{ср.\,ф.})$	0,0—0,02	0,02—0,05	0,05—0,08
	б) частотный показатель оценки качества нарезки временных оросителей	$K^{0}_{эф.\,п.}$	$K^{0}_{эф.\,п.} = \frac{F_{эф}}{F_{об}}$;	0,85—1,00	0,70—0,85	0,5—0,7
III	*Группа показателей, характеризующих агротехническое состояние верхнего слоя почвы*					
	1. Изменение агрегатного состава почвы . .	$\Delta A < 0{,}25\%$	$\Delta A < 0{,}25 = \pm (A_{исх.} - A_к)$	0—5	5—10	10—15
	2. Изменение объемного веса почвы	η_v, %	$\eta_v = \frac{v_к}{v_{иск.}} \cdot 100\%$	100—115	115—130	130—145
	3. Изменение содержания глыб и комьев на поверхности поля	$\Delta Г$, %	$\Delta Г = \pm (Г_{пех} - Г_к)$	30—45	15—30	0—15

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
IV	*Группа показателей, характеризующих степень равномерности увлажнения подготовительного поля*					
	1. Показатели, характеризующие равномерность распределения поливных норм:					
	а) абсолютная величина отклонения поливной нормы от средневзвешенной	Δm, м³/га	$\Delta m = \pm (m_{ср.\ вз.} - m_i)$	∓300	∓400	∓500*
	б) коэффициент неравномерности распределения поливной нормы	η_n	$\eta_n = \frac{m_i}{m_{ср.\ вз.}}$	0,7—1,3	0,6—0,7 1,3—1,5	0,5—0,6 1,5—1,6
	в) частотный показатель, характеризующий площади поля по равномерности увлажнения .	$K^m_{эф.\ п.}$	$K^m_{эф.\ п.} = \frac{F_{эф}}{F_{об}}$	0,8—1,0	0,7—0,8	0,5—0,7
	Группа показателей, характеризующих условия труда поливальщика					
V	1. Показатель, характеризующий производственные условия	ρ	$\rho = \frac{t_0}{T}$	0,35—0,50	0,25—0,35	0,15—0,25
	2. Производительность труда поливальщика .	P, га/час	$P = \frac{S}{T}$	1,5—1,8	1,3—1,5	1,0—1,3

* при m=1000 м³/га

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
	Агробиологические показатели, характеризующие влияние качества подготовки на продуктивность возделываемой культуры					
VI	1. Показатель, характеризующий одновременность появления всходов	В, дни	определяется натурными подсчетами растений на контрольных площадках	3—5	5—8	8—12
	2. Показатель, характеризующий процентное распределение площади по густоте всходов растений (нормальной, изреженной, редкой) . .	$S_н$, % $S_п$, % $S_р$, %	Определяется путем натурного обследования поля	>70 <30 0	⩾70 ⩽30 ⩽20	<70 <30 >20
	3. Показатели, характеризующие урожаи возделывания культуры:					
	а) средняя урожайность	$У_{ср}$, ц/га		⩽45	⩽35	<35
	б) частный показатель, характеризующий урожай по величине и распределению его по площади	$К^{у}_{эф.\,п.}$	$К^{у}_{эф.\,п.} = \frac{F_{эф}}{F_{об}}$;	0,80—1,0	0,5—0,8	0,3—0,5

Агробиологические показатели, характеризующие влияние подготовки на продуктивность возделываемой культуры

Урожай возделываемой культуры зависит от многих факторов: срока сева, принятой агротехники, режима орошения, качества посевного материала, плодородия почвы и т. д. При прочих равных условиях урожай данной культуры зависит от равномерности увлажнения поля, определяемой в полной мере качеством подготовки участка к поливу.

Величина урожая зерновых колосовых культур определяется густотой продуктивных растений, т. е. количеством плодоносящих стеблей на единице площади. Получение оптимального продуктивного стеблестоя всецело зависит от исходного состояния растений, то есть от густоты всходов и одновременности их появления на всем участке. Для оценки исходного состояния растений нами приняты показатели, характеризующие одновременность появления всходов в днях (В) и процентное распределение площади участка по густоте их: площадь с нормальными ($S_н$), изреженными ($S_{из}$) и редкими ($S_р$) всходами. Значения этих показателей определяются по материалам натурного обследования поля.

Для общей оценки всего комплекса агроприемов возделывания культуры, в том числе и приемов подготовки площади к поливам по продуктивности, обычно на практике принимается показатель — средняя урожайность ($У_{ср.}$). Известно, что по длине поливного участка всегда наблюдаются колебания урожая, которые в конечном итоге приводят к снижению общей урожайности. На урожайность возделываемой культуры оказывают влияние не только сами колебания, но и их повторяемость. Пестрота урожая по площади орошаемого участка обусловливается главным образом неравномерностью увлажнения почвы, которая в значительной мере зависит от качества проведения подготовительных работ к поливам. Средняя урожайность, как показатель, не отражает эти колебания, а следовательно, не может в полной мере характеризовать влияния подготовки на продуктивность возделываемой культуры. Поэтому, на наш взгляд, необходимо использовать также частотный показатель ($К^{У}_{эф.п.}$), характеризующий распределение площадей по величине урожая.

Том I *1975 г.*

Ш. Б. Сугуров,
кандидат технических наук

ФИЛЬТРАЦИЯ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ КРУПНЫЕ РАЗНОЗЕРНИСТЫЕ ГРУНТЫ

УДК 624.131.6

Крупнозернистые грунты в практике гидротехнического строительства встречаются очень часто. Устойчивость сдвигу и большая фильтрационная способность их соответствуют требованиям, предъявляемым к материалам тела фильтрующих дамб и различных дренажных устройств. В тех случаях, когда на месте стройки не оказывается слабоводопроницаемых мелкозернистых грунтов, крупнозернистые грунты применяются и как материал для тела плотин.

В последнее время строительство плотин из крупнозернистых или крупнообломочных грунтов благодаря их дешевизне по сравнению с бетонными плотинами и возможности строительства в труднодоступных горных районах со сложными геологическими условиями получило в мировой практике широкое распространение. В нашей стране построены и строятся такие высоконапорные плотины из крупнозернистых материалов, как Вилюйская высотой 75 м, Серебрянская — 78 м, Атбашинская — 79 м, Медео — 140 м, Чарвакская — 168 м и самая высокая в мире Нурекская — 300 м. Намечено строительство на р. Вахше Рогунской плотины высотой 325 м. В этих условиях исследование фильтрационных свойств крупнозернистых грунтов, составляющих тело плотин, представляет большой практический интерес.

Во избежание большой фильтрации воды обычно устраивают противофильтрационные преграды в виде экрана или ядра. Однако опыт строительства плотин в предгорных и горных районах показал, что местные крупнозернистые (с частицами окатанной формы) или крупнообломочные (с частицами остроугольной формы) грунты, в составе которых, наряду с крупными валунами, имеются и более мелкие фракции, вплоть до илистых частиц, оказываются слабоводопроницаемыми и суффозионно устойчивыми.

Следует отметить, что предшествовавшие исследования по фильтрации через крупнозернистые или крупнообломочные грунты в основном проводились на материалах однородного по крупности состава. Вопросы фильтрации через крупнозернистые или крупнообломочные грунты разнородного по крупности состава освещены в литературе слабо.

На фильтрационную способность крупных разнозернистых грунтов в отличие от однородного крупнозернистого грунта влияют такие факторы, как разнозернистость, распределение фракций и соотношение крупности составляющих грунт фракций. Роль этих факторов в оценке фильтрационной способности крупных разнозернистых грунтов можно оценить только после накопления фактических материалов.

В данной работе приведены некоторые результаты исследования

автора по выявлению фильтрационной способности крупных разнозернистых грунтов, связанных с пропуском жидкой фазы селевого потока через тело плотины Медео на реке Малая Алматинка.

Разнозернистые грунты по сравнению с однородными наиболее распространены в природе и, как показывает практика, лучше отвечают требованиям, предъявляемым к материалам тела плотин. Объясняется это тем, что разнозернистые грунты содержат сравнительно мелкие фракции, которые заполняют поры между более крупными включениями. Вследствие этого разнозернистые грунты обладают меньшей пористостью, а часто и меньшей крупностью пор, чем однородные грунты. При такой структуре более мелкие фракции не только увеличивают плотность и устойчивость на сдвиг, но и значительно уменьшают фильтрационную способность грунта. Поэтому при строительстве плотин или перемычек наброской камня в текущую воду пустоты между крупными искусственными материалами (куб, тетра эдр и др.) специально заполняются более мелкими материалами (щебень, гравий, песок и т. д.).

Влияние разнозернистости на фильтрационную способность крупнозернистых грунтов до сих пор изучено недостаточно. Иногда при расчетах фильтрационной способности плотин из крупнообломочных разнозернистых грунтов используют метод, предложенный Хазеном в 1892 г. Сущность этого метода заключается в том, что для данного разнозернистого грунта определяется «эффективный диаметр зерна» (d_e) при условии, что однородный грунт, состоящий исключительно из частиц с d_e, имеющем такую же фильтрационную способность, что и разнозернистый грунт. Величина «эффективного диаметра» по существующим зависимостям имеет промежуточное (иногда и среднее) значение между самой мелкой и самой крупной фракциями в грунте. По данным Хазена, при коэффициенте неоднородности или разнозернистости $\eta = \frac{d_{во}}{0} \leqslant 5d_e = d_{10}$, т. е. равен диаметру частиц, меньше которых в грунте содержится 10% по весу.

«Эффективный диаметр d_e, как фактор, характеризующий фильтрационную способность грунта, может оказаться недостаточным. Он меняется в зависимости не только от коэффициента разнозернистости, но и от формы кривой гранулометрического состава фракций или, другими словами, для грунтов с различными соотношениями фракций «эффективный диаметр» d_e будет иметь различное значение.

С целью установления влияния разнозернистости на фильтрационную способность грунта нами проведены опыты с однородными крупнозернистыми фракциями и их различными смесями. Опыты проводились в лабораторных условиях на двух приборах типа Дарси. Первый прибор, на котором исследовались фракции крупностью меньше 20 мм, имел диаметр 93 мм и высоту 1500 мм. На втором приборе диаметром 400 мм и высотой 1500 мм исследовались более крупнозернистые грунты. Материалами для опытов были речная галька и валуны окатанной формы крупностью 3—5; 5—7; 7—10; 10—20; 20—40; 40—60; 60—80; 80—100 мм.

Коэффициент фильтрации однородных фракций и их смесей определялся по известной зависимости $V = КУ\frac{1}{m}$ путем построения логарифмической анаморфозы:

$$\lg V = \lg K + \frac{1}{m}\lg У,$$

где V — скорость фильтрации;
K — коэффициент фильтрации;
У — гидравлический градиент;
m — показатель степени, зависящей от режима фильтрации. При ламинарном режиме фильтрации m=1, при турбулентном режиме m=2, а при переходном m имеет промежуточное (между 1 и 2) значение.

Исследовались фильтрационные способности всех вышеуказанных однородных фракций и двухфракционных смесей фракции 10—20 мм с другими фракциями.

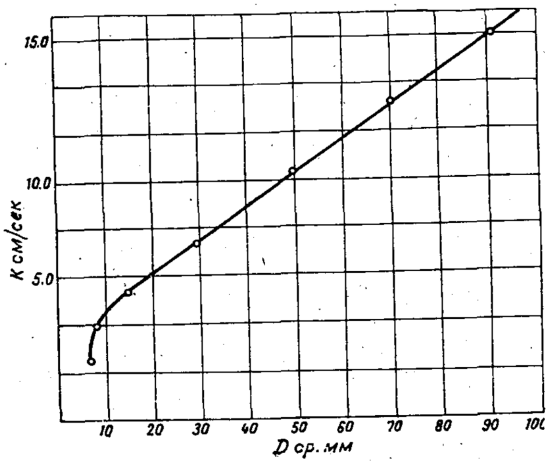


Рис. 1. Кривая зависимости коэффициента фильтрации от крупности фракции:
K — коэффициент фильтрации;
Dср — средний диаметр фракции

В отличие от других исследований в наших опытах с крупнозернистыми материалами гидравлический градиент имел сравнительно высокие значения (до 4,27). Ламинарный режим имел место при фильтрации через фракции крупностью меньше 5 мм, даже при значительных градиентах фильтрации (У>4).

Квадратичный закон сопротивлений наблюдался при фильтрации через более крупные фракции: 10—20; 20—40; и 40—60 мм. Для фракций 60—80 и 80—100 мм градиенты в опытах не превышали соответственно 1,77 и 1,58, в этих случаях наблюдался переход в квадратичную зону турбулентной фильтрации. Дальнейшее увеличение гидравлического градиента не представлялось возможным ввиду ограниченных размеров установки.

Кривая изменения коэффициентов фильтрации однородных крупнозернистых фракций в зависимости от среднего диаметра фракций ($D_{ср}$) показана на рис. 1.

По кривой видно, что интенсивное увеличение коэффициентов фильтрации происходит до фракции 10—20 мм. При дальнейшем увеличении диаметров увеличение коэффициентов фильтрации происходит менее интенсивно. Однако стремления кривой по мере увеличения $D_{ср}$ приобретать постоянное значение K, как это имело место в опытах Н. П. Пузыревского и М. Ф. Срибного, в наших опытах не наблюдалось.

Изменение коэффициента фильтрации на участке кривой от $D_{ср} = 10 \div 90$ мм хорошо описывается известной зависимостью Н. Н. Павловского:

$$K = A_p \sqrt{D_{ср}} \qquad (1)$$

где K — коэффициент фильтрации в см/сек;
A — эмпирический коэффициент в $\sqrt{\frac{см}{сек}}$;
(по данным наших опытов A=0,13);

p — пористость;

$D_{ср}$ — средний диаметр частиц в см.

Изменение коэффициента фильтрации двухфракционной смеси в зависимости от их весового соотношения (см. рис. 2) наглядно показы-

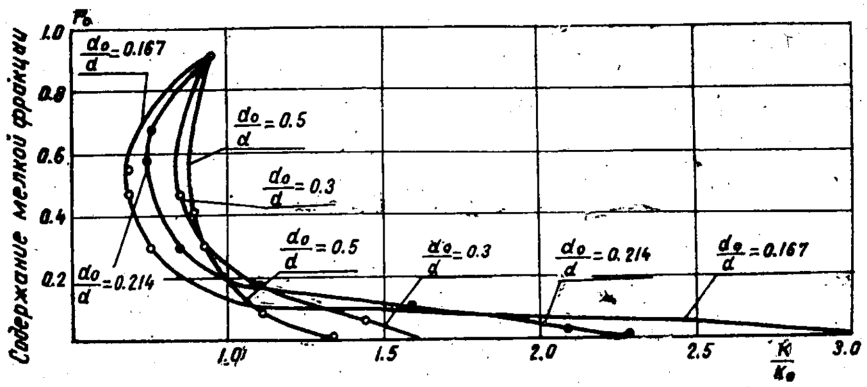


Рис. 2. Зависимость коэффициента фильтрации двухфракционной смеси от содержания мелкой фракции:

P_0 — содержание мелкой фракции в грунте (в долях от единицы); K — коэффициент фильтрации мелкой фракции; K — коэффициент фильтрации смеси; d_0 — диаметр мелкой фракции; d — диаметр крупной фракции

вает, что при определенных содержаниях в смеси мелкой фракции происходит значительное уменьшение фильтрационной способности смеси по сравнению с фильтрационной способностью даже самой мелкой фракции.

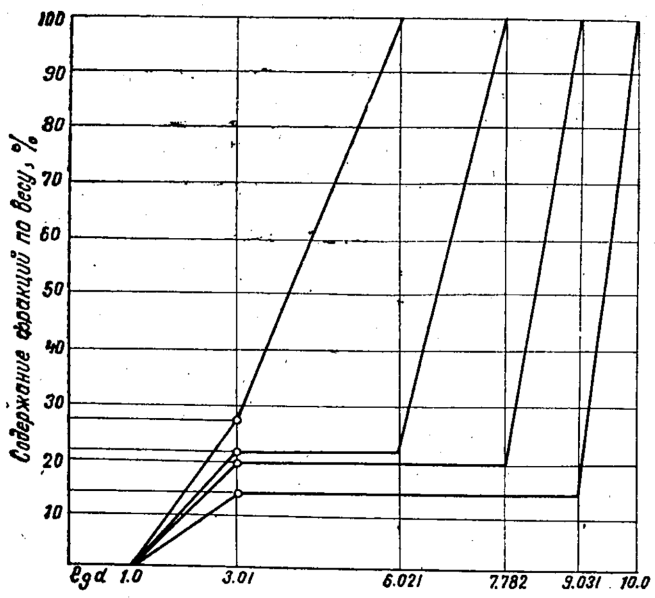


Рис. 3. Кривые гранулометрического состава двухфракционных смесей, имеющих одинаковые коэффициенты фильтрации:

По оси абсцисс отложено содержание частиц в %, а по оси ординат — крупность частиц

Наименьшую фильтрационную способность смесь имеет при содержании в составе 40—70% по весу мелких частиц. При меньших содержаниях (<40% по весу) мелкой фракции в смеси фильтрационная способность последней повышается, постепенно приближаясь к фильтрационной способности крупной фракции. Повышение фильтрационной способности смеси наблюдается также и при увеличении (выше 70%) содержания мелких частиц. Коэффициент фильтрации смеси при этом будет приближаться к коэффициенту фильтрации мелкой фракции.

Нашими опытами с двухфракционными сме-

сями грунтов установлено, что некоторые смеси, несмотря на их различие как по крупности, так и по соотношению частиц, имеют одинаковые коэффициенты фильтрации. Кривые гранулометрического состава этих смесей приведены на рис. 3. Эти кривые гранулометрического состава характеризуют те смеси, которые соответствуют абсциссе $\frac{К}{Ко}=1$ на рис. 2. Эти грунты, несмотря на то, что у них одинаковые коэффициенты фильтрации, имеют различные эффективные диаметры. Например, смесь фракции 10—20 и 20—40 мм имеет $De=D_{27}$, смесь фракций 10—20 и 40—60 мм — $De=D_{22}$, смесь фракций 10—20 и 60—80 мм, $De=D_{20}$, а смесь фракций 10—20 и 80—100 мм — $De=D_{15}$.

Чем крупнее вторая составляющая, тем меньше потребуется мелких частиц, чтобы смесь имела такую же водопроницаемость, что и мелкая составляющая. Отсюда видно, что фильтрационная способность грунта зависит не только от содержания мелких частиц, но и от соотношения крупности имеющихся в них фракций. В наших опытах наиболее низкий коэффициент фильтрации смеси фракций 10—20 мм с другими фракциями получен при смешивании ее с самой крупной фракцией 80—100 мм.

Минимальное отношение $\frac{К}{Ко}$ в данном случае было 0,59. Отношение $\frac{К}{Ко}$ в других смесях имело следующее минимальное значение:

смесь фракций 10—20 и 40—60 мм — 0,74.
смесь фракций 10—20 и 60—80 мм — 0,70.

Такое сравнительно низкое значение коэффициента фильтрации смеси фракций 10—20 и 80—100 мм можно объяснить тем, что поры между крупными фракциями заполнены мелкими фракциями (10—20 мм). Если для округленных камней крупность пор приблизительно принять равной 0,41D (D — диаметр камня), то частицы 10—20 мм при соответствующей укладке плотно могут уложиться в порах крупностью 32—42 мм вышеуказанной крупной фракции. При этом достигается уменьшение не только общей пористости, но и ее крупности, что является основной причиной уменьшения фильтрационной способности разнозернистых грунтов. В наших опытах, несмотря на одинаковое условие уплотнения, наблюдалось заметное уменьшение пористости при определенных соотношениях фракций в смеси. Такое изменение пористости в связи с изменением весового соотношения частиц в смеси фракций 7—10 и 10—20 мм показано на рис. 4. На этом рисунке минимальная пористость соответствует смеси, содержащей в своем составе 40—50% частиц по весу.

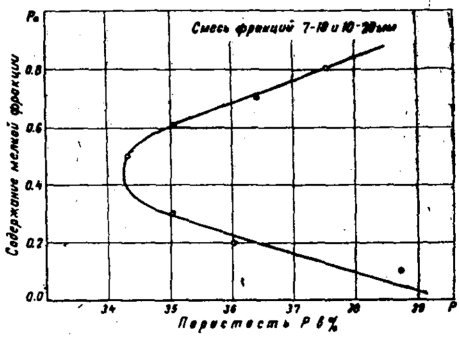


Рис. 4. Пористость смеси фракций 7—10 и 10—20 мм:

P_0 — содержание мелкой фракции; P — пористость в %

Аналогичное уменьшение пористости, но с минимальной пористостью, соответствующей другим соотношениям мелкой фракции, имеет место в смеси фракции 10—20 мм с более крупными фракциями.

В более разнозернистых грунтах, состоящих не из двух, а из несколь-

ких фракций, можно достигнуть и дальнейших уменьшений пористости, приводящих к резкому уменьшению коэффициентов фильтрации.

Коэффициенты фильтрации крупнозернистых материалов ранее обычно изучались в условиях почти однородного состава. Поэтому возрастание крупности частиц увеличивало в таких условиях водопроницаемость грунта, поскольку размеры пор возрастают пропорционально диаметру. На таком принципе основаны расчетные формулы ряда авторов (формулы Кребера, С. В. Избаша, М. С. Вызго и М. А. Каграманова, П. И. Гордиенко), которые с достаточной точностью применяются для рекомендованных ими диапазонов изменения средних диаметров частиц и градиентов фильтрации.

Значительный интерес представляют диаграммы коэффициентов фильтрации в зависимости от размеров и формы камней, построенные М. Ф. Срибным на основе полевых и лабораторных исследований.

Для разнозернистых грунтов эти формулы не могут быть применены, так как средний диаметр частиц уже не характеризует крупность пор, от которой в основном и зависит фильтрационная способность грунта.

В наших экспериментальных исследованиях выбраны два пути для оценки фильтрационной способности крупных разнозернистых грунтов. Первый путь заключается в определении коэффициента фильтрации в зависимости от соотношения объемов и диаметров крупной и мелкой фракций. Такой путь оценки фильтрационной способности может быть применен как для искусственных смесей крупнозернистых фракций, подбираемых для фильтров и дренажей, так и для естественных аллювиальных отложений. Второй путь основан на учете влияния распределения фракций на фильтрационную способность разнозернистого грунта.

Если представить себе строение крупного разнозернистого грунта как структурную массу, в которой как крупные, так и мелкие частицы распределены равномерно по всему объему, основными факторами, определяющими пористость и крупность пор этого грунта являются, кроме формы частиц, соотношение крупности и соотношение объемного содержания частиц.

В качестве материала для опытов применялись гальки и валуны окатанной формы. Крупность исследуемых материалов по фракциям колебалась от 5 до 100 мм. Опыты проводились добавлением к фракции 10—20 мм другой фракции. Результаты опытов с двухфракционными смесями грунтов показали, что к крупнозернистой фракции 80—100 мм достаточно добавить около 15% (по весу) сравнительно мелкой фракции 10—20 мм, чтобы весь грунт имел такую же фильтрационную способность, как и мелкая фракция грунта (см. рис. 2).

При увеличении содержания мелкой фракции в смеси происходит дальнейшее уменьшение коэффициента фильтрации, который имеет минимум при содержании мелкой фракции около 40—50% по весу, причем величина минимального коэффициента фильтрации почти в 2 раза меньше коэффициента фильтрации мелкой фракции. Такое изменение коэффициента фильтрации происходит вследствие замены части объема пористой мелкой фракции монолитными крупными включениями. Теоретически таким предельным является тот случай, когда крупные включения составляют «скелет» грунта плотной укладки, а мелкие фракции полностью заполняют поры скелета. Однако этому минимуму пористости не всегда будет соответствовать минимум коэффициента фильтрации, хотя бы по тому, что при вышеуказанной плотной укладке между крупными

включениями могут остаться такие пустоты, которые меньше диаметра мелких частиц, но больше крупности пор между мелкими частицами.

Поэтому в зависимости для коэффициентов фильтрации разнозернистых грунтов необходимо учитывать как объемное соотношение мелкой фракции в смеси, так и степень заполнения пор между крупными частицами и соотношение диаметров мелкой и крупной фракций.

Коэффициенты фильтрации двухфракционных смесей крупных разнозернистых грунтов приблизительно можно определить по следующей зависимости:

$$\frac{K}{K_0} = 1 + 6{,}44\,\frac{(P_0 - 0{,}2)\,(1 - P_0)}{P_0 + 3{,}6\frac{d_0}{d} + 1{,}2}\left(\frac{d_0}{d} - 1\right), \qquad (2)$$

где K — коэффициент фильтрации смеси, см/сек;

K_0 — коэффициент фильтрации самой мелкой фракции грунта, см/сек;

P_0 — содержание мелкой фракции по весу, в долях от единицы;

D_0 — средний диаметр мелкой фракции;

D — средний диаметр крупной фракции.

Эта формула достаточно правильно отражает действительную картину фильтрационной оценки крупных разнозернистых грунтов. Если через P_0 учитывается содержание мелких частиц, то $\frac{d^0}{d}$ учитывает соотношение крупности частиц мелкой и крупной фракций.

Как видно из вышеприведенной формулы, когда $P_0 = 1$, то $\frac{K}{K_0} = 1$, а $\frac{K}{K_0} = 1$ и при $P_0 = 0{,}2$, что с некоторым приближением соответствует всем данным наших опытов с двухфракционными смесями. А в пределах изменения P_0 от 0,2 до 1,0 $\frac{K}{K_0}$ всегда меньше единицы. В этой зоне, где $\frac{K}{K_0} = 1_2$ рекомендуемая формула дает достаточно точные результаты.

В разнозернистом многофракционном грунте, состоящем из частиц различной крупности, структура его и фильтрационная способность во многом зависит от степени содержания в грунте фракций той или иной крупности. Если преобладание в грунте одних фракций приводит к увеличению фильтрации, то преобладание фракций другой крупности способствует уменьшению фильтрации. Фильтрационная способность разнозернистых грунтов, состоящих из нескольких фракций, зависит не от среднего и не от так называемого «эффективного диаметра» частиц, а от крупности и количества фракций и от их соотношения.

Большое значение при этом имеет кривая распределения частиц или форма кривой гранулометрического состава. Нами проведено несколько серий опытов над грунтами, составленными в различных пропорциях из фракций различной крупности. Для опытов применялись отсортированные фракции округленной формы 40—20; 20—10; 10—7; 7—5; 5—3; 3—2; 2—1; 1—0,5 и 0,5—0,25 мм. Смеси из этих фракций составлялись содержащими от четырех до девяти компонентов в составе, притом смеси имели непрерывную гранулометрическую классификацию. Распределение фракций в них изменялось исходя из следующих видов кривой распределения:

1. Преимущественное содержание крупной фракции (на рис. 5 обозначено цифрой 1);

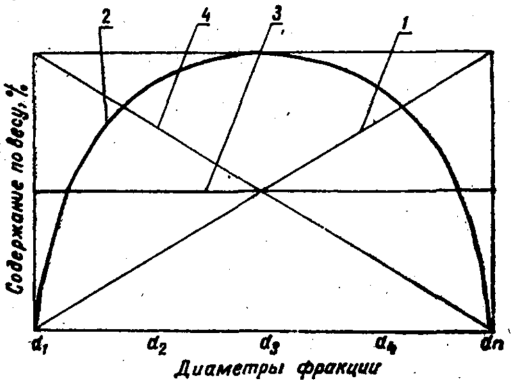


Рис. 5. Кривые распределения фракции d_1, d_2, d_3, d_4—диаметры отдельных фракций:

1 — смесь, в которой преобладает крупная фракция; *2* — смесь, в которой преобладает мелкая фракция; *3* — смесь, в которой преобладает промежуточная фракция; *4* — смесь, в которой все фракции распределены равномерно

2. Преимущественное содержание мелкой фракции (на рис. 5 обозначено цифрой 2);

3. Преимущественное содержание промежуточной фракции (на рис. 5 обозначено цифрой 3);

4. Одинаковое весовое содержание всех фракций (на рис. 5 обозначено цифрой 4).

Изучение фильтрационной способности смесей, составленных по вышеприведенным формам кривых распределения частиц, показало, что минимальные коэффициенты фильтрации соответствуют тем смесям, в которых содержатся в значительном количестве мелкие фракции. К таким относятся смеси, в них: 1) все фракции распределены равномерно; 2) преобладающей является мелкая фракция.

Важно отметить, что несмотря на различное содержание мелкой фракции, эти две смеси имеют почти одинаковую фильтрационную способность. Это показывает, что для получения смесей крупнозернистых грунтов с минимальной фильтрационной способностью достаточным условием является не чрезмерное увеличение количества мелких частиц в грунте, а надлежащее распределение в смеси не только мелких, но и других фракций. Критерий такого распределения — одинаковое по весу распределение всех фракций в смеси. Это, по-видимому, связано с тем, что размеры пор в грунте при таком распределении становятся наименьшими. Если увеличение содержания мелких частиц в смеси (выше этого критерия) не способствует дальнейшему уменьшению коэффициента

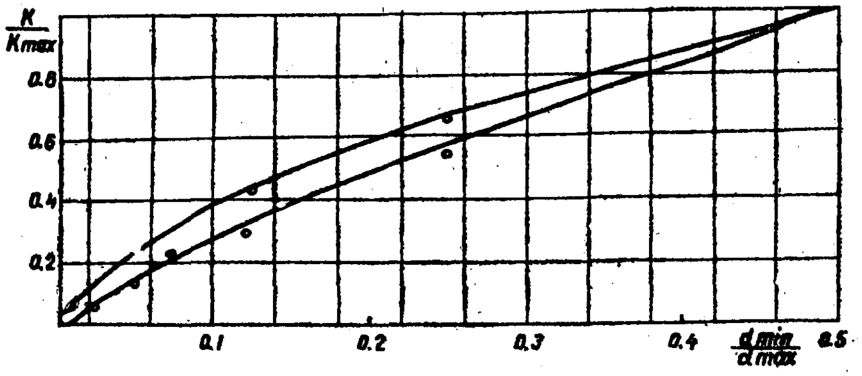


Рис. 6. Кривые зависимости $\frac{K}{K_{max}} = f\left(\frac{d_{min}}{d_{max}}\right)$ для девятикомпонентных смесей грунтов:

K — коэффициет фильтрации смеси; K_{max} — коэффициент фильтрации самой крупной фракции; D_{min} — диаметр самой мелкой фракции; D_{max} — диаметр самой крупной фракции

фильтрации, то уменьшение их весового содержания в смеси ниже этого критерия приводит к увеличению коэффициента фильтрации.

Максимальные коэффициенты фильтрации намного превышают минимальные (от 2 до 10 раз). Разные коэффициенты фильтрации имеют смеси, составленные по остальным двум видам распределения частиц.

Эти исследования показывают возможность определения коэффициента фильтрации крупных разнозернистых грунтов по данным гранулометрического состава или по кривым распределения фракций в грунте.

На рисунке 6 приведены кривые зависимости

$$\frac{K}{K_{max}} = f\frac{d_{min}}{d_{max}},$$

где: K — коэффициент фильтрации разнозернистого грунта;

K_{max} — коэффициент фильтрации самой крупной фракции в грунте;

d_{min} — минимальный диаметр частиц в грунте;

d_{max} — максимальный диаметр частиц в грунте.

Верхняя кривая на рис. 6 соответствует формам распределения частиц в грунте, когда в нем преобладают крупные или промежуточные фракции, т. е. когда разнозернистый грунт имеет максимальную фильтрационную способность. Эта кривая апроксимируется эмпирической зависимостью:

$$\frac{K}{K_{max}} = \frac{3}{2}\left(\frac{d_{min}}{d_{max}}\right)^{2/3} \qquad (3)$$

Нижняя кривая, построенная по минимальным коэффициентам фильтрации, соответствует таким распределениям частиц в грунте, когда преобладают мелкие фракции или все фракции распределены одинаково.

Минимальную фильтрационную способность смеси, не содержащую в составе частиц мельче 0,5 мм, с достаточной точностью можно апроксимировать следующей зависимостью:

$$\frac{K}{K_{max}} = 2\frac{d_{min}}{d_{max}} \qquad (4)$$

При составлении смесей грунтов имеет большое значение возможность установления величины минимального коэффициента фильтрации в зависимости от содержания мелкой фракции в грунте.

По-видимому, наиболее плотной структурой обладает тот грунт, соотношение крупности частиц в которых позволяет располагать их по принципу забивки пор между крупными частицами последующими, более мелкими фракциями. В этой связи нами проведены опыты с фиктивными грунтами. При этом соотношение диаметров между смежными по крупности частицами нами придерживалось в пределах $0{,}40 \div 0{,}50$, что близко к размеру наибольшего просвета при ромбоэдрической укладке шарообразных частиц.

В результате опытов нами установлено, что фильтрационная способность смеси всегда меньше, чем мелкозернистая, благодаря очень плотной укладке. Например, в опытах с фиктивными грунтами, укладывая только три разные фракции по принципу забивки пор, удалось достигнуть очень резкого уменьшения пористости грунта (13,2% против 45% при однородной фракции). Отсюда видно, что соответственным образом подбирая частицы и укладывая их по принципу забивки пор, можно из сравнительно крупных фракций получить слабоводопроницаемый грунт,

имеющий большую плотность и обладающий суффозионной устойчивостью. Постепенно увеличивая количество фракций в смеси, но соблюдая соотношение между фракциями около 0,4÷0,5, нам удалось получить такую смесь, водопроницаемость которой (К=0,002 см/сек) более чем в 100 раз меньше водопроницаемости самой мелкой фракции 0,6 ÷1,6 мм (К=0,26 см/сек). В состав этой смеси, кроме фракции 0,6÷ 1,6 мм, входили также шарики крупностью 3,65; 8,40; 15,80; 32,15 мм, уложенные по принципу забивки пор. Пористость смеси при укладке составляла 11,3%.

Коэффициент фильтрации этой пятифракционной смеси определялся нами после перераспределения фильтрационными токами песчаных частиц в порах между крупными частицами.

В результате этого перераспределения происходила закупорка песчаными частицами незаполненных при укладке пор между крупными частицами.

В отличие от двухфракционных смесей или от разнозернистых грунтов, в опытах с фиктивными грунтами, частицы в которых уложены по принципу забивки пор, достигается резкое уменьшение пористости и крупности пор.

Нами получена расчетная формула следующего вида:

$$K = \alpha \frac{P^n}{P_1} K_0, \qquad (5)$$

где: К — коэффициент фильтрации смеси;

K_0 — коэффициент фильтрации самой мелкой фракции в смеси;

P_1 — пористость наиболее крупной фракции (в долях от единицы);

P^n — произведение пористости однородных фракций;

α — коэффициент, учитывающий степень забивки пор скелета. Для двухфракционной смеси $\alpha=1{,}7 \div 1{,}8$; для трехфракционной смеси $\alpha=0{,}95 \div 1{,}0$; для пятифракционной смеси $\alpha=0{,}10 \div 0{,}12$.

Возможность получения слабопроницаемой смеси из наибольшего количества фракций грунтов имеет большое практическое значение. Поэтому при необходимости получения слабоводопроницаемой смеси сравнительно крупных фракций можно воспользоваться данными наших опытов и аналитическими подсчетами, проведенными Л. С. Лейбензоном для ромбоэдрической укладки фиктивных грунтов. До получения дополнительных данных для реальных грунтов можно руководствоваться следующими данными ромбоэдрической укладки фиктивных грунтов при пяти компонентах (табл. 1).

Таблица 1

Данные ромбоэдрической укладки пятикомпонентных фиктивных грунтов

Свойства	Смесь фракций				
	первичные	вторичные	третичные	четвертичные	пятиричные
Диаметр		0,414	0,225	0,177	0,116
Относительное количество	1	1	2	8	8
Доля пустот в смеси	0,2595	0,207	0,190	0,158	0,149
Вес сфер в окончательной смеси в %	77,08	5,47	1,75	3,31	0,97

ВЫВОДЫ

1. Результаты выполненных исследований показывают, что на фильтрационную способность крупных разнозернистых грунтов влияют очень много разнообразных факторов, которые до сего времени были не изучены или были изучены недостаточно. Для получения строгих зависимостей при оценке фильтрационной способности крупных грунтов необходимо продолжение накопления фактических данных.

Полагаем, что выполненные нами исследования будут способствовать решению этой задачи.

2. Для однородных грунтов, состоящих из частиц окатанной формы и крупностью до 5 мм, соответствует закон Дарси даже при значительных градиентах $У=4 \div 5$. С увеличением крупности частиц больше 5 мм линейный закон фильтрации не проявляется даже при незначительных градиентах.

3. У грунтов, состоящих из зерен различной крупности, при определенном их весовом соотношении коэффициенты фильтрации значительно меньше коэффициента фильтрации мелкой, более слабоводопроницаемой, фракции в смеси и метод эффективных диаметров для деления коэффициентов фильтрации в таких случаях применять нельзя.

4. Коэффициент фильтрации крупных разнозернистых грунтов можно определить по зависимости (2), учитывающей весовое соотношение мелкой фракции в смеси (P_0) и соотношение диаметров мелкой и крупной фракции $\frac{d_0}{d}$. Этой формулой можно пользоваться в тех случаях, когда разнозернистый грунт состоит из небольшого количества фракций. Этой же формулой можно пользоваться и тогда, когда соотношение крупности частиц «скелета» и «заполнителя» велико (например, аллювиальные отложения горной и предгорной зон рек).

5. На фильтрационную способность крупных разнозернистых грунтов, имеющих непрерывную гранулометрическую классификацию, большое влияние оказывает распределение частиц различной крупности (нами рассмотрено четыре вида распределения фракций).

Величина минимальных коэффициентов фильтрации для случаев преимущественного содержания мелкой и равномерного распределения всех фракций может быть определена по зависимости (4), а для определения коэффициентов фильтрации (при остальных двух видах распределения) установлена эмпирическая зависимость (3).

6. Из отдельных крупнозернистых фракций, имеющих высокие коэффициенты фильтрации при соответствующем подборе частиц по крупности, можно получить очень слабоводопроницаемый грунт (в несколько тысяч раз меньше, чем для однородного).

7. В опытах с фиктивными грунтами, отношение смежных диаметров которых равнялось 2, удалось достигнуть, по сравнению даже с самой мелкой составляющей, стократного уменьшения коэффициента фильтрации. Такое уменьшение коэффициента фильтрации происходит за счет резкого уменьшения крупности пор и общей пористости ($11 \div 13\%$).

8. Считаем возможным рекомендовать для практического пользования приведенные в данной работе зависимости впредь до получения новых данных из наблюдений в лабораториях и в натуре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вызго М. С. и Каграманов А. М. Фильтрация под Чумышской плотиной. Журнал «Ирригация и гидротехника», 1935.

2. Гордиенко П. И. Фильтрация воды через наброску рваного камня. Сборник трудов МИСИ им. В. В. Куйбышева, № 9, 1955.

3. Избаш С. В. О фильтрации в крупнозернистом материале. Известия ВНИИГ, 1, 1931.

4. Лейбензон Л. С. Движение природных жидкостей и газов в пористой среде. Гостехиздат, 1947.

5. Павловский Н. Н. Собрание сочинений, т. II, Изд-во АН СССР, 1955.

6. Пузыревский Н. П. Фильтрующие насыпи. Госстройиздат, 1934.

7. Срибный М. Ф. Теория и практика фильтрующих сооружений. М., 1934.

8. Сугуров Ш. Б. Опыт составления слабоводопроницаемых смесей крупнозернистых грунтов. Известия АН КазССР. Серия энергетическая, вып. 1 (15), 1959.

В. С. Буруменский,
зав. отделом КазНИИВХ, кандидат технических наук

Н. Атабаев,
инженер КазНИИВХ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

УДК 626.8 : 626.81/85

Рисовые системы строятся, как правило, в районах с мелиоративным состоянием земель, при котором возделывание других сельскохозяйственных культур затруднительно. Перспективными для развития рисосеяния в нашей республике являются низовья рек Или и Сыр-Дарьи. Земли этих районов для возделывания других сельскохозяйственных культур требуют проведения коренных мелиораций.

Как известно, важнейшей задачей мелиорации является предотвращение заболачивания (снижение уровня грунтовых вод) и вторичного засоления почв (обеспечение промывки).

Следует отметить, что в настоящее время в рисосеющих районах Казахстана, несмотря на достаточно развитую коллекторно-дренажную сеть, на вновь строящихся инженерных рисовых системах начинают появляться признаки ухудшения их мелиоративного состояния. В частности, на отдельных севооборотах Левобережного Кзыл-Ординского массива имеют место процессы заболачивания. И это не случайно: исследования водно-солевого баланса рисовых оросительных систем обычно ведутся рядом научных и проектных организаций без четкого и единого плана и методики. Ясно, что только объединение усилий и единая методика исследований могут обеспечить глубокие исследования и получение необходимых материалов.

Нам представляется, что исходя из требований сельского и водного хозяйства, состав водно-балансовых исследований на рисовых оросительных системах должен включать:

1) региональное изучение элементов водно-солевого баланса в основных районах рисосеяния на основной (реперной) наблюдательной сети;

2) проведение оперативных исследований по внутрихозяйственной и специальной водно-балансовой сети;

3) изучение водного и солевого баланса территорий оросительных систем и даже отдельных хозяйств.

Разумеется, что все перечисленные работы очень тесно связаны между собой и потому должны выполняться в комплексе. Только при этом условии возможна разработка достаточно эффективных способов изменения водно-солевого режима почв на рисовых системах.

Изучение водно-солевого баланса в региональном плане в настоящее время осуществляется на специальной сети режимных станций Министерства геологии СССР. Ведутся эти исследования только по гид-

рогеологическим районам, зачастую не обеспечивают требований орошаемого земледелия.

Последние два вида перечисленных выше работ, как правило, вообще не проводятся на рисовых системах или проводятся в очень ограниченном масштабе. К настоящему времени довольно большой объем водно-балансовых исследований на рисовых системах проведен в связи с установлением размеров оросительных норм. Однако эти исследования носят характер мелкоделяночных опытов и часто не учитывают не только специфики рисосеяния, но и хозяйственных условий водопользования. Наиболее целесообразным для рисовых систем могут быть водно-балансовые исследования производственных рисовых севооборотов, включая весь комплекс оросительно-коллекторной сети и прилегающих к ним неосвоенных территорий.

Методика водно-балансовых исследований на основных севооборотах крупных рисовых систем как для целей проектирования, так и эксплуатации представляется нам следующей.

Водный баланс опытного севооборота рассматривается как состоящий из двух балансов: а) баланса поверхностных вод севооборота в вегетационный период и б) баланса грунтовых вод севооборота и прилегающей территории (в годовом разрезе или в любые промежутки времени, связанные с фазами развития риса или формированием режима грунтовых вод). Такое разделение водного баланса даст наиболее полное представление как об основных статьях расходования оросительной воды, так и о режиме грунтовых вод севооборота и прилегающей территории.

В вегетационный период (от момента затопления до полного сброса поливных вод) водный баланс рисового севооборота записывается в следующем виде:

$$W+P=(E+T)+E_1+E_2+(S+Д)+O_в+O_б+П+Ф_с\ldots \quad (1),$$

где: W — водоподача на севооборот;
P — осадки;
$(E+T)$ — суммарное водопотребление риса;
E_1 — испарение с водной поверхности оросительной и коллекторно-сбросной сети;
E_2 — суммарное водопотребление севооборотных культур;
$(S+Д)$ — сумма всех поверхностных сбросов и дренажный сток;
$O_в$ — вертикальная фильтрация в глубь почво-грунта;
$Ф_с$ — фильтрационные потери из оросительной сети;
$O_б$ — боковой отток под прилегающую территорию;
$П$ — затраты оросительной воды на затопление почво-грунта до полной влагоемкости.

Для крупных рисовых систем Казахстана в определенный момент времени характерно смыкание поверхностных и грунтовых вод.

В связи с образованием единого водоносного горизонта при смыкании грунтовых и поверхностных вод запасы первых в течение оросительного периода остаются практически неизменными, то есть $Ф_в \approx O$. Боковой отток под прилегающую территорию на крупных рисовых севооборотах осуществляется лишь из ограждающей их коллекторно-сбросной сети. Эта величина очень мала и в практических расчетах может не учитываться, то есть и $O_б \approx O$. Разумеется, это справедливо лишь для тех условий, когда глубина залегания грунтовых вод сравнима с глубиной вреза магистральной коллекторно-сбросной сети.

Таким образом, исследования баланса поверхностных вод на ключевых севооборотах могут быть сведены к определению фильтрационных потерь из магистральных оросительных каналов, исследованию суммарного водопотребления риса и других культур севооборота, испарения с поверхности почвы (в том числе с незанятых полей) и коллекторно-сбросной сети, сбросного и дренажного стока. Затраты воды на испарение с водной поверхности, оросительной и коллекторно-сбросной сети также малы по сравнению с основными расходными статьями баланса, то есть $E_1 \approx O$.

С учетом вышеуказанного уравнение баланса поверхностных вод крупного севооборота в вегетационный период может быть представлено в следующем виде:

$$P + (Q_1 - Q_2) = (E + T) + E_1 + E_2 + (Q_4 - Q_3) + П + \Phi_c, \qquad (3)$$

где: $(Q_1 - Q_2)$ — разность объемов воды в верхнем и нижнем створе на магистральном канале, питающем севооборот (суммарная водоподача плюс фильтрационные потери);

$(Q_4 - Q_3)$ — разность объемов воды в нижнем и верхнем створах на основном коллекторе.

Такое представление баланса поверхностных вод севооборота в целом за вегетационный период или за любые более мелкие промежутки времени дает возможность судить о процессах накопления или расходования оросительной воды.

Исследования режима и баланса грунтовых вод как в севообороте, так и на прилегающей территории должны проводиться в течение всего года в три непрерывно следующих друг за другом этапа:

1) довегетационный (дополивной);
2) вегетационный (поливной);
3) послевегетационный (послеполивной).

В послевегетационный период изучаются в основном процессы размыкания поверхностных и грунтовых вод, а также интенсивность разгрузки ирригационного купола. Эти исследования, проводимые наряду с изучением дренажного стока в магистральной коллекторно-сбросной сети, могут дать ценные сведения о фильтрационной способности почвогрунтов сразу на большой площади. Границей между послеполивным и дополивным периодами можно считать дату установления относительно стабильного уровня грунтовых вод на севообороте. Разумеется, введение дополивного и послеполивного периодов является условным. В этом случае можно ограничиться выделением только одного периода, продолжительность которого равна сумме названных. В практике водно-балансовых исследований на орошаемых землях при изучении режима и баланса грунтовых вод применяются два метода — экспериментальный и гидродинамический, причем экспериментальный метод является основным.

При решении баланса грунтовых вод орошаемых земель широкое распространение получили уравнения, предложенные М. М. Крыловым, Д. М. Кацем, С. Ф. Аверьяновым, Н. Н. Ходжибаевым.

В применении к рисовым системам баланс грунтовых вод, как правило, не рассматривается, что значительно снижает ценность проводимых работ. Только комплексное изучение баланса поверхностных и грунтовых вод, выяснение их взаимосвязанности может дать наиболее полное представление о процессах миграции солей и влаги на таких сложных системах, как рисовые.

Анализ имеющихся уравнений баланса грунтовых вод показал, что достаточно эффективным в применении к рисовым системам может быть несколько видоизмененное уравнение М. М. Крылова.

Вследствие того, что режимообразующие факторы в течение года проявляются на рисовых системах по-разному, могут быть составлены два уравнения баланса грунтовых вод для двух периодов: первое уравнение для довегетационного и послевегетационного периодов, второе — для вегетационного периода.

В первом случае баланс грунтовых вод представляется в следующем виде:

$$(\beta_m - \beta_п)\,\Delta h = (A + П_{гр} + K) - (И + Q_{гр}), \qquad (4)$$

где: β_m — полная влагоемкость почво-грунта над зеркалом грунтовых вод;

$\beta_п$ — предельно-полевая влагоемкость грунтов той же зоны;

Δh — изменение запасов грунтовых вод за исследуемый период;

A — количество атмосферных осадков, просочившихся до грунтовых вод;

$П_{гр}$ — подземный приток грунтовых вод извне на балансовый севооборот;

K — питание грунтовых вод за счет конденсационной влаги;

$Q_{гр}$ — отток грунтовых вод за пределы севооборота;

$И$ — испарение грунтовых вод.

При решении этого уравнения применяется гидродинамический метод определения инфильтрации и испарения грунтовых вод (метод конечных разностей). Заменяя буквенные выражения $(A+K)$ через $+W$ и И через W_2, получаем окончательное уравнение в следующем виде:

$$(\beta_m - \beta_п)\,\Delta h = П_{гр} - Q_{гр} \pm W \qquad (5)$$

Вегетационный (поливной) период характеризуется тем, что на режим грунтовых вод доминирующее влияние оказывает ирригационный фактор и смыкание грунтовых вод с оросительными.

Расходные и приходные статьи баланса грунтовых вод за этот период складываются из следующих элементов:

I. Приходная часть:

а) подземный приток грунтовых вод извне ($П_{гр}$);

б) подпитывание грунтовых вод севооборота за счет постоянных фильтрационных потерь из оросительной сети ($Ф_п$);

в) питание грунтовых вод за счет подаваемой на севооборот оросительной воды (tn).

II. Расходная часть:

а) подземный отток грунтовых вод за пределы севооборота ($Q_{гр}$);

б) объем грунтовых вод, выклинившихся в коллекторно-дренажную сеть ($У_в$);

в) испарение грунтовых вод вместе с транспирацией (И).

В этом случае уравнение баланса грунтовых вод за вегетационный период принимает вид (без учета менее значительных статей баланса — конденсации и осадков):

$$M\Delta n = (П_{гр.} + Ф_п + fn) - (Q_{гр} + У_в + И)... \qquad (6)$$

Применяя гидродинамический метод определения приходных и расходных статей баланса грунтовых вод и заменяя буквенные выражения ($Ф_п$ +fn) через +W и ($У_в$ +И) через −W, получаем уравнение баланса грунтовых вод севооборота в вегетационный период в следующем виде:

$$M\triangle h=П_{гр.}-Q_{гр}+W... \quad (7)$$

Как видно, уравнения 5 и 7 похожи, с той лишь разницей, что при решении левой части уравнения в первом случае используются значения полной и предельной полевой влагоемкости, а во втором — водоотдача водоносной толщи грунтов (в данном случае имеется в виду зона аэрации при смыкании грунтовых и оросительных вод). Кроме того, в значение ±W уравнений вкладываются различные элементы баланса.

При определении испарения и инфильтрационного питания грунтовых вод в обоих случаях могут быть применены уравнения Г. Н. Каменского в конечных разностях и Дарси. Подземный поток на границах балансового севооборота и прилегающей к нему территории для удобства расчетов (даже несмотря на неоднородность водовмещающих грунтов по вертикали) может рассматриваться как плоский.

Фильтрационные потери из оросительной сети, в том числе магистральной, могут определяться обычными гидрометрическими способами или методом электродинамических аналогий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянов С. Ф. Фильтрация из каналов и ее влияние на режимы грунтовых вод. Сб. 1, АН СССР, М., 1956.

2. Зайцев В. В. Рисовая оросительная система. «Колос», М., 1969.

3. Каменский Г. П. и др. Гидродинамические основы изучения режима грунтовых вод и его изменение под влиянием искусственных факторов (метод конечных разностей). Тр. ЛГГГ, т. XXXVII. АН СССР, 1950.

4. Крылов М. М. К методике изучения водного баланса орошаемых территорий. Ташкент, 1939.

5. Кац Д. М. Контроль режима грунтовых вод на орошаемых землях. «Колос», М., 1967.

6. Ходжибаев Н. Н., Алимов М. С. Региональный водно-солевой баланс Голодной степи. «Фан», Ташкент, 1966.

Том I *1975 г.*

А. С. Байканов,
главный специалист института «Казгипроводхоз»

Г. А. Хворов,
главный гидрогеолог отдела инженерной геологии и гидрогеологии института «Казгипроводхоз»

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В КОМПЛЕКСЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАБОТ

УДК 551.83 : 614.131.6

Накопленный в институте «Казгипроводхоз» многолетний опыт изысканий и исследований на различных объектах гидротехнического строительства показывает, что наиболее полная характеристика природных условий того или иного объекта (массива орошения, водохранилищного узла и т. д.) может быть получена только при комплексном его изучении.

В состав комплекса, наряду с инженерно-геологическими, гидрогеологическими и почвенно-мелиоративными, входят геофизические исследования. В «Казгипроводхозе» они широко применяются при решении целого ряда вопросов на проектируемых массивах орошения, на водохранилищах, по трассам магистральных каналов и водопроводов, на объектах водоснабжения и обводнения.

Геофизические исследования в комплексе с другими видами работ на массивах орошения проводятся как для решения задач регионального характера, так и для решения конкретных вопросов, возникающих в процессе выполнения гидрогеологических и инженерно-геологических съемок различного масштаба от 1 : 200 000 до 1 : 50 000.

Из обширного комплекса геофизических методов и модификаций в практике работ на массивах орошения получили распространение электроразведочные методы на постоянном токе: метод вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ), метод электропрофилирования в различных модификациях (установки Веннера, Гуммеля, КП и др.), методы заряженного тела и естественного электрического поля, вызванных потенциалов в модификации ВЭЗ, а также сейсморазведка преломленных волн, электронно- и гамма-каротажные исследования в скважинах.

С 1967 г. по настоящее время геофизические работы площадного характера в масштабе 1 : 200 000 и крупнее были выполнены на массивах орошения: Каратальском и Лепсинском в Талды-Курганской области, Ташуткульском и Свердловском в Джамбулской области, Акдалинском и Чарынском в Алма-Атинской области, Амангельдинском в Гурьевской области, Караколском в Семипалатинской области.

В результате проведенных геофизических исследований на перечисленных массивах при значительном снижении объема разведочного бурения получены сведения, необходимые для дальнейших гидрогеолого-мелиоративных расчетов и проектирования:

глубина и характер залегания кровли регионального водоупора, обычно представленного отложениями ниже-четвертичного или неоген-палеогенового возраста;

расчленены рыхлые образования по их литологическому составу с выделением водораздельных слоев и горизонтов;

водопроницаемость водовмещающих толщ и горизонтов;

глубина залегания и минерализация первого от поверхности водоносного горизонта.

Полученные данные в совокупности с данными комплексных инженерно-геологических съемок позволили с высокой степенью достоверности построить карты кровли регионального водоупора и водораздельных слоев, карты водопроводимости, глубины залегания и минерализации грунтовых вод.

Данные геофизических исследований хорошо увязываются с геоморфологическими элементами рельефа, структурно-тектоническим строением районов исследования.

Решения конкретных задач на массивах орошения заключаются в определении направления и скорости грунтового потока в одиночных скважинах методом заряженного тела, кругового измерения естественного поля, в определении радиуса и характера депрессионной воронки при откачках методом измерения естественного поля в радиально-лучевых направлениях. Последние работы позволяют судить о анизотропии фильтрационных свойств водоносного горизонта и учитывать факторы, влияющие на коэффициент фильтрации, определенный откачками.

В порядке опытно-методических работ на Чарынском массиве орошения определялись скорости рассоления почв в рисовых чеках после промывок. Опыты заключались в одновременном отборе проб грунта для анализа на засоленность и проведении электрометрических измерений в различные сроки вегетационного периода. Первые опыты дали обнадеживающие результаты.

На опытно-балансовых площадках используются радио-изотопные приборы НИВ-1, ППГ-1, ПГП-1.

Геофизические методы разведки получили применение и при линейных изысканиях. Работы по определению коррозийной активности почвогрунтов проведены по целому ряду водопроводов (Тайпакский водопровод в Гурьевской области, Иргизский водопровод в Актюбинской области и др.). Сходимость в определениях коррозийной активности грунтов, выполненных лабораторным и геоэлектрическим методами, достигает 98%, что позволяет в значительной степени сократить объем разведочных выработок и лабораторных исследований.

По трассам магистральных каналов значительной протяженности в зависимости от конкретных природных условий геофизическими методами решаются различные задачи — от определения мощности просадочных покровных грунтов и глубины залегания подземных вод до выделения зон тектонических нарушений, зачастую погребенных под толщей покровных отложений.

Применение методов ВЭЗ и комбинированного электропрофилирования в комплексе с сейсмозондированием, магниторазведкой и каротажем получило распространение при исследовании на водохранилищах и створах плотин. Геофизические работы здесь ведутся обычно в масштабе 1 : 10 000 и по линиям проектных створов.

Задача геофизических исследований при этом заключается в выявлении зон повышенной трещиноватости, зон тектонических нарушений и их параметров, определении мощности рыхлых отложений и закарстованности и т. д. Положительное решение эти вопросы нашли при проведении комплексных исследований на Чарском, Карагалинском, Кандысуйском

и Бартогайском водохранилищах, расположенных в различных структурно-тектонических регионах с различным комплексом скальных и рыхлых пород.

На объектах обводнения и водоснабжения заложению разведочных скважин зачастую предшествуют геофизические исследования, позволяющие получить предварительные данные о степени трещиноватости и обводненности скальных пород или о глубине залегания и мощности перспективных водоносных пластов. В пробуренных скважинах обязателен электрокаротаж и гамма-каротаж, которые с достаточной достоверностью выделяют продуктивные горизонты для установки фильтровых колонн, а также дают довольно подробное фациально-литологическое расчленение разреза. Широкое внедрение в практику гидрогеологических работ каротажных исследований позволяет нам все в больших размерах переходить к более скоростному и дешевому роторному бурению не только при разведке источников орошения и обводнения, но и при бурении опорных скважин на массивах орошения.

В настоящее время внедряются в практику последние достижения нового метода — метода расходометрии.

Круг задач, решаемых геофизическими методами, быстро расширяется. При умелом комплексировании с другими видами работ геофизические исследования позволяют получать наиболее полную характеристику природных условий на том или ином объекте гидротехнического строительства при значительном сокращении дорогостоящих буровых горнопроходческих и опытно-фильтрационных работ.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Том I *1975 г.*

М. М. Бейлинсон,
доцент кафедры физики КазПИ им. Абая

МЕТОДЫ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА МОЩНОСТИ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА

УДК 551,326.85,03

В Казахстане числится большое количество рек и озер, которые в той или иной степени используются в народном хозяйстве. Кроме того, создано большое количество прудов, копаней и водохранилищ для водоснабжения населенных пунктов, водопоя скота и орошения, а также для культурно-бытовых нужд. При проектировании искусственных водоемов, предназначенных для сельскохозяйственного водоснабжения и водопоя скота, используемых в зимний период, предусматривается в общем объеме полезный объем на льдообразование. Величина его колеблется в зависимости от географического расположения водоемов на территории Казахстана, от 0,5 до 2 м, что увеличивает объем искусственного водоема и затраты на строительство плотин, перегораживающих и других сооружений, тем самым удорожая стоимость 1 м^3 аккумулированной воды в них.

Толщина льда в водоемах, особенно в мелких, которых насчитывается в Казахстане десятки тысяч, резко отражается на состоянии и развитии рыб. При значительной толщине льда в водоемах рыба погибает от недостачи кислорода, что наносит огромный ущерб народному хозяйству; возможны серьезные срывы в водоснабжении колхозов и совхозов. Отсутствие разработанных мероприятий по борьбе с заторами может привести к затоплению населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий, железных и автодорог, к разрушению ирригационных систем и сооружений.

Знание предстоящего распределения мощности ледяного покрова по акватории позволяет заблаговременно и правильно выбрать места для перехода по льду, а также перегона скота по льду, определять сроки начала и окончания подледного лова рыбы, правильно решать многие практические задачи.

И, конечно, очень важно иметь простейшие рекомендации для предвидения наступления различных ледовых явлений, в той или иной степени затрудняющих сельскохозяйственным органам использование водных ресурсов в зимних условиях.

Вопросы долгосрочного и краткосрочного прогноза замерзания рек и водоемов Казахстана нами освещались в ряде работ. В данной же статье излагаются вопросы, связанные с прогнозированием интенсивности нарастания толщины льда, даты достижения определенной толщины льда.

Надо сказать, что до сих пор как долгосрочные, так и краткосрочные прогнозы толщины льда совсем не составлялись. Между тем, в отдельных

случаях можно строить прогностические графики толщины льда на разные даты. Такие графические зависимости позволяют прогнозировать максимальную толщину льда или толщину льда на определенные даты с заблаговременностью до двух месяцев. Подобные зависимости выявлены для участка реки Нуры у села Романовского, озера Кумдыколь — у колхоза им. Маншук Маметовой, озера Балхаш — залив Бертыс, но они возможны не для всех водных объектов.

В основу физически обоснованного прогноза даты нарастания толщины льда до определенных значений могут быть положены количественные характеристики процессов в верхних слоях атмосферы и времени формирования сибирского антициклона над территорией Казахстана. Для характеристики воздушных потоков в тропосфере над рассматриваемой территорией мы вычисляли индекс атмосферной циркуляции I по формуле:

$$I = I_з - I_в \qquad (1)$$

где $I_з$ — средний геопотенциал западного сферического прямоугольника, вычисляемый по картам барической топографии АТ-500 по станциям: Нарьян-Мар, Мурманск, Коми, Хельсинки, Архангельск, Сыктывкар, Киров, Йошкар-Ола, Ленинград, Рига, Смоленск, Москва, Вологда и Горький;

$I_в$ — средний геопотенциал восточного сферичного прямоугольника, вычисляемый по станциям: Новосибирск, Омск, Уфа, Оренбург, Актюбинск, Казалинск, Кустанай, Караганда, Семипалатинск, Балхаш, Алма-Ата, Ташкент, Душанбе и Ашхабад. Этот индекс характеризует как меридиональные затоки воздуха в тропосфере, так и в какой-то степени широтные. Между величиной индекса атмосферной циркуляции сентября и ноября четко прослеживается обратная связь, что позволило его использовать для долгосрочных прогнозов замерзания ряда водоемов (оз. Балхаш, Капчагайское водохранилище).

Большую роль в развитии осенних ледовых явлений играет формирование сибирского антициклона над территорией Казахстана, который вызывает резкий скачок величины давления в период перестройки синоптических процессов от лета к осени. Время формирования этого антициклона можно определить по разности между средними месячными значениями атмосферного давления августа и сентября, с учетом атмосферных процессов августа ($\triangle P_{VIII-IX}$).

Малое изменение давления от августа к сентябрю характеризует поздние сроки формирования сибирского антициклона над Казахстаном, а большие значения разности давлений соответствуют ранним срокам его формирования.

Используя индекс атмосферной циркуляции сентября и изменение атмосферного давления от августа к сентябрю, нами рекомендуется формула для прогноза даты с толщиной льда 10, 20 и 30 см в начальный период ледостава

$$T_п = AJ_{IX} - B\triangle P_{VIII-IX} + C, \qquad (2)$$

где $T_п$ — число дней с 1 ноября до даты с определенной толщиной льда;

A, B и C — числовые коэффициенты, получаемые для каждого участка реки или водоема методом множественной корреляции при обработке данных наблюдений.

Так как большой ряд наблюдений за толщиной льда имеется по

Таблица 1

Сравнение фактических дат с определенной толщиной льда на оз. Балхаш — г. Балхаш с вычисленными по формуле 1 *по метеосиноптическим характеристикам августа и сентября*

Годы	Даты с $h_л = 10$ см			Даты с $h_л = 20$ см			Даты с $h_л = 30$ см		
	расчетная	фактическая	ошибка в днях (в периодах)	расчетная	фактическая	ошибка в днях (в периодах)	расчетная	фактическая	ошибка в днях (в периодах)
1945	25/XI	30/XI	—5(1)	5/XII	10/XII	—5(1)	20/XII	25/XII	—5(1)
1946	30/XI	30/XI	0	10/XII	10/XII	0	20/XII	15/XII	+5(1)
1947	10/XII	10/XII	0	15/XII	20/XII	—5(1)	30/XII	30/XII	0
1948	10/XII	5/XII	+5 (1)	15/XII	15/XII	0	30/XII	25/XII	+5(1)
1949	25/XII	25/XI	0	5/XII	5/XII	0	20/XII	15/XII	+5(1)
1950	25/XII	25/XII	0	30/XI	30/XI	0	15/XII	5/XII	+10(2)
1951	30/XI	—	—	10/XII	15/XII	—5(1)	25/XII	25/XII	0
1952	20/XI	—	—	25/XI	20/XI	+5(1)	10/XII	20/XII	—10(2)
1953	5/XII	20/XI	+15(3)	10/XII	5/XII	+5(1)	25/XII	15/XII	+10(2)
1954	30/XI	5/XII	—5(1)	10/XII	15/XII	—5(1)	25/XII	25/XII	0
1955	10/XII	25/XII	—15(3)	15/XII	30/XII	—15(3)	30/XII	5/I	—5(1)
1956	5/XII	—	—	15/XII	20/XII	—5(1)	30/XII	30/XII	0
1957	25/XI	5/XII	—10(2)	5/XII	20/XII	—15(3)	20/XII	30/XII	—10(2)
1958	10/XII	—	—	20/XII	20/XII	0	30/XII	25/XII	+5(1)
1959	25/XI	—	—	30/XI	5/XII	—5(1)	15/XII	15/XII	0
1960	25/XI	—	—	5/XII	30/XI	+5(1)	15/XII	5/XII	+10(2)
1961	5/XII	5/XII	0	15/XII	15/XII	0	25/XII	20/XII	+5(1)
1962	5/XII	—	—	10/XII	5/XII	+5(1)	25/XII	20/XII	+5(1)
1963	10/XII	5/XII	+5(1)	15/XII	25/XII	—10(2)	30/XII	30/XII	0 —
1964	30/XI	—	—	10/XII	15/XII	—5(1)	25/XII	30/XII	—5(1)
1965	5/XII	—	—	10/XII	10/XII	0	25/XII	20/XII	+5(1)
1966	20/XI	25/XI	—5(1)	25/XI	30/XI	—5(1)	10/XII	15/XII	—5(1)
1967	5/XI	—	—	15/XI	—	—	30/XI	15/XI	+15 (3)
1968	5/XI	—	—	10/XI	—	—	25/XII	20/XII	—5(1)
1969	25/XI	—	—	5/XII	10/XII	—5(1)	20/XII	25/XII	—5(1)
1970	20/XI	—	—	30/XI	—	—	15/XII	30/XII	—15 (3)
1972	30/XI	10/XII	—10(2)	10/XII	15/XII	—5(1)	25/XII	25/XII	0
Среднее:	30/XI	5IXII	—5(1)	10/XII	10/XII	0	20/XII	20/XII	0

оз. Балхаш, то на примере данного водоема проводились проверочные расчеты. Для участка оз. Балхаш у г. Балхаш при математической обработке данных наблюдений получены следующие выражения для прогноза даты нарастания толщины льда до 10 см (T_{10}), до 20 см (T_{20}) и до 30 см (T_{30}).

$$T_{10}=0{,}58J_{IX}-4{,}11\triangle P_{VIII-IX}+60, \quad (2а)$$

$$T_{20}=0{,}58J_{IX}-4{,}11\triangle P_{VIII-IX}+68, \quad (2б)$$

$$T_{30}=0{,}58J_{IX}-4{,}11\triangle P_{VIII-IX}+83. \quad (2в)$$

Формула 2 позволяет объективно составлять долгосрочные прогнозы даты с определенной толщиной льда с заблаговременностью от двух до трех месяцев и более, консультировать заинтересованные организации. Результаты опытных прогнозов за 1945—1972 гг. приведены в табл. 1. При расчете — прогнозе даты с определенной толщиной льда учитывалось, что измерение толщины льда проводится на водомерных постах 5, 10, 15, 20, 25 и 30 числа каждого месяца и соответственно проводилось округление расчетных дат.

Таблица 2

Величина параметров h^1 и h^2 для различных участков оз. Балхаш

Водомерный пост	Величина h^1 для периода нарастания толщины льда, см	Величина h'' для периода таяния льда, см
Бухта Бурул-Байтал	3	2
Станция Чиганак	2	1,5
Город Балхаш	9	7,5
Пролив Бурлю-Тобе	11	8
Бухта Кара-Шаган	9	7,5
Остров Алгазы	5	3,5

Как следует из табл. 1, обеспеченность прогноза даты нарастания толщины льда до 10 см составляет 71% при заблаговременности от 51 до 86 дней; обеспеченность прогноза даты нарастания толщины льда до 20 см составляет 88% при заблаговременности от 51 до 91 дня; обеспеченность прогноза даты нарастания толщины льда до 30 см составляет 74% при заблаговременности от 61 до 97 дней.

Составление прогноза по формуле 2 требует умения работать с синоптическими картами, что требует специальной подготовки. Поэтому нами разработан более простой метод прогноза толщины льда по температуре воздуха с заблаговременностью до 40 дней, для составления которого не требуется особой подготовки; надо только фиксировать ежедневно температуру воздуха и использовать месячные прогнозы погоды. Эта методика может быть использована для прогноза толщины льда на тех реках, озерах, водохранилищах Казахстана, где имеет место сдувание снега со льда, либо мало меняется высота снега на льду из года в год. Покажем это на примере оз. Балхаш.

Прогностическая зависимость толщины льда ($h_л$) определяется по сумме отрицательных средних суточных температур воздуха от даты начала ледостава до расчетной даты $\Sigma\Theta$ — Для прогноза на оз. Балхаш пользуемся формулой

$$h_л=2{,}5\sqrt{\Sigma\Theta}-h', \quad (3)$$

где h^1 — параметр, учитывающий распределение снега на поверхности льда, ветровой режим, облачность, выбор метеорологической станции и другие характеристики. Величина параметра h^1 для различных участков оз. Балхаш показана в табл. 2.

Приведенная выше формула получена в результате математической обработки натурных многолетних наблюдений на оз. Балхаш. Хотя здесь

из многочисленных факторов, влияющих на формирование ледяного покрова учитывается лишь температура воздуха, значения толщины льда, рассчитанные по формуле 3, близки к измеренным значениям мощности ледяного покрова. Это объясняется тем, что чаще всего температура воздуха определяет соотношение и изменение составляющих уравнения теплового баланса к верхней поверхности льда. Обычно из всех метеорологических элементов только температура воздуха отображает изменение толщины ледяного покрова во времени.

Для прогноза толщины льда в период его таяния пользуемся формулой:

$$h_д = 1{,}9\sqrt{\Sigma\Theta} - h'', \qquad (4)$$

где величина h'' определяется по табл. 2.

Этой формулой лучше пользоваться с марта, так как максимальных значений толщина льда на оз. Балхаш достигает в третьей декаде февраля.

Сумма температуры воздуха определяется по прогнозу погоды. До даты составления прогноза вычисляются фактические суммы температур по данным измерения метеорологических станций, а затем по прогнозу погоды. В формулах 3 и 4 сумма температур стоит под знаком квадратного корня. Поэтому неточности прогноза погоды сказываются в прогнозе толщины льда минимально (табл. 3).

Таблица 3

Сопоставление погрешности между прогнозируемыми и фактическими значениями толщины льда на оз. Балхаш за 1966—1972 гг.

Водопост	Всего случаев	Погрешность							
		0±5 см		0±7 см		0±10 см		0±15 см	
		число случаев	%	число случаев	%	число случаев	%	число случаев	%
а) Прогноз с заблаговременностью 40 дней									
о. Алгазы	29	24	83	25	86	27	93	29	100
г. Балхаш	29	22	76	25	86	28	96	29	100
ст. Чиганак	26	19	73	23	88	25	96	26	100
Всего	84	65	78	73	87	80	95	84	100
б) Периодные прогнозы с заблаговременностью 15 дней									
о. Алгазы	65	59	95	65	100	65	100	65	190
г. Балхаш	72	55	76	59	82	71	98	72	100
ст. Чиганак	62	49	79	58	94	62	100	62	100
Всего	199	163	82	182	92	198	99	199	100

По формулам 3 и 4 нами составлялись проверочные прогнозы за 1966—1972 гг., при этом строго использовались месячные прогнозы погоды за период ледостава. Для северного побережья Западного Балхаша использовались прогнозы погоды по Джезказганской области, причем брался нижний предел ожидаемой температуры воздуха. Для Восточного Балхаша использовались месячные прогнозы по Талды-Курганской и Алма-Атинской областям, причем в расчетах учтен верхний предел ожидаемой температуры воздуха. Для юго-западных районов оз. Балхаш использовались месячные прогнозы по Джамбулской области (верхний предел). Результаты проверочных прогнозов толщины льда приведены в табл. 3.

Как следует из таблицы 3, из 84 проверочных прогнозов, составлен-

ных с заблаговременностью в 40 дней, в 65 случаях погрешность прогноза составляла менее 5 см (обеспеченность — 78%). Средняя относительная погрешность — 4,5% в районе г. Балхаш; 5,1% — для о. Алгазы и 5,2% — для ст. Чиганак. Погрешность прогноза не превышает ±7 см в 73 случаях, ±10 см — 80 случаях. Максимальная погрешность не превышает 15 см.

Из 199 периодных прогнозов толщины льда с заблаговременностью 15 дней в 163 случаях погрешность прогноза не превышает ±5 см; в 182 случаях — не более ±7 см, в 198 случаях не превышает ±10 см.

По наставлению Главного управления гидрометслужбы при Совете Министров СССР допустимая погрешность прогноза определяется по формуле.

$$S_{доп} = \pm 0{,}674 \sqrt{\frac{\Sigma (h_л - \overline{h}_л)^2}{n-1}} \qquad (5)$$

где $h_л$ — измеренные значения толщины льда;
$\overline{h}_л$ — среднее значение толщины льда;
n — число измерений толщины льда.

Обеспеченность прогноза толщины льда с допустимой ошибкой, вычисляемой по формуле 5, равна 91% для района у г. Балхаш, 91% — по о. Алгазы и 95% — по ст. Чиганак. Допустимые погрешности прогноза толщины льда для о. Балхаш на разные даты приведены в табл. 4.

Таблица 4

Допустимые погрешности прогноза толщины льда на оз. Балхаш, вычисляемые по формуле 5

Даты	Толщина льда по водомерным постам		
	о. Алгазы	г. Балхаш	ст. Чиганак
10/XII	±3 см	±5 см	±3 см
20/XII	±3 см	±5 см	±2 см
30/XII	±5 см	±10 см	±5 см
10/I	±8 см	±9 см	±8 см
20/I	±10 см	±9 см	±8 см
30/I	±7 см	±9 см	±10 см
10/II	±7 см	±8 см	±10 см
20/II	±8 см	±9 см	±12 см
28/II	±6 см	±9 см	±12 см
10/III	±7 см	±11 см	±3 см

Долгосрочный прогноз даты нарастания толщины льда до определенных значений по метеосиноптическим характеристикам августа — сентября без использования прогноза погоды с заблаговременностью два-три месяца по формуле 2 окажет большую помощь народнохозяйственным организациям в планировании перестройки режима эксплуатации водного объекта в зимнее время. Формулы 3 и 4 для прогноза толщины льда с заблаговременностью до 40 дней по температуре воздуха с использованием месячных прогнозов погоды могут быть выявлены для многих рек и водоемов Казахстана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бейлинсон М. М. Исследование связи между замерзанием озера Балхаш и атмосферными процессами предшествующего периода. Труды КазНИГМИ, вып. 20, 1963.

2. Бейлинсон М. М. Метод долгосрочного прогнозирования сроков появления льда и установления ледостава на оз. Балхаш. Труды КазНИГМИ, вып. 18, 1963.

3. Бейлинсон М. М. Режим и прогноз осеннего ледообразования на оз. Алаколь. Труды КазНИГМИ, вып. 23, 1965.

4. Бейлинсон М. М. Расчеты и прогнозы образования ледяного покрова на оз. Балхаш. Труды Центрального института прогнозов, вып. 151, 1965.

5. Бейлинсон М. М., Пакалн Э. В. Ледовой режим озер и водохранилищ Карагандинской области. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 13, вып. 1 (Центральный и Южный Казахстан). Гидрометеоиздат, Л., 1966.

6. Бейлинсон М. М., Пакалн Э. В. Ледовый режим рек Карагандинской области. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 13, вып. 1 (Центральный и Южный Казахстан). Гидрометеоиздат, Л., 1966.

7. Бейлинсон М. М. Ледовый режим оз. Балхаш. Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 13, вып. 2 (Центральный и Южный Казахстан). Гидрометеоиздат, Л., 1970.

8. Бейлинсон М. М. Опыт составления долгосрочных ледовых прогнозов в Южном Казахстане. Труды КазНИГМИ, вып. 41, 1971.

Э. В. Гершунов,
зав. сектором Алма-Атинского отдела КазНИИВХ

ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 631.6.004

Оросительные системы — это сложные водохозяйственные предприятия, обеспечивающие регулирование природных процессов на орошаемых территориях путем изменения их водного режима. Можно выделить две основные задачи эксплуатации оросительных систем:

а) регулирование водного режима орошаемой территории в пределах, создающих желаемое изменение других процессов (воздушных, солевых);

б) поддержание оросительной системы в исправном состоянии и улучшение ее состояния.

Регулирование природных процессов на орошаемых землях с помощью ирригационных устройств является предметом агромелиоративной эксплуатации оросительных систем.

Методы и приемы поддержания ирригационных устройств в исправном состоянии, улучшения этих устройств, а также организация социалистических водохозяйственных предприятий по оперативному управлению, маневрированию и пользованию государственными (межхозяйственными) системами являются предметом технической эксплуатации оросительных систем.

Выделение понятия агромелиоративной эксплуатации оросительных систем необходимо потому, что за понятием технической эксплуатации систем иногда теряются и забываются те цели, для которых создаются оросительные системы. Не случайно поэтому бывает, когда технически совершенная оросительная система не дает желаемого результата.

Основу агромелиоративной эксплуатации оросительных систем составляет плановое водопользование, включающее работы, проводимые на оросительных системах по водозабору, распределению воды по системе, организации и проведению поливов в соответствии с потребностью возделываемых растений.

Сущность работ по повышению урожайности заключается в том, чтобы направлять ход процесса формирования урожая по наилучшим (оптимальным) путям. Для этого надо знать, что такое оптимальный ход процесса, уметь его контролировать и обеспечивать нормальное его течение.

Плановое водопользование призвано контролировать и обеспечивать оптимальный ход снабжения растений водой. Главная задача планового водопользования — привести в соответствие потребность растений в воде с водообеспеченностью источника орошения, производительностью насосно-силового оборудования (при механической водоподаче), пропускной способностью оросительной сети, наличием и производительностью рабо-

чей силы и механизмов для производства полива, а также с другими операциями по уходу за посевами.

Перечисленные задачи планирования водопользования могут быть решены при помощи экономико-математических методов и применения ЭВМ.

Простейшая экономико-математическая модель оптимального планирования водопользования может быть сформулирована таким образом:

найти максимум прибыли с орошаемой площади, которую можно получить, производя поочередно поливы культур в условиях ограничений по воде, рабочей силе, механизмов для полива и обработок и выполнения плана по урожайности. Математическая запись задачи:

— найти максимум функционала

$$П = \sum_{i=1}^{n} [X_i \cdot T \cdot Д_{пi} + (\omega_i - X_i T) Д_{oi}] \longrightarrow \max \qquad (1)$$

при условии выполнения ограничений:

1) по водным ресурсам

$$Q_c = \frac{0{,}0116}{\eta_c} \sum_{i}^{n} m_i X_i \leqslant Q_p \qquad (2)$$

2) по плановому выходу основных видов продукции

$$У_{пi} X_i T + У_{oi} (\omega_i - X_i T) \geqslant У_{пл} \omega_i \qquad (3)$$

3) по производственным ресурсам

$$\sum_{i}^{n} \beta_{is} \leqslant X_i \; T_s, \qquad (4)$$

$$S = 1, 2, 3 \ldots, q$$

4) неотрицательности искомых переменных

$$Xi \geqslant 0, \qquad (5)$$

где П — функция цели — прибыль, получаемая с орошаемой площади, руб.;

X_i — искомая переменная — суточная площадь полива в га на i-том участке; i=1, 2, 3, . . . n;

T — планируемый период в днях;

$Д_{пi}$ — чистый доход, который можно получить, если участок в планируемый период будет полит, руб/га;

$Д_{oi}$ — то же, если участок не будет полит;

ω_i — площадь i-того участка, га;

m_i — поливная норма на i-том участке, м³/га;

Q_c — расход воды, забираемый в систему, л/сек;

Q_p — расход воды в источнике орошения или пропускная способность магистрального канала, л/сек;

η_c — к.п.д. оросительной сети;

$У_{пi}$ — урожайность культуры на i-том участке в случае полива этого участка, ц/га;

$У_п$ — урожайность культуры на i-том участке, если участок не будет полит, ц/га;

$У_{ло}$ — плановая урожайность, ц/га;

β_{is} — нормативный коэффициент затрат S-того ресурса;

T_s — запасы этого ресурса.

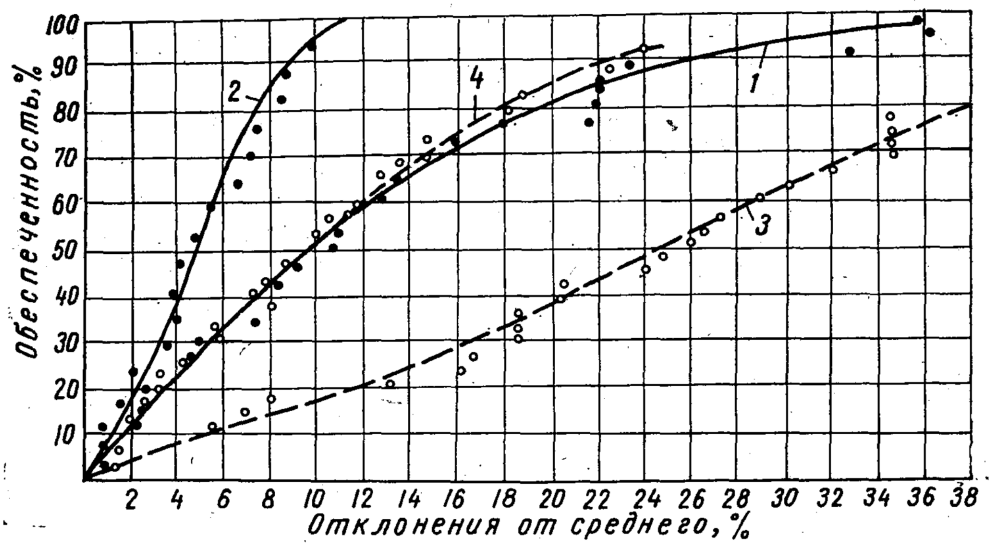


Рис. 1. Репрезентативность различных способов определения средней влажности почвы на одногектарном участке:

1 и *2* — до полива; *3* и *4* — после полива; *1* и *3* — по одной точке (4 скважины); *2* и *4* — по четырем точкам (16 скважин)

Чистый доход зависит от урожайности культур, а урожайность в свою очередь зависит от влажности почвы. Поэтому для оптимального планирования в условиях каждого хозяйства необходимо знать зависимость урожайности от влажности почвы [У=Х(В)] и чистого дохода от урожайности [Д=Х(У)]. В связи с этим надо изменить целевую направленность научно-исследовательских работ по изучению режима орошения сельскохозяйственных культур. Существующая методика исследований дает возможность определить (с очень малой точностью) сроки и число поливов для обеспечения оптимального водоснабжения данной культуры, тогда как для планирования и проведения поливов по оптимальному графику надо знать не только средние значения показателей поливного режима, но и их изменчивость, и не только при оптимальном водоснабжении данной культуры, но и при ущемленном в различные периоды ее развития.

Как видно из формулировки задачи оптимального планирования водопользования, для практической организации поливов по оптимальному плану большое значение имеют сведения о режиме регулируемого объекта — влажности почвы на посевах сельскохозяйственных культур (практически на каждом поливном участке системы).

Фактический материал измерения влажности почвы на поливном участке, приведенный на рис. 1, позволяет сделать оценку репрезентативности этого измерения: а) в одной точке (четыре скважины); б) в четырех точках (шестнадцать скважин), расположенных в вершинах квадрата 20×20 м; в) в четырех и более точках (шестнадцать и более скважин), произвольно распределяемых по участку. За меру репрезентативности принята обеспеченность (в процентах) получения результатов, отклоняющихся от генеральной средней не более чем на $\pm K\%$.

Как видно из графика, репрезентативность определения влажности

почвы в одной точке (4 скважины) с точностью не менее 10% составляет до полива 50%, а после полива лишь 18%. Это значит, что возможность получения значений с отклонениями от средней менее 10% до полива составляет 50% всех значений, а после полива — 18% всех значений.

Для получения достоверных (репрезентативность 90%, ошибка ±10%) значений влажности почвы необходимо на каждом поливном участке измерять влажность не менее, чем в пяти точках с четырехкратной повторностью в каждой точке, т. е. на поливном участке надо закладывать не менее 20 скважин, что практически сделать очень трудно.

Испытания существующих прямых методов определения влажности почвы для организации водопользования, проведенные нами, показали, что ни один из них не отвечает требованиям автоматической системы управления.

Для целей диагностики сроков полива и организации водопользования на крупных системах наиболее приемлемы гидрометеорологические методы, основанные на связи между метеорологическими показателями и условиями произрастания растений, в том числе и влажностью почвы. Так, в Агрофизическом институте ВАСХНИЛ разработано устройство для автоматического вычисления и регистрации теплобалансовых характеристик и показателей влагообеспеченности полей (Розеншток Ю. Л., 1960).

Экспериментальная проверка этого прибора показала, что он дает значения запасов влаги в почве, по достоверности не уступающие измеренным обычным термостатно-весовым способом. Но практическое применение этого прибора в условиях большой оросительной системы затрудняется необходимостью установки на каждом поливном участке двух пар датчиков для измерения температуры приземного слоя воздуха и его влажности на двух уровнях. Поэтому очень важно разработать метод определения динамики влажности почвы и влагозапасов под любой культурой с минимальными затратами средств. Представляет интерес биоклиматический метод, разработанный В. И. Алексеевым и Н. В. Данильченко и применяемый сейчас для проектирования режимов орошения сельскохозяйственных культур. Однако при применении этого метода в водопользовании обнаруживается ряд существенных недостатков, вытекающих из принципа самого метода — обеспечения оптимального водоснабжения растений. Дело в том, что в практике водопользования не всегда удается и не всегда необходимо поддерживать оптимальный уровень влажности почвы. Кроме того, сам оптимальный уровень не является постоянным; он изменяется в зависимости от напряженности метеорологических факторов. Метод основан на том, что суммарное водопотребление или суммарный расход воды с поверхности почвы принимается равным испаряемости, скорректированной с учетом биологических особенностей растений и изменением термического состояния территории под влиянием орошения путем введения коэффициентов $K_б$ и K_0:

$$E_v = E \cdot K_б \cdot K_0, \qquad (6)$$

где E_v — суммарное водопотребление;

E — испаряемость или максимально возможное испарение при данных метеоусловиях;

$K_б$ — биологический коэффициент, учитывающий биологические особенности культуры (главным образом величину листовой поверхности и возрастных изменений растений);

K_0 — микроклиматический коэффициент, характеризующий умень-

шение влагопоглощающей способности атмосферы над сельскохозяйственным полем под влиянием орошения.

В этой формуле оказываются неучтенными два фактора. Первый заключается в том, что суммарное водопотребление соответствует испаряемости только в условиях достаточного увлажнения. Многочисленными работами как советских, так и зарубежных ученых установлено, что при влажности почвы ниже критического значения происходит разрыв между водопотреблением и испаряемостью; водопотребление становится меньше испаряемости

$$\frac{E_v}{E}=\beta_1 \qquad (7)$$

где $\beta \leqslant 1$.

Установлено также, что в диапазоне от влажности завядания до некоторой критической влажности (r) соотношение $\frac{E_v}{E}=\beta$ находится почти в линейной зависимости от B:

$$\beta = a \cdot B, \qquad (8)$$

где a — коэффициент пропорциональности.

$$\text{При } B=r,\ E_v=E,\ \beta=1 \text{ и } a=\frac{1}{r} \qquad (9)$$

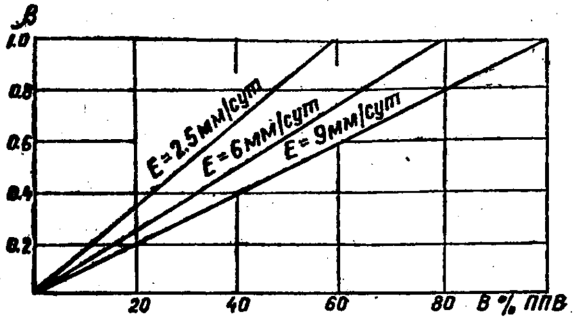


Рис. 2. Зависимость коэффициента β от влажности почвы и суточной испаряемости

Второй важный фактор заключается в том, что критическая влажность почвы зависит от испаряемости, при этом наблюдается увеличение критической влажности с увеличением испаряемости. В связи с этим величина критической влажности не постоянна в течение вегетации. Чем выше температура и ниже влажность воздуха, тем выше испаряемость и выше критическая влажность почвы, тем раньше растения начинают испытывать недостаток воды, тем раньше происходит снижение водопотребления. Все это можно иллюстрировать графиком, приведенным на рис. 2.

Обозначив влажность почвы в начале периода B_{i-1}, а в конце B_i и предположив, что изменение влажности почвы за этот период происходит по прямолинейному закону, можно формулу (7) записать в виде:

$$\frac{E_v}{E_{v'}}=\frac{B}{r}=\frac{B_i+B_{i-1}}{2r} \qquad (10)$$

Отсюда

$$E_v = E_{v'}\,\frac{B_i+B_{i-1}}{2r} \qquad (11)$$

где E_v' — водопотребление при оптимальной влажности почвы, определяемое по формуле (6)

Водный баланс за этот период можно написать в виде:

$$B_i = B_{i-1}+\frac{10h_i}{C_i}+\frac{\Delta W_i}{C_i}+\frac{\Gamma}{C_i}-E_{v'}\,\frac{B_i+B_i-1}{2r_i}, \qquad (12)$$

где B_{i-1} и B_i — влажность почвы в начале и в конце периода, % от предельной полевой влагоемкости почвы;

h_i — сумма осадков за период, мм;

ΔW_i — используемый запас влаги за счет увеличения слоя активного влагообмена, м³/га;

C_i — характеристика воднофизических свойств почв, определяемая по формуле:

$$C_i = \gamma_i \cdot H_i \cdot \underset{\sim}{nn}B_i,$$

где γ_i и $\underset{\sim}{nn}B$ — объемная масса (в т/м³) и полевая предельная влагоемкость (в весовых процентах), средние для слоя активного влагообмена H_i H_i(в м);

Γ_i — величина подпитывания грунтовыми водами, м³/га.

Решив уравнение 12 относительно B_i, получим:

$$B_i = \frac{B_{i-1}(2C_i r_i - E_{v'}) + 2r_i (10h_i + \Delta W_i + \Gamma}{2C_i + E_{v'}} \qquad (13)$$

Эта формула применима в случае, когда средняя за расчетный период влажность почвы ниже критической:

$$\frac{B_i + B_{i-1}}{2} < r \qquad (14)$$

Если это условие не удовлетворяется, то $\beta=1$, а $E=E_v'$ и уравнение 14 принимает вид:

$$B_i = Bi - 1 + \frac{\Delta E_{vi}}{C_i} \qquad (15)$$

где ΔE_{vi} — дефицит водопотребления (м³/га), равный

$$\Delta E_{vi} = 10h_i + \Delta W_i + \Gamma_i - E_{vi} \qquad (16)$$

По формулам 13 и 15 можно рассчитать динамику влажности почвы, зная исходную влажность почвы, характеристику водно-физических свойств почв, количество выпавших осадков, температуру и влажность воздуха за расчетные периоды, т. е. такие величины, измерение которых в условиях эксплуатационной службы оросительных систем не вызывает затруднений. Для измерения метеорологических условий можно использовать очень простую в эксплуатации метеостанцию М-49 или для ориентировочного расчета можно принимать данные ближайших государственных метеостанций, публикуемые в декадных агрометеорологических бюллетенях. Зная динамику влажности почвы, можно назначать сроки поливов и определять их нормы.

Резюмируя сказанное, можно наметить пути совершенствования оперативного водопользования на оросительных системах: применение гидрометеорологического метода прогноза влагообеспеченности поливных участков и на основе полученных данных находить оптимальное водораспределение методами экономико-математического программирования. Водоподача должна осуществляться в соответствии с ходом развития растений и меняющимися условиями внешней среды в увязке с тепловым и водным балансом участка, наличием рабочей силы и техники для полива, пропускной способностью каналов и наличием воды в источниках орошения. Порядок технологических операций, которые необходи-

мо осуществить на оросительной системе для применения оптимального управления, таков:

1. Изучение водно-физических свойств почв и составление «ирригационной карты» оросительной системы.

2. Определение начальной влажности почвы на поливных участках.

3. Организация метеонаблюдений на оросительной системе (наблюдения за температурой и влажностью воздуха, измерение количества выпавших осадков). При наличии станций и постов гидрометслужбы на территории оросительной системы можно использовать их данные.

4. Вычисление фактических влагозапасов на конец прошедшего периода (например, декады) и прогноз влагозапасов на следующий период.

5. Установление очередности полива на основе расчетов оптимизации использования воды и получения наибольшего экономического эффекта (максимум чистого дохода).

6. Согласование с хозяйствами, а в хозяйствах — с бригадами сроков и норм полива, расстановки рабочей силы и техники для полива и послеполивной обработки почвы.

7. Проведение необходимых регулировок по системе.

8. Контроль использования поливной воды и качества полива.

Внедрение такой технологии потребует технического перевооружения оросительных систем на основе применения АСУ, применения современных методов сбора и обработки информации. Этим будет обеспечено значительное повышение эффективности орошаемых земель.

Расчеты показывают, что обеспечение оптимального режима влажности почвы, например, в условиях Талгарской оросительной системы может увеличить продуктивность орошаемых земель в 1,6 раза. Прирост чистого дохода составит при этом в среднем с каждого гектара орошаемой площади 400 рублей.

ЛИТЕРАТУРА

Абишев Т. К. Экономика орошаемого земледелия. «Қайнар», Алма-Ата, 1970.

Алексеев В. И. Технический прогресс орошения в предгорных районах Казахстана. «Қайнар», Алма-Ата, 1973.

Алексеев В. И., Гершунов Э. В. Передовые приемы орошения. Казсельхозгиз, Алма-Ата, 1963.

Алпатьев А. М. Влагооборот культурных растений. Л., 1954.

Белов А. И. Математико-экономические расчеты в сельском хозяйстве. «Наука», Алма-Ата, 1965.

Будаговский А. И. Основные закономерности суммарного испарения. В сб. «Биологические основы орошаемого земледелия», АН СССР, М., 1957.

Гераскин Ю. А., Тепляков И. Н. Экономическая эффективность использования орошаемых земель в Казахстане. «Вестник сельскохозяйственной науки», 6, Алма-Ата, 1969.

Данильченко Н. В., Попыкин А. П. Методические указания по расчету режима орошения сельскохозяйственных культур в Казахстане. «Вестник научно-технической и производственной информации», 5, Казминмелиоводхоз, Казглавстрой, Алма-Ата, 1969.

Канторович Л. В. Пути применения математических методов в

сельскохозяйственном производстве. В сб. «Оптимальные модели орошения», М., 1972.

Константинов А. Р. Методика учета влияния биологических свойств культуры и погодных условий на режим орошения. В сб. «Биологические основы орошаемого земледелия». «Наука», М., 1966.

Константинов А. Р. Испарение с сельскохозяйственных полей. Гидрометеоиздат. Л., 1971.

Мезенцев В. С. Об уравнениях связи между элементами водного и теплового балансов участков суши. Труды СХИ. Омск, 1962.

Нерпин С. В., Саноян М. Г., Чудновский А. Ф. Автоматические дистанционные централизованные методы измерения испарения и показателя влагообеспеченности полей. В сб. «Биологические основы орошаемого земледелия». «Наука», М., 1966.

Пенман Х. Л. Растение и влага. Гидрометеоиздат, Л., 1968.

Савина С. С. Гидрометеорологический показатель засухи и его распределение на территории Европейской части СССР. М., 1963.

Саноян М. Г., Моссенко Н. А. Оценка влагообеспеченности растений методом теплового баланса. «Почвоведение», 6, М., 1966.

Смирнова С. И. Новые приборы и методика наблюдений над влажностью почвы (методическое пособие). Заочные курсы повышения квалификации специалистов агрометеорологов при ИЭМ, Обнинск, 1970.

Справочник гидротехника. «Қайнар», Алма-Ата, 1972.

Шумаков Б. А. Изучение водопотребления сельскохозяйственных растений — основа проектирования режима орошения. В сб. «Биологические основы орошаемого земледелия», АН СССР, М., 1957.

Том I *1975 г.*

Ф. Н. Ким,
зам. директора Казахского научно-исследовательского института водного хозяйства, кандидат сельскохозяйственных наук

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ И СООРУЖЕНИЙ

УДК 626.81/85 : 001.42

На современном этапе мелиорации земель главным является обеспечение значительного роста урожайности и увеличение производства всех видов сельскохозяйственной продукции на мелиорированных землях, расширение производства кормов для растущего общественного животноводства. В этих целях осуществляется большой комплекс водохозяйственных мероприятий; вводятся в действие новые орошаемые земли, повышается водообеспеченность и налаживается полив всех орошаемых земель в оптимальных нормах, реконструируются существующие и восстанавливаются старые неиспользуемые орошаемые земли, внедряется механизация и автоматизация полива сельскохозяйственных культур, налаживается интенсивная эксплуатация мелиоративных систем, особенно внутрихозяйственной сети и сооружений, и т. п.

Казахстан располагает большими возможностями для развития орошения и обводнения пастбищ. Поэтому народнохозяйственным планом текущей пятилетки намечено: ввести в действие 423,6 тыс. га орошаемых земель, в том числе 200 тыс. га лиманного орошения; обводнить не менее 32 млн. га пастбищ и реконструировать сооружения на 23 млн. га ранее обводненных пастбищ; создать высокопродуктивные луга и пастбища на площади 3,8 млн. га, в том числе орошаемые культурные пастбища на 70 тыс. га; построить групповые водопроводы для сельскохозяйственного водоснабжения общей протяженностью 3018 тыс. км.

Предусмотрены и соответствующие капитальные вложения, материально-техническое обеспечение объектов водохозяйственного строительства. Поэтому очень важно наиболее рационально использовать выделенные на мелиорацию капиталовложения, повышать технический уровень эксплуатации мелиоративных систем, внедрять прогрессивные организационные формы и максимальную механизацию ремонтно-эксплуатационных работ, широко применять автоматику и телемеханику на мелиоративных системах. И все это увязывать со специфическими особенностями водного хозяйства республики в различных природных зонах.

Улучшение эксплуатации и техническая реконструкция действующих оросительных систем

По размерам земель с оросительной сетью Казахстан занимает третье место в стране. В республике насчитывается 1547 тыс. га ирригационно подготовленных земель, из них фактически поливалось 1488,9 тыс. га, или 98%.

В настоящее время массивы (около 84%) орошаемых земель Казахстана размещены в пяти южных областях: Талды-Курганской, Алма-Атинской, Джамбулской, Чимкентской и Кзыл-Ординской. На них возделываются такие сельскохозяйственные культуры: сахарная свекла, рис, кукуруза, хлопчатник, овощи, картофель, плодовоягодные культуры, виноград, пшеница. На орошаемых землях урожай составил (в среднем): сахарной свеклы — 350 ц/га, зерновых культур — 22 ц/га, хлопка — 25 ц/га, риса (шалы) — 38 ц/га и картофеля — 115 ц/га. Продуктивность поливного гектара в 6,4 раза выше богары (средние данные за 1966—1970 гг.).

Следует отметить, что техническое состояние действующих оросительных систем в Казахстане остается еще весьма низким. Это в большой мере тормозит дальнейший рост производительности труда и продуктивности орошаемых земель, улучшение их мелиоративного состояния.

Например, на орошаемых землях хлопковой зоны (Чимкентская область) в среднем на тысячу гектаров имеется только 3,3 гидросооружения, вместо 150—190. На рисовых системах Кзыл-Ординской области на тысячу гектаров приходится 1,4 сооружения на гектар, 0,6 пог. метра коллекторно-дренажной сети, тогда как современная инженерная рисовая система требует 900—1000 гидросооружений на тысячу гектаров, 35—45 пог. метров коллекторно-дренажной сети на гектар.

Даже лучшие из действующих оросительных систем Казахстана нуждаются в увеличении стоимости производственных фондов в 5—10 раз.

Подсчеты показывают, что для доведения среднего технического уровня существующего орошаемого земледелия в Казахстане до уровня новых проектируемых или построенных в последние годы совершенных оросительных систем надо не менее миллиарда рублей капиталовложений (600—650 рублей на один гектар реконструированной площади). При этом основной объем работ будет приходиться на внутрихозяйственные оросительные системы колхозов и совхозов, где решается судьба урожая, т. е. на внедрение новой современной техники и способов орошения, на улучшение внутрихозяйственной сети и сооружений, на планировку земель, на улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель.

В предгорьях республики на сильнофильтрующих грунтах облицованные каналы занимают всего лишь 0,5—2,5% от общей протяженности оросительной сети, нуждаются в облицовке 85—90% каналов. Эффект же от противофильтрационных мероприятий весьма высок. Например, по каналу Кент-Балдырбек терялось на фильтрацию 50—65% оросительной воды, проведение реконструкции позволило дополнительно за счет тех же вод расширить площадь орошения на 1500 га. Облицовка каналов Ак-Назар и Болтпай Джамбулской области позволила поднять коэффициент полезного их действия с 0,45—0,55 до 0,92—0,95, намного улучшить водообеспеченность орошаемого массива.

В последние годы многие хозяйства Казахстана, правильно оценивая значение внедрения новой техники, новых способов орошения путем реконструкции действующих оросительных систем, приступили к переустройству внутрихозяйственной оросительной сети и сооружений за счет средств самих хозяйств. Эффективность этого исключительно высокая. Колхоз «Трудовой пахарь» Свердловского района Джамбулской области, например, в течение ряда последних лет осуществляет крупные

капиталовложения на планировку орошаемых земель, на переустройство внутрихозяйственной сети и сооружений, на строительство прудов и др. В результате проведенных работ по частичной реконструкции внутрихозяйственной сети и сооружений урожайность сахарной свеклы увеличилась на 100 ц/га, ячменя — на 24—28 ц/га. Капиталовложения на реконструкцию здесь окупались за 0,6—1,2 года.

О быстрой и высокой эффективности капитальных вложений на реконструкцию внутрихозяйственной оросительной сети и ирригационных сооружений, внедрение новой техники полива свидетельствует практика передовых хозяйств Курдайского района Джамбулской области, Панфиловского района Алма-Атинской области, Талды-Курганского района Талды-Курганской области.

Разумное использование капиталовложений на совершенствование оросительных систем, внедрение новых способов и новой поливной техники, на улучшение мелиоративного состояния земель дает высокую эффективность. Оно позволяет вовлекать в сельскохозяйственный оборот все имеющиеся земли с оросительной сетью, лучше использовать водные ресурсы, повышать урожайность сельскохозяйственных культур.

Улучшение технической эксплуатации и повышение продуктивности земель лиманного орошения

Одним из эффективных приемов повышения продуктивности естественных сенокосов и пастбищ в Казахстане является лиманное орошение. В настоящее время насчитывается 720 тыс. га лиманных земель, дающих 38—40% валового сбора сена в республике. При этом следует заметить, что многие передовые хозяйства с лиманных сенокосов получают по 20—25 ц/га сена, в то же время средний урожай сена по республике составляет 8—12 ц/га. Это объясняется отсутствием налаженной эксплуатации лиманных систем и форм их сельскохозяйственного освоения, несовершенством приемов затопления и слабой оснащенностью гидросооружениями.

Важным условием высокой продуктивности лиманных угодий является соблюдение оптимального режима затопления с учетом биологической особенности естественной растительности и мелиоративного состояния почв. Продолжительность затопления колеблется от 5—7 суток для злаковой степной растительности при оттаявшей почве, до 15—20 суток и более — для луговых сообществ и при замершей почвы. Нормы лиманного орошения при этом составляют 2500—4500 м^3/га.

Для повышения эффективности лиманного орошения следует проводить на лиманах комплекс агромелиоративных и культурно-технических мероприятий, вносить минеральные удобрения. Полуинженерные системы необходимо подвергнуть коренной реконструкции, на малопродуктивных лиманных угодьях следует проводить ускоренное залужение высокоурожайными бобовыми и злаковыми травосмесями. Последнее позволяет за 2—3 года повысить продуктивность лиманов в 3—4 раза.

Улучшение эксплуатации обводнительных систем и сооружений на пастбищах

Из имеющихся в республике 179 млн. га пастбищ обводнено 107,0 млн. га, в том числе: поверхностными водоисточниками —

33,42 млн. га, шахтными колодцами — 37,1 млн. га, трубчатыми колодцами — 19,31 млн. га, каналами и водопроводами — 2,67 млн. га, другими видами обводнительных сооружений — 8,20 млн. га. Для обводнения пастбищ построено 36 тыс. шахтных и 9 тыс. трубчатых колодцев, 6 тыс. прудов и копаней, 4,4 км каналов и 500 км водопроводов.

Количество искусственных обводнительных сооружений на пастбищах Казахстана в текущей пятилетке в связи с новым обводнением 32,0 млн. га и реконструкцией 23,0 млн. га ранее обводненных пастбищ увеличится вдвое. К сожалению, значительная часть сооружений, находящихся на отгонных пастбищах, преждевременно выходит из строя только из-за отсутствия службы технической эксплуатации и постоянного надзора за ними.

В 1971 году при Министерстве сельского хозяйства КазССР создано главное управление по ремонту и эксплуатации обводнительных сооружений на пастбищах в районах отгонного животноводства. Такие же управления, осуществляющие свою деятельность на основе хозрасчета, созданы при областных управлениях сельского хозяйства.

Однако областные управления службы технической эксплуатации до настоящего времени имеют малочисленный персонал, слабо оснащены техническими средствами, машинами и механизмами для ремонтно-строительных работ, недостаточно обеспечиваются строительными материалами, запасными частями и арматурой. При такой организации службы эксплуатации средства, затрачиваемые на строительство обводнительных сооружений, не дадут должного эффекта.

Для улучшения использования и освоения пастбищ, совершенствования технической эксплуатации и ремонта объектов обводнения необходимо осуществить следующие мероприятия:

1. Усилить существующие областные ремонтно-эксплуатационные управления (ОРЭУ) при Облсельхозуправлениях.

2. Создать районные и межрайонные ремонтно-эксплуатационные участки (ОРЭУ) различных категорий с подчинением ОРЭУ. Районные РЭУ должны состоять из ремонтно-строительных отрядов (РСО) в количестве, соответствующем площади и характеру пастбищ, количеству и типам обводнительных сооружений.

3. На РРЭУ возложить:

а) надзор и контроль за правильной эксплуатацией хозяйствами обводнительных сооружений, водопойных пунктов при них в строгом соответствии с указаниями, правилами по их технической эксплуатации;

б) ремонт и восстановление сооружений и водоподъемного оборудования;

в) контроль за строительством обводнительных сооружений и прием их в эксплуатацию совместно с представителями хозяйств и других заинтересованных организаций;

г) проведение инвентаризации и паспортизации пастбищных земель и обводнительных сооружений;

д) контроль за размещением обводнительных сооружений на пастбищах, выявление потребности в проведении проектно-изыскательских работ по обводнению отдельных участков пастбищных земель;

е) контроль за правильным использованием пастбищ согласно планам размещения на них поголовья по сезонам года, а также планам

пастбищеоборота, участие в их разработке и в мероприятиях по улучшению пастбищных угодий для повышения их урожайности и выявление участков с лучшим травостоем для отведения их под заготовку страховых запасов кормов;

ж) внедрение новой техники по механизации водоподъема, по очистке и ремонту колодцев, участие в мероприятиях по улучшению пастбищ путем реконструкции обводнительных сооружений.

4. Соответствующим министерствам и ведомствам следует организовать подготовку кадров для эксплуатационных служб. Пополнение последних кадрами лучше всего осуществлять через специализированные училища профтехобразования, где должны готовиться колодезные и буровые мастера, мотористы-машинисты водоподъемного и другого насосно-силового оборудования, слесари-ремонтники, а также через соответствующие факультеты вузов и техникумов.

5. Службы эксплуатации должны быть оснащены передовой техникой, особенно механизмами по очистке и ремонту шахтных и трубчатых колодцев с надземными сооружениями, автотранспортом высокой проходимости, средствами связи и передвижными водоподъемными установками.

6. Эксплуатация, ежедневный уход и мелкие профилактические ремонты обводнительных сооружений и водоподъемных механизмов должны осуществляться силами самих хозяйств, для чего создать в них специализированные ремонтные бригады.

7. Служба технической эксплуатации обводнительных сооружений свою работу должна выполнять в соответствии с правилами, условиями или указаниями по эксплуатации объектов обводнения.

Для успешного проведения работ по технической эксплуатации и планово-предупредительных ремонтов обводнительных сооружений необходимо:

а) решить вопрос о выделении по заявкам хозяйств основных материалов, оборудования, инструментов и запасных частей для выполнения различных ремонтных работ и технического обслуживания;

б) разработать типовое положение по созданию единой эксплуатационной службы обводнительных сооружений;

в) разработать классификацию видов ремонтных работ для отнесения их к текущему, среднему или капитальному ремонтам;

г) разработать сметные нормы и расценки для расчета с заказчиками сооружений;

д) разработать типовой набор машин, механизмов, инструментов и оборудования для оснащения ими эксплуатационников (ремонтных бригад) в зависимости от вида обводнительных сооружений, водоисточников и типа (характера) ремонтных работ;

е) обязать МСХ СССР и Союзсельхозтехнику ускорить внедрение в производство установки для гидромеханической очистки шахтных колодцев и приступить к разработке передвижного агрегата по очистке и ремонту шахтных и трубчатых колодцев;

ж) обеспечить выпуск массовым тиражом специальной литературы по эксплуатации обводнительных сооружений и водоподъемного оборудования.

Эксплуатация групповых сельскохозяйственных водопроводов

Одним из основных мероприятий по коренному улучшению культурно-бытовых условий сельского населения и подъема сельскохозяйственного производства является дальнейшее интенсивное развитие сельхозводоснабжения и совершенствование эксплуатации сельскохозяйственных водопроводов на высоком научно-техническом уровне.

Для водоснабжения населения и сельскохозяйственного производства в Северном Казахстане построены Ишимский и Булаевский групповые водопроводы общей протяженностью 3500 км. Строятся новые водопорводы: Пресновский (3300 км), Селетинский (3800 км), Нуринский (964 км), Дарбазинский (340 км) и другие.

Большие капитальные вложения в сельскохозяйственное водоснабжение и значительные издержки на эксплуатацию сооружений требуют тщательного анализа и разработки путей повышения экономической эффективности систем сельскохозяйственного водоснабжения на базе дальнейшего совершенствования их эксплуатации.

Исследования КазНИИВХ и анализ работы групповых систем сельскохозяйственного водоснабжения свидетельствуют о наличии большой неиспользуемой мощности построенных групповых водопроводов, что позволило подключать дополнительные хозяйства в зоне их действия.

Одной из важных причин низкого использования мощностей Ишимского и Булаевского групповых водопроводов является отставание строительства разводящих внутрихозяйственных сетей и неналаженная эксплуатация существующих сетей. Так, на Ишимском водопроводе из 204 подключенных водопотребителей только 155 имеют разводящие сети, причем 52 внутрихозяйственных водопровода работают с перебоями. Аналогичная картина эксплуатации разводящих сетей наблюдается и на Булаевском водопроводе. Эксплуатация водопроводных сетей во многих хозяйствах организована крайне неудовлетворительно. Хозяйства не обеспечивают квалифицированную эксплуатацию сооружений, не выделяют постоянных квалифицированных эксплуатационников, вследствие чего профилактические и ремонтные работы на сети не производятся. В этой связи встает вопрос о подготовке кадров эксплуатационников внутрихозяйственных разводящих сетей на специальных постоянно действующих курсах.

Для повышения надежности работ систем водоснабжения, поддержания технически правильного и экономически целесообразного режима работы сооружений и оборудования, оперативного руководства технологическим процессом на всем водопроводе при управлениях эксплуатации имеется диспетчерская служба с комплексом автоматизации и механизации. Внедрение средств автоматизации, телемеханики и диспетчеризации только на Ишимском групповом водопроводе позволило сократить численность обслуживающего персонала на 33 единицы с годовым фондом зарплаты 29 тыс. рублей. Сдерживает внедрение комплексной автоматизации групповых водопроводов острый недостаток в квалифицированных кадрах.

Одной из серьезных проблем, связанных с эксплуатацией групповых водопроводов, является защита стальных водоводов от коррозии, а также сохранение качества воды в условиях повышенного содержания продуктов коррозии. Особенно острую актуальность эта проблема приобрела в связи с тем, что применение многих эффективных средств защиты

наталкивается на строгие ограничения из-за токсичности для живого организма.

Проведенные исследования показывают возможность применения добавки силиката натрия с целью снижения коррозии внутренней поверхности труб и тем самым устранить загрязнение продуктами коррозии.

Защитные действия силиката натрия проявляются уже в относительно малых дозах (до 8 мг/л). Максимальное подавление коррозийных процессов достигается при концентрации метасиликата натрия до 70—80 мг/л, а трисиликата до 40—45 мг/л.

Проведенные испытания силикатизации воды с целью замедления коррозии внутренней поверхности стальных водопроводов Булаевской системы показало эффективное ее действие на участках протяженностью 40—50 км от места ввода силиката (40 мг/л), снижение концентрации железа и в воде концевых пунктов трассы.

Наряду с мероприятиями по подготовке широких испытаний рекомендуемого метода на действующем водопроводе необходимо провести санитарно-гигиеническую оценку силикатированной и транспортируемой воды.

Только проведение широкого комплекса работ по совершенствованию эксплуатации позволит рационально эксплуатировать водопроводные системы и сооружения, снизить удельную стоимость воды, в целом повысить эффективность построенных водопроводных систем.

Том I *1975 г.*

Б. М. Абрамович,
зав. сектором мелиоративного прогнозирования КазНИИВХ,
Н. В. Абрамович,
зав. группой моделирования КазНИИВХ,
М. Г. Баженов,
зав. сектором мелиоративных исследований КазНИИВХ, кандидат технических наук

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ДРЕНАМИ НА ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЛЯХ

УДК 631.619 : 631.626

Количественной основой мелиоративных прогнозов и оценки параметров гидротехнических сооружений служит карта комплексного природно-мелиоративного районирования. Она должна иметь легенду со статистической оценкой показателей свойств почв и грунтов до глубины залегания регионального водоупора. Такая карта отвечает начальным условиям мелиоративного прогноза и может служить основанием для моделирования природных условий объекта.

В процессе мелиоративного прогноза рассматриваются модели инженерно-мелиоративного воздействия, учитывающие различные сочетания природных и проектных условий. Такие сочетания на практике приводят к большому количеству расчетных вариантов, анализ которых аналитическими методами расчетов и моделированием требует затрат значительного времени.

Для получения обоснованных значений междренных расстояний при минимальном объеме гидродинамических расчетов параметров дренажа в условиях неустановившегося движения нами предлагаются переходные коэффициенты, получаемые при использовании теоретических зависимостей. Этот подход реализует в теории и практике мелиорации метод гидродинамического подобия. Существо его сводится к следующему.

На основе карты природно-мелиоративного районирования выбирается район и подрайон (можно любой) с учетом мощности покровной толщи. Этот район для последующих расчетов принимается в качестве основного (базового).

Для базового и всех остальных районов и подрайонов выполняются массовые расчеты междренных расстояний по теоретическим зависимостям с помощью ЭЦВМ. Учитывая многофакторность мелиоративного процесса, расчеты выполняются при установившейся фильтрации во всем диапазоне встречаемых мощностей и типов грунтов для назначаемых вариантов глубин дрен и различных величин питания грунтовых вод в ожидаемых вариантах освоения. Такие расчеты могут быть выполнены заблаговременно по результатам изыскательных работ.

Используя принцип сложения течений и вытекающий из него принцип последовательной смены стационарных состояний, нестационарный

процесс может быть заменен серией стационарных. Далее, используя принцип единственного различия и принимая по массовым расчетам значения междренных расстояний для выбранного базового района и подрайона за единицу (при равных глубинах дрен и одинаковом питании), получают величины коэффициентов относительных междренных расстояний как отношение $\frac{L_i}{L_в}$,

где Li — междренное расстояние для вариантов сочетания районов и подрайонов;

L в — то же для базового района и подрайона.

Прогнозные оценки параметров дренажа в условиях установившегося движения и относительные междренные расстояния на примере Акдалинского массива приводятся в табл. 1 и 2.

Анализ приведенных в таблицах данных показывает, что коэффициенты относительных междренных расстояний изменяются в узких пределах. Это свидетельствует о целесообразности предлагаемого подхода и пользования полученных таким образом коэффициентов для окончательного выбора инженерного решения в остальных непроверяемых моделированием районах и подрайонах.

Эти коэффициенты могут быть использованы для построения карты относительных междренных расстояний. Данные табл. 2 показывают, что эта карта может быть составлена по контурам гидрогеологических районов (водопроводимости) и инженерно-геологических подрайонов (преобладающего механического состава и мощности покровной толщи), т. е. по контурам гидродинамической карты и геолого-литологической карты с элементами геоморфологии. Таким образом составленная карта относительных междренных расстояний выступает в качестве специальной карты инженерно-мелиоративного районирования, количественно отражающей роль различных природных условий в оценке параметров дренажа.

Для получения абсолютных величин междренных расстояний необходимо установить выгодные в технико-экономическом отношении параметры эксплуатационного дренажа, обеспечивающие заданный мелиоративный режим. Они получаются в результате экспериментальных опытно-балансовых исследований в базовом районе и подрайоне на ключевых участках и прогноза гидродинамическими методами параметров дренажа для проектных условий при неустановившемся движении.

Абсолютные величины междренных расстояний других районов получаются умножением междренных расстояний для основного (базового) района и подрайона на коэффициенты относительных междренных расстояний.

Предлагаемая нами методика оценки параметров дренажа имеет следующие преимущества:

1. Коэффициенты относительных междренных расстояний устанавливаются заблаговременно при изысканиях сравнительными расчетами.

2. Конечные параметры дренажа получаются более надежными, так как эти параметры для основного (базового) района устанавливаются по результатам детальных опытно-балансовых исследований, которые корректируются до оптимальных значений гидродинамическими методами прогнозов и сравнительными технико-экономическими расчетами.

3. Значительно сокращаются объемы гидродинамических расчетов параметров дренажа в условиях неустановившегося движения, что экономит время и затраты средств.

Таблица 1

Пример прогнозной оценки параметров эксплуатационного закрытого горизонтального дренажа на Акдалинском массиве

Гидрогеологическая подобласть	Гидрогеологический район	Инженерно-геологический подрайон	Фильтрационно-литологическая колонка	Наполнение дрены, м	Эффективный диаметр, м	Норма осушения, м	Действующий напор, м	Водопроводимость, м²/сут	Расчетные мощности слоя, м			Расчетные коэффициенты фильтрации, м/сут			Сопротивление дрены, м	Абсолютные междренные расстояния м, при величинах инфильтрационного питания, м/сут						Относительные междренные расстояния при величинах инфильтрационного питания, м/сут					
									первого	второго	третьего	первого	второго	третьего		0,001	0,002	0,003	0,004	0,010	0,020	0,001	0,002	0,003	0,004	0,010	0,020
Баканасская дельта	1	Г	0,23 (1,5) 2,3 (7,5)	0,3	0,5	1,5	1,2	436	—	4,8	250	—	2,3	1,7	402	995	555	386	298	—	—	1	1	1	1	—	—
			1,7 (257,5)	0,5	0,5	0	2,5	436	—	5,0	250	—	2,3	1,7	401	—	—	737	576	252	131	—	—	1	1	1	1
	1	$Б_1$	0,53 (4,0) 2,3 (7,5)	0,3	0,5	1,5	1,2	434	1,3	3,5	250	0,53	2,3	1,7	804	593	309	209	158	—	—	0,60	0,56	0,54	0,53	—	—
			1,7 (257,5)	0,5	0,5	0	2,5	434	1,5	3,5	250	0,53	2,3	1,7	803	—	—	413	314	129	65	—	—	0,56	0,55	0,51	0,50

Примечания. 1. Фильтрационно-литологическая колонка обозначает коэффициенты фильтрации (перед скобками) и глубины подошвы слоя от поверхности земли (в скобках). Сведения приводятся до регионального водоупора.
2. Расчеты дренажа выполнены по методике В. М. Шестакова и А. Я. Олейник.

Таблица 2

Относительные междренные расстояния для закрытого систематического горизонтального дренажа глубиной 3,0 м на эксплуатационный период Акдалинского массива

Гидрогеологическая подобласть	Гидрогеологический район	Инженерно-гидрогеологический подрайон	Средняя мощность покровной толщины, м	Коэффициент относительных междренных расстояний	
				предельные	средний
Баканасская дельта	I	$Б_1$, В, Г, Д*	менее 2,5	I	I
		$Б_1$*	4	0,50—0,60	0,55
		В, Г	4	0,27—0,32	0,30
		Д	4	0,05—0,07	0,06
		В, Г	5	0,24—0,30	0,27
		Д	5	0,04—0,05	0,04
Контактная Акдала-Баканасская	I	$Б_1$, В, Г	менее 2,5	I	I
		$Б_1$	4	0,48—0,47	0,42
		Г	4	0,19—0,24	0,22
Акдалинская дельта	III	$Б_1$, В, Г, Д	менее 2,5	1,59—1,65	1,62
		$Б_1$, В	4	0,37—0,46	0,42
		$Г_1$	4	0,19—0,23	0,21
		Д	4	0,07—0,09	0,08
		В	5	0,32—0,41	0,36
		Г	5	0,16—0,21	0,18

Примечание. * Пример прогнозной оценки коэффициентов относительных междренных расстояний приводится в табл. 1.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Том I *1975 г.*

Р. А. Кван,
зав. отделом орошения КазНИИВХ, кандидат сельскохозяйственных наук

Б. Ш. Темралиев, В. В. Немченко,
старшие научные сотрудники КазНИИВХ

НОРМИРОВАНИЕ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ПАВЛОДАРСКОМ ПРИИРТЫШЬЕ

УДК 631.675/574.25

Проведенный КазНИИВХ на Черноярской оросительной системе комплекс научно-исследовательских работ выявил большие потенциальные возможности зон Павлодарского Прииртышья.

В настоящей статье освещаются основные результаты научно-исследовательских работ, проведенных в совхозе «Черноярский», и даются рекомендации по режиму орошения сельскохозяйственных культур для условий Павлодарской области.

Основные результаты исследований

Опытами установлено, что наиболее рациональным режимом орошения, обеспечивающим получение высоких и устойчивых урожаев картофеля, здесь является такой, который складывается из влагозарядкового и 6—7 вегетационных поливов по схеме 1—4—2 или 1—4—1 с оросительной нормой 3,6—4,0 тыс. м³/га, при этом предполивная влажность почвы не должна быть ниже 60—65% от предельной полевой влагоемкости. Средняя урожайность картофеля при таком режиме за годы исследования составила 324 ц/га, коэффициент водопотребления — 158 м³/т, уровень рентабельности — 151%.

Для яровой пшеницы как по уровню урожая, так и по организационным и экономическим показателям рациональным режимом орошения оказался режим, включающий влагозарядковый полив и три вегетационных полива, приуроченные к фазам развития растений (кущение, трубкование, колошение). Предполивная влажность почвы при этом не должна опускаться ниже 50—55% от предельной полевой влагоемкости. В среднем за годы исследований общая оросительная норма составила 2300—2500 м³/га, урожайность — 22,8 ц/га, коэффициент водопотребления — 1625 м³/т, уровень рентабельности — 60%.

Относительно низкая урожайность пшеницы при создании благоприятного режима орошения обусловливается особенностями районированных в Павлодарской области сортов, мало приспособленных для возделывания в условиях орошения. Поэтому первоочередной задачей дальнейшего повышения продуктивности и, следовательно, рентабельности возделывания яровой пшеницы на орошаемых землях должен стать подбор соответствующих сортов, способных давать 40 и более центнеров зерна с гектара.

Оптимальный режим орошения капусты, обеспечивающий получение

Таблица 1

Биологические коэффициенты сельскохозяйственных культур в зависимости от суммы температур

Сумма температур от всходов, °С	Сельскохозяйственные культуры							
	картофель	яровая пшеница	гречиха	огурцы	помидоры	арбузы	капуста	люцерна 2—3 года
0—100	0,40	0,42	0,42	0,40	0,40	0,38	0,40	0,79
100—200	0,48	0,47	0,42	0,42	0,42	0,38	0,46	0,81
200—300	0,53	0,51	0,43	0,45	0,44	0,45	0,65	0,83
300—400	0,67	0,56	0,44	0,49	0,46	0,53	0,77	0,87
400—500	0,69	0,60	0,48	0,52	0,54	0,59	0,84	0,91
500—600	0,76	0,66	0,55	0,54	0,61	0,64	0,90	0,96
600—700	0,87	0,76	0,63	0,62	0,74	0,77	0,98	0,01
700—800	0,99	0,85	0,66	0,76	0,90	0,91	1,06	1,06
800—900	1,08	0,96	0,68	0,86	0,96	0,92	1,12	1,10
900—1000	1,14	1,07	0,72	1,01	1,03	0,93	1,16	0,80
1000—1100	1,20	1,07	0,84	1,12	1,13	0,90	1,22	0,83
1100—1200	1,22	1,03	0,87	1,25	1,23	0,85	1,29	0,85
1200—1300	1,23	0,97	0,74	1,25	1,21	0,74	1,34	0,87
1300—1400	1,21	0,83	0,62	1,23	1,16	0,71	1,38	0,91
1400—1500	1,19	0,76	0,55	1,20	1,13	0,62	1,32	0,96
1500—1600	1,18	0,68	0,48	1,17	1,11	0,52	1,19	1,01
1600—1700	1,02	0,59	—	1,16	0,99	0,48	0,95	1,06
1700—1800	0,82	—	—	1,15	0,86	0,46	—	1,02
1800—1900	0,59	—	—	0,97	0,71	0,42	—	0,88
1900—2000	—	—	—	0,77	0,48	0,39	—	0,82
2000—2100	—	—	—	—	—	—	—	0,84
2100—2200	—	—	—	—	—	—	—	0,86

Диффузные коэффициенты сельскохозяйственных культур

	картофель	яровая пшеница	гречиха	огурцы	помидоры	арбузы	капуста	люцерна
Посадка (посев)	0,37	0,34	0,34	0,32	—	0,32	—	—

урожая 500 ц/га и более с минимальными затратами на создание единицы урожая (коэффициент — 90 м³/т) — поддержание влажности почвы не ниже 70—75% от предельной полевой влагоемкости. Для этого необходимо применять 6—8 приживочных и 10—14 вегетационных поливов с общей оросительной нормой 3400—4600 м³/га. Приживочные поливы целесообразно проводить ежедневно до полного укоренения растений поливной нормой 60—75 м³/га.

Лучший режим орошения гречихи складывается из влагозарядкового полива нормой 600 м³/га и вегетационных поливов в фазы стеблевания и середины цветения с оросительной нормой 1000—1200 м³/га. Урожай при этом составляет 13 ц/га, коэффициент водопотребления — 1940 м³/т. Возделывание гречихи на орошаемых землях обеспечивает высокую рентабельность.

Для получения урожая огурцов порядка 300—400 ц/га требуется

проведение влагозарякового полива нормой 300 м³/га и 10—12 вегетационных поливов с оросительной нормой 3—3,5 тыс. м³/га. В период начала плодоношения и сбора урожая целесообразно каждые последующие поливы проводить через 3—5 дней, приурачивая их к окончанию очередного сбора плодов.

Наиболее интенсивный расход влаги помидорами происходит в период цветения и образования плодов. В это время поливами необходимо поддерживать влажность почвы не ниже 70—75% от предельной полевой влагоемкости. Всего за вегетационный период следует провести 4 приживочных полива нормой 60—75 м³/га каждый и 7—8 вегетационных с оросительной нормой 2500—3000 м³/га.

Для бахчевых культур следует на фоне влагозарядки нормой 500—600 м³/га применять 3 вегетационных полива с оросительной нормой 1500 м³/га. Наиболее интенсивное водопотребление происходит во время цветения и завязывания плодов, поэтому на этот период приходится два полива.

Использование биоклиматического метода нормирования орошения позволило распространить рациональные режимы орошения сельскохозяйственных культур, полученные на конкретных объектах исследований и в реальные годы, по территории области и для любого года по влагообеспеченности. При этом биологические коэффициенты для сельхозкультур установлены экспериментальным путем (табл. 1).

Рекомендации по режиму орошения сельскохозяйственных культур

В пределах Павлодарской области выделены четыре природные зоны, отличающиеся степенью естественной увлажненности, почвенными и гидрогеологическими условиями:

I. Умеренно сухостепная зона, расположена в северной оконечности области. В административном отношении она занимает основную часть Железинского района и северную часть Иртышского.

II. Сухостепная зона, находится в центральной части и занимает 90% площади Павлодарской области. В административном отношении в нее входят все остальные районы, не указанные в других природных зонах.

III. Пустынно-степная зона, расположена в южной оконечности области, занимает южную часть Майского района.

IV. Горно-лесостепная зона, расположена в южной части Баянаульского района.

На территории Павлодарской области, как отмечалось выше, сухостепная зона занимает основную часть площади. Здесь сосредоточено большинство орошаемых участков. Ниже предлагается режим орошения сельскохозяйственных культур для центральной части сухостепной зоны в средний по увлажненности год.

Поливы специального назначения. По своему назначению поливы можно подразделить на влагозарядковые, приживочные, посадочные, вегетационные и др.

В сухостепной зоне Павлодарской области влагозарядка обеспечивает благоприятные условия для получения дружных всходов и хорошего развития растений в начальный период, предотвращает пагубное действие ветровой эрозии. Поэтому здесь влагозарядковый полив следует считать обязательным агротехническим приемом.

Срок проведения влагозарядки зависит от времени посева культуры, от ее биологических особенностей и мелиоративного состояния поля. На легких каштановых почвах с малой влагоемкостью и слабой водоудерживающей способностью влагозарядковый полив целесообразно проводить весной, за 2—3 дня до вспашки. Вспашка ведется одновременно с прикатыванием кольчатыми катками для создания комковатой структуры почвы, исключающей вынос с поля почвенных частиц ветром.

При проведении влагозарядки следует учитывать глубину залегания грунтовых вод. При глубине залегания грунтовых вод выше 1—1,5 м влагозарядка нецелесообразна. При залегании грунтовых вод от 1,5 м до 2 м и при хорошем оттоке влагозарядку следует проводить весной, а при плохом — осенью. На тяжелых по механическому составу почвах более эффективны осенние влагозарядковые поливы.

Посадочные и приживочные поливы применяются для лучшей приживаемости рассады овощных культур. Дело в том, что при пересадке рассады происходит повреждение корневой системы, нарушается процесс нормального водоснабжения растений. Поэтому посадочными и приживочными поливами необходимо влажность пахотного слоя почвы поддерживать около предельно полевой влагоемкости.

На легких почвах приживочные поливы целесообразно проводить ежедневно, нормой 60—70 м³/га; на тяжелых почвах — через 2—3 дня, и так до полного укоренения рассады.

Картофель. Для создания урожая более 300 ц среднеспелого картофеля в рассматриваемых условиях расходуется на 1 га от 4,5 до 5 тыс. м³ воды. По отдельным периодам развития расход воды картофельным полем различен: в первый период (от всходов до бутонизации) потребление воды растением составляет 25% от общего расхода за вегетацию, во второй (бутонизация — цветение) — 50% и в третий период (цветение — уборка) — 25%.

В первый период, когда площадь листовой поверхности еще невелика, основной расход влаги идет за счет испарения с поверхности почвы. Среднесуточный расход влаги в этот период составляет 15—35 м³/га. Оптимальная влажность почвы в это время обеспечивается весенним влагозарядковым и одним вегетационным поливами.

Во второй период развития растений, то есть в период максимального развития листовой поверхности, интенсивного накопления сухого вещества и наибольшего дефицита влажности воздуха, расход влаги с картофельного поля резко повышается и достигает 55—70 м³/га в сутки. Такой расход воды может быть покрыт 3—4 вегетационными поливами, через каждые 10 дней.

В третий период суточное водопотребление снижается до 20—25 м³/га. Этот период непродолжителен, определяется датой наступления заморозков, расходы воды в это время компенсируются проведением 1—2 поливов.

Таким образом, поливы целесообразно распределять по месяцам следующим образом: июнь — 1, июль — 3—4, август — 2.

Первый вегетационный полив проводится при снижении влажности почвы до 60% от предельно полевой влагоемкости. Вышеуказанный порог на фоне влагозарядки наступает примерно 20 июня.

Последующие вегетационные поливы следует проводить через 10 дней поливными нормами в 500 м³, что обеспечивает оптимальную влажность почвы в течение вегетации в пределах 60% от предельной полевой

влагоемкости и упрощает организацию проведения поливов дождевальными машинами.

На участках с близким залеганием грунтовых вод (около 1,5 м) картофелю следует дать 3 полива с оросительной нормой 1200—1400 м³/га. Для раннего картофеля необходимо провести на фоне влагозарядки 3—4 вегетационных полива с оросительной нормой 600—2000 м³/га.

Капуста. Перед высадкой рассады проводится полив нормой 75—100 м³/га. Он осуществляется небольшими отрезками, по мере передвижения рассадопосадочных работ.

После высадки рассады ежедневно проводятся приживочные поливы нормой 60—75 м³/га в течение 6—8 дней. Вегетационные поливы проводятся при снижении влагоемкости расчетного слоя почвы не ниже 70—75% от предельной полевой влагоемкости.

Для получения урожая среднеспелой капусты порядка 500 ц/га и более расходуется 5—5,5 тыс. м³/га воды.

В первый период развития (с момента высадки рассады до образования розетки листьев) среднесуточный расход влаги в среднем составляет 40—45 м³/га, или 30% воды от суммарного расхода за вегетацию. Для обеспечения оптимальной влажности почвы в указанный период необходимо дать 3 полива нормой 300 м³/га, через каждые 6—7 дней.

Наиболее интенсивный расход поливной воды происходит во второй период (образование розетки листьев — начало завязывания кочанов). По продолжительности данный период — самый короткий, он длится около 14—15 дней. Среднесуточный расход воды составляет более 60 м³/га, а всего за период расходуется 17—20% от суммарного водопотребления. Для пополнения расходуемой полем воды необходимо провести три полива, проводить их через каждые 5—6 дней.

Расход влаги в третий период — образование кочанов и технической спелости — несколько снижается по сравнению со вторым периодом, среднесуточный расход здесь не превышает 35—50 м³/га. В этот самый продолжительный период (10 августа — конец сентября) расходуется 50% от суммарного водопотребления. Дефицит влажности покрывается 4—5-вегетационными поливами, через 6—8 дней.

При близком залегании грунтовых вод (ближе 1,5) следует провести 4—5 вегетационных поливов с оросительной нормой 1300 м³/га.

Помидоры. После высадки рассады в грунт следует дать не менее четырех приживочных поливов, каждый по 65—75 м³/га.

Первый вегетационный полив производится через 4—5 дней после последнего приживочного полива нормой 150 м³/га. За вегетационный период помидоры расходуют 4000—4500 м³/га воды. В период от укоренения до цветения растений расход влаги составляет 20—25% от суммарного водопотребления. В среднем ежесуточный расход влаги здесь составляет 30—40 м³/га. Для покрытия дефицита влаги в указанный период необходимо проводить не более двух поливов. До цветения помидоров влажность почвы следует поддерживать в пределах 60% от предельной полевой влагоемкости. Повышение влажности почвы в этот период нецелесообразно, так как оно приводит к затягиванию цветения и образования плодов.

Наиболее интенсивный расход влаги отмечается в период образования и роста плодов. В это время поливы нужно производить через каждые 6—8 дней поливной нормой 300—500 м³/га. На этот период приходится 3—4 полива.

При появлении признаков созревания плодов поливы следует прекращать.

Огурцы. За вегетационный период они расходуют на испарение с поверхности почвы и транспирацию 4500—5000 м³/га воды.

Для получения дружных всходов необходимо проводить предпахотный полив нормой 300 м³/га. Влажность почвы в предпосевной период не должна быть ниже 70% от предельной полевой влагоемкости.

В период от появления всходов растений до роспуска мужских цветков потребление воды значительно возрастает, среднесуточный расход влаги достигает 30—40 м³/га. Для покрытия дефицита воды в это время следует проводить не менее трех поливов поливными нормами по 300 м³/га, с межполивными периодами в 8—13 дней.

Наиболее интенсивный расход влаги происходит в период цветения и образования плодов, календарно это приходится на июль. Ежесуточный расход воды в среднем составляет 60—70 м³/га. В этот период необходимо проводить учащенные поливы, через каждые 5—6 дней, поливной нормой 300 м³/га.

В период начала плодоношения и сбора урожая целесообразно каждые последующие поливы проводить через 3—6 дней, приурочивая их к окончанию очередного сбора плодов.

Бахчевые культуры считаются засухоустойчивыми, но и они весьма отзывчивы на поливы. В опытах при орошении бахчевым полем (арбуз сорта Стокс 647/649) расходовалось воды за период вегетации 3000 м³/га. Наиболее интенсивный расход влаги полем происходил в период цветения — плодообразования. Недостаток влаги в этот период восполнялся проведением двух поливов по 500 м³/га каждый, а всего за вегетационный период на фоне влагозарядки нормой 500—600 м³/га следует проводить три вегетационных полива с оросительной нормой 1500 м³/га.

Яровая пшеница. Специальными опытами установлено, что для создания урожая зерна порядка 25—30 ц/га растениями яровой пшеницы расходуется за период вегетации 3500—4000 м³/га воды. В первый период от посева до полных всходов расходуется 4—7% от суммарного водопотребления. В среднем за сутки величина водопотребления составляет 10—16 м³/га.

С появлением всходов до полного кущения расход воды увеличивается до 12—17% от суммарного водопотребления, среднесуточный расход составляет 30—33 м³/га. Сумма расхода воды пшеничным полем за этот период покрывается за счет весеннего предпахотного влагозарядкового полива и выпадающими осадками.

Последующий период — от начала фазы кущения до трубкования — сопровождается накоплением органической массы растений, на что расходуется 25—30% воды от суммарного водопотребления, среднесуточный расход составляет 47—61 м³/га. Дефицит влаги в этот период покрывается первым вегетационным поливом в фазу полного кущения.

В период трубкования — начала колошения происходит значительный прирост вегетативной и корневой массы растений. В этот период расход влаги составляет 25—39% от суммарного водопотребления, в среднем за сутки расходуется от 57 до 70 м³/га воды. Для обеспечения постоянного притока влаги к растениям в фазу полного трубкования проводится второй вегетационный полив.

Самым продолжительным является период колошение — восковая спелость зерна. Расход влаги в это время снижается и составляет 20—

25% от суммарного водопотребления. В фазу колошения следует проводить последний вегетационный полив.

Предполивная влажность корнеобитаемого слоя почвы (0—80 см) при соблюдении данного режима орошения опускается не ниже 50—55% от предельной полевой влагоемкости.

Гречиха в овоще-картофельном севообороте вводится как предшественник под ведущие культуры.

Характерной биологической особенностью гречихи является то, что образование цветков и процесс цветения в первых соцветиях наступает сравнительно рано, через 3—4 недели после появления всходов, и в дальнейшем развитии растений при благоприятном водно-пищевом режиме на них образовываются все новые и новые соцветия. То есть цветение и развитие плодов у гречихи очень растянуто по времени. В этот период отмечается наиболее интенсивный расход воды — 45—50 м³/га в сутки, или 60% от суммарного водопотребления.

Исходя из вышеописанного для гречихи следует применять предпахотную влагозарядку нормой 500—600 м³/га, что обеспечит нормальное водоснабжение до фазы стеблевания, и два вегетационных полива нормами по 600 м³/га в фазы стеблевания и цветения.

Люцерна в овоще-картофельный севооборот вводится как обязательная культура, призванная играть важную роль в борьбе с ветровой эрозией легких по механическому составу почв, и как предшественник ведущих культур, восстановитель структуры почвы и азотнакопитель.

Поливной режим люцерны в средний по увлажненности год состоит из 6 вегетационных поливов (по два в каждый междуукосный период) и осеннего влагозарядкового полива в наиболее засушливую осень.

Таблица 2

Режим орошения люцерны 2—3 года жизни в средней по климатическим условиям год

№ полива	Поливная норма, м³/га	Дата проведения поливов	Межполивной период, дней	Оросительная норма., м³/га	Примерные даты укосов
1	500	1.V			
2	500	25.V	25		10—15. VI
3	600	15.VI	20		
4	600	5.VII	22		20—25. VII
5	600	25.VII	20		1—3. IX
6	600	10.VIII	15		
7	500	5.IX		3900	

Примечание. Седьмой невегетационный полив проводится после последнего укоса в случае сильного иссушения корнеобитаемого слоя почвы.

В данных условиях при своевременном орошении и удобрении, сохраняя высокую продуктивность в течение трех лет, люцерна способна давать 2—3 укоса с общим выходом сена 60—80 ц/га.

Предложенные выше рекомендации по режиму орошения ведущих сельхозкультур овоще-картофельного севооборота применимы в центральной части сухостепной зоны в средний по влагообеспеченности год (50% обеспеченности). Проведенные исследования и соответствующие проработки позволили установить режим орошения сельскохозяйственных культур для различных по влагообеспеченности лет (табл. 3).

Таблица 3

Показатели режима орошения сельскохозяйственных культур при различной естественной влагообеспеченности

Культуры	Оросительная норма, м³/га	Число поливов	Ориентировочная дата предпахотного и приживочных поливов	Ориентировочная дата I-го вегетационного полива
Сухой год (90% обеспеченности)				
Картофель	6100	11	13.V	11.VI
Огурцы	5850	18	17.V	6.VI
Яровая пшеница	4300	6	10.V	16.VI
Помидоры	5675	12	1VI—8.VI	11.VI
Капуста	5775	17	21VI—28.VI	31.VI
Гречиха	3400	5	20.V	10.VI
Бахчи	4200	7	18.V	24.VI
Люцерна 2-го, 3-го года жизни на сено	6100	10	—	1.V
Среднесухой год (75% обеспеченности)				
Картофель	5100	9	15.V	13.VI
Огурцы	4700	15	17.V	12.VI
Яровая пшеница	3400	5	10.V	20.VI
Помидоры	4675	10	1.VI—8.VI	12.VI
Капуста	4825	14	20.VI—27.VI	5.VI
Гречиха	2600	4	20.V	21.VI
Бахчи	3250	5	18.V	24.VI
Люцерна 2-го, 3-го года жизни на сено	4900	8	—	1.V
Средний год (50% обеспеченности)				
Картофель	3800	8	15.V	18.VI
Огурцы	3300	11	17.V	16.VI
Яровая пшеница	2400	4	10.V	25.VI
Помидоры	3625	8	1.VI—8.VI	20.VI
Капуста	3825	11	20.VI—27.VI	8.VII
Гречиха	1800	3	20.V	27.VI
Бахчи	2100	4	18.V	26.VI
Люцерна 2-го, 3-го года жизни на сено	3600	6	1.V	25.V
Средневлажный год (25% обеспеченности)				
Картофель	2650	5	15.V	20.VI
Огурцы	2300	8	17.V	20.VI
Яровая пшеница	1650	3	10.V	28.VI
Помидоры	2275	6	1.VI—6.VI	23.VI
Капуста	2575	7	20.VI—26.VI	18.VII
Гречиха	1150	2	20.V	8.VII
Бахчи	1600	3	18.V	29.VI
Люцерна 2-го, 3-го года жизни на сено	2400	4	—	1.V
Влажный год (10% обеспеченности)				
Картофель	1650	4	15.V	14.VII
Огурцы	1300	5	17.V	21.VII
Яровая пшеница	900	2	10.V	10.VII
Помидоры	1300	4	1.VI—4.VI	23.VII
Капуста	1600	5	20.VI—25.VI	26.VII
Гречиха	550	2	20.V	26.VII
Бахчи	700	2	18.V	14.VII
Люцерна 2-го, 3-го года жизни на сено	1300	3	—	11.V

Таблица 4

Оросительные нормы культур овоще-картофельного севооборота в основных природных районах Павлодарской области, в м³/га

Культура	Природные районы			
	1	2	3	4
Картофель	2000—3000	3000—4500	3500	4500—4800
Капуста	2000—3000	3000—4500	4000	4500—4700
Огурцы	1800—2500	2500—4000	3500	4000—4200
Помидоры	1800—2500	2500—4000	3500	4000—4300
Бахчи	700—1500	1500—2500	2000	2500—2800
Яровая пшеница	1000—1500	1500—3000	2000	3000—3200
Гречиха	800—1000	1000—2000	1500	2000—2300
Люцерна на сено	2000—3000	3000—4500	3500	4500—4700

Примечание. 1. В величину оросительной нормы включен предпахотный влагозарядковый полив.
2. Оросительные нормы рассчитаны при условии устойчиво-глубокого залегания грунтовых вод (глубже 3 м).

Широкое применение научно обоснованных рекомендаций режима орошения обеспечит получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, позволит рациональнее использовать водно-земельные ресурсы Павлодарского Прииртышья.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Том I *1975 г.*

Б. С. Серикбаев,
кандидат технических наук

С. И. Исабаев, М. А. Беркалиев,
инженеры

РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ И ТЕХНИКА ПОЛИВА ЛЮЦЕРНЫ В НИЗОВЬЯХ РЕКИ ТАЛАС

УДК 631.675 : 633.2

Низовья реки Талас в Джамбулской области издавна используются для животноводства. Однако вследствие сравнительно низкой продуктивности естественных сенокосов и пастбищ и слабого полевого кормопроизводства при одновременном росте поголовья скота нынешняя кормовая база стала тормозить животноводство. В связи с этим назрела необходимость в расширении и укреплении кормовой базы за счет роста орошаемых площадей и повышения урожайности кормовых культур.

Сейчас в верховьях Талас строится водохранилище. После ввода его в эксплуатацию площадь орошаемых земель здесь увеличится в три раза и составит более 20 тыс. га.

Для получения высоких и устойчивых урожаев кормовых культур на поливных землях необходимо соблюдение правильного режима орошения, использование современной техники полива. Поэтому нами на протяжении последних трех лет ведутся специальные исследования с целью разработки рационального режима, способов и элементов техники полива кормовых культур, отвечающих природным условиям низовий Таласа.

Основными типами почв в низовьях Таласа являются лугово-серозе́мные средние и тяжелые суглинки. Почвы нашего опытного участка — среднетяжелые суглинки. Удельный вес почвы корнеобитаемого слоя составляет 2,67—2,70 г/см^3, предельная полевая влагоемкость — от 22 до 25% от веса абсолютно сухой почвы. Уровень грунтовых вод колеблется в пределах от 1,2 до 2,5 м. Коэффициент фильтрации — 0,016—0,020 м/час.

Годовое количество осадков по годам колеблется в пределах от 180 до 250 мм, из них 64% выпадает в зимне-весенний период. Поэтому в летний период все возделываемые культуры требуют дополнительной влаги.

Для выявления оптимального варианта режима орошения люцерны первого и второго года возделывания нами принимались различные пределы предполивной влажности: 70 и 80% от предельной полевой влагоемкости; третий вариант — первый полив при влажности корнеобитаемого слоя 80% от предельной полевой влагоемкости, а последующие — при 90% от предельной полевой влагоемкости почвы. Опыты закладывались в трех- и четырехкратной повторности. Поступление воды на делянку учитывалось водосливом.

В зимне-весенний период на опытном участке проводился влагозарядковый полив нормой 1500 м^3/га.

Проводились наблюдения за наступлением фенологических фаз растений, накоплением сырой и воздушно-сухой массы, густотой стояния, накоплением и распределением корневой массы.

При изучении режима орошения люцерны первого года возделывания на варианте, где влажность корнеобитаемого слоя почвы поддерживалась не ниже 70% от предельной полевой влагоемкости, за вегетационные периоды проводилось по четыре полива со средней оросительной нормой за три года 3703 м³/га; на варианте, где влажность почвы не опускалась ниже 80% от ППВ, проведено по пять поливов в 1971 и 1972 гг., шесть — в 1973 г., при этом средняя оросительная норма составила 3765 м³/га. На третьем варианте, где влажность почвы при первом поливе поддерживалась в пределах 80%, а при последующих — 90% от предельной полевой влагоемкости, дано семь поливов в первый и второй год исследований, девять поливов — в третий год, средняя оросительная норма составила 4090 м³/га.

Таблица 1

Оросительная норма и урожай сена люцерны первого года жизни

Варианты	Схема поливов	Оросительная норма, м³/га	Урожай сухого сена, ц/га
	1971 год		
1	Полив при 70% от ППВ	3280	38,8
2	Полив при 80% от ППВ	3540	46,0
3	Первый полив при 80%, последующие — при 90% от ППВ	4030	47,9
	1972 год		
1	Полив при 70% от ППВ	3350	37,2
2	Полив при 80% от ППВ	3500	45,4
3	Первый полив при 80%, последующие — при 90% от ППВ	3940	48,8
	1973 год		
1	Полив при 70% от ППВ	4480	40,0
2	Полив при 80% от ППВ	4255	56,8
3	Первый полив при 80%, а последующие — при 90% от ППВ	4295	62,0

Как показал анализ результатов исследований, при существующей агротехнике возделывания люцерны значительное влияние на урожай оказывает влажность корнеобитаемого слоя почвы, размер поливных и оросительных норм и сроки полива. Самый высокий урожай сухого сена в среднем за три года нами получен на третьем варианте — 52,9 ц/га, на втором — 49,4 ц/га. Разница в урожаях третьего и второго вариантов незначительная, всего 3,5 ц/га, однако средняя оросительная норма на третьем варианте оказалась значительно большей, чем на втором (таблица 1). Отсюда можно сделать вывод, что увеличение порога предполивной влажности выше 80—85% приводит к большим затратам труда, так как в этом случае требуются более частые поливы и оросительная вода используется менее эффективно.

Наблюдения за изменением густоты стояния люцерны первого года возделывания показали, что процент сохранившихся растений к концу вегетации по сравнению с ее началом составляет на варианте полива при влажности 70% от ППВ 59%, а на варианте полива при влажности 80%

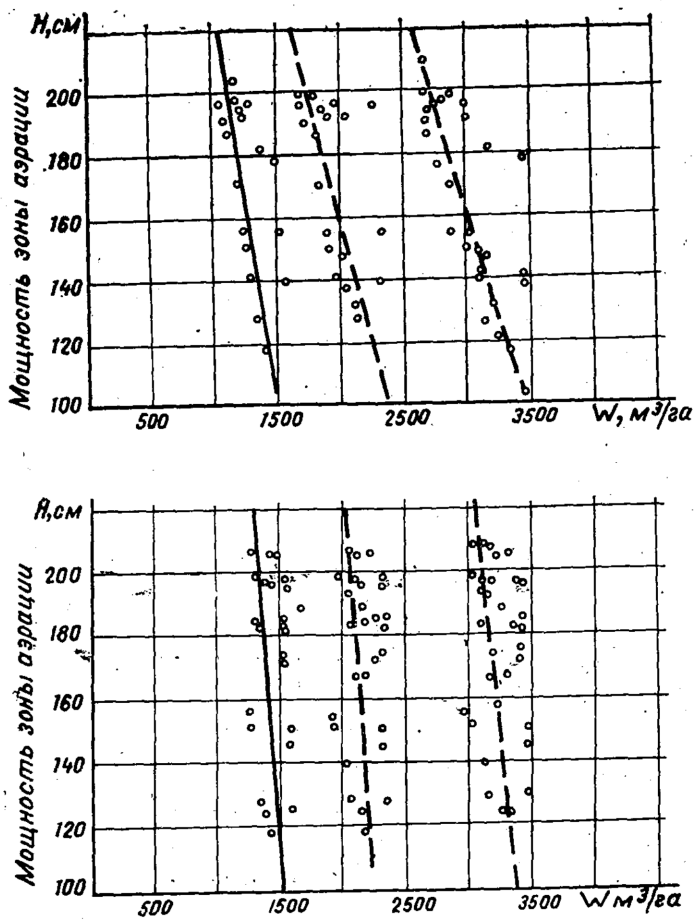


Рис. 1. Зависимость запасов воды в корнеобитаемом слое почвы от мощности зоны аэрации на посевах люцерны первого года. На верхнем графике показаны запасы воды в слоях почвы 0—50, 0—70, 0—100 см под люцерной при поддержании влажности 80% от ППВ. На нижнем графике показаны запасы воды в таких же слоях почвы при поддержании влажности 90% от ППВ

от ППВ — 67%, на третьем варианте — 68,5%. Наибольший выпад растений люцерны первого года возделывания происходит в основном после первого полива.

Исследованиями установлено, что рост корней люцерны в глубину в первый год ее возделывания наиболее интенсивно происходит в первой половине и медленно во второй половине вегетационного периода. Основная масса корней растений (90—95%) располагается в слое почвы 0—80 см. В слое почвы 80—140 см располагаются центральные побеги корня, их вес составляет 5—10% от общей массы. Наиболее интенсивное развитие корневой системы наблюдалось на варианте полива при влажности корнеобитаемого слоя почвы 80% от ППВ. Корневая система на варианте полива при влажности почвы 70% от ППВ распространяется глубже, чем на остальных вариантах.

Для изучения режима орошения люцерны второго года жизни на варианте полива при влажности корнеобитаемого слоя почвы 70% от ППВ проведено четыре полива со средней оросительной нормой 4880 м³/га; на варианте, где влажность почвы не опускалась ниже 80% от ППВ, дано пять поливов. Средняя оросительная норма составила 4000 м³/га.

Сравнивая оросительные нормы и урожай сухого сена (табл. 2), можно заключить, что оптимальным является вариант с порогом предполивной влажности 80% от предельной полевой влагоемкости почвы.

Наблюдения за изменением густоты стояния люцерны второго года жизни показали, что сохранившихся растений к концу вегетации сравнительно много: на первом варианте — 84%, на втором — 88,2%, на третьем — 89,0%.

Во второй год жизни корневая система люцерны развивается интенсивно. Вес метрового слоя корней люцерны на оптимальном варианте в конце вегетации по сравнению с весом корней люцерны первого года жизни больше в 1,88 раза. Длина основных побегов корневой системы люцерны второго года жизни к концу вегетации достигает 1,6—2 м. Особенно хорошо развивается корневая система люцерны на варианте при влажности почвы 80% от предельной полевой влагоемкости почвы с применением полива.

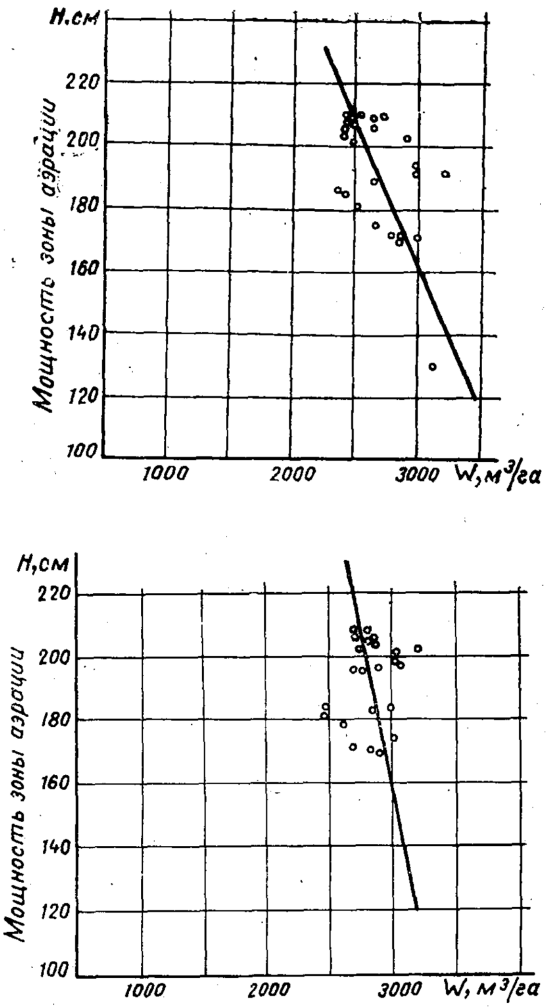


Рис. 2. Зависимость запасов воды в корнеобитаемом слое почвы от мощности зоны аэрации на посевах люцерны второго года. На верхнем графике показаны запасы воды в слоях почвы при поддержании влажности 80% от ППВ. На нижнем графике показаны запасы воды в слоях почвы при поддержании влажности 90% от ППВ

Для установления экономически целесообразного варианта режима орошения нами проведены технико-экономические расчеты. При этом расчеты по определению издержек выполнены по фактическим материалам с учетом всех составляющих элементов. На основании этого определена себестоимость продукции.

Для люцерны второго года жизни экономически целесообразным вариантом режима орошения оказался вариант с порогом предполивной влажности 80% от предельной полевой влагоемкости почвы.

Таблица 2

Оросительная норма и урожай сена люцерны второго года ее жизни

Варианты	Схемы поливов	Оросительная норма, м³/га	Урожай сухого сена, ц/га
	1972 год		
1	Полив при 70% от ППВ	4890	77,6
2	Полив при 80% от ППВ	3990	106,8
3	Первый полив при 80% от ППВ, последующие — при 90% от ППВ	4200	110,0
	1973 год		
1	Полив при 70% от ППВ	4870	80,0
2	Полив при 70% от ППВ	4010	107,0
3	Первый полив при 80% от ППВ, последующие — при 90% от ППВ	4030	115,8

Таблица 3

Себестоимость и рентабельность производства люцерны второго года жизни в зависимости от режима орошения

Варианты	Схемы поливов	Урожай сухого сена, ц/га	Затраты в руб. на 1 га посева	Себестоимость 1 ц сена люцерны, руб.	Чистый доход, руб/га	Норма рентабельности, %
	1972 год					
1	Полив при 70% от ППВ	77,6	72,38	0,93	107,17	148
2	Полив при 80% от ППВ	106,8	75,90	0,71	191,10	252
3	Первый полив при 80% от ППВ, последующие при 30% от ППВ	110,0	85,19	0,78	189,81	222
	1973 год					
1	Полив при 70% от ППВ	80,0	71,49	0,89	128,51	180
2	Полив при 80% от ППВ	107,0	75,31	0,70	196,51	261
3	Первый полив при 80% от ППВ, последующие при 90% от ППВ	115,8	84,78	0,73	205,22	242

В период исследований установлена зависимость влагозапасов в слоях почвы 0—50, 0—70, 0—100 см от глубины залегания грунтовых вод. Установлено, что изменение уровня грунтовых вод связано с поливами и осадками. Полученная зависимость оказалась обратно прямолинейной.

Математическая интерпретация полученной зависимости на участке с посевом люцерны первого года жизни в 1973 г. для варианта с порогом предполивной влажности 70% от ППВ имеет вид:

для слоя почвы 0—50 см $У_1 = 2300{,}0 - 6{,}50\ Н$,
для слоя 0—70 см $У_2 = 31{,}26{,}2 - 7{,}72\ Н$,
для слоя 0—100 см $У_3 = 4602{,}0 - 10{,}98\ Н$,

где $У_1$, $У_2$, $У_3$ — запасы воды соответственно в каждом слое, м³/га;
Н — мощность зоны аэрации, см.

Математическая интерпретация полученной зависимости для варианта с порогом предполивной влажности 80% от ППВ:

для слоя почвы 0—50 см $У_1 = 1762{,}8 - 2{,}59$ Н,
для слоя 0—70 см. $У_2 = 2897{,}5 - 5{,}73$ Н,
для слоя 0—100 см $У_3 = 4163{,}2 - 7{,}07$ Н.

Для варианта, где первый полив проводился при влажности почвы не ниже 80%, а последующие — при 90% от ППВ, математическое выражение имеет вид:

для слоя 0—50 см $У_1 = 1707{,}4 - 1{,}81$ Н,
для слоя 0—70 см $У_2 = 2427{,}0 - 1{,}81$ Н,
для слоя 0—100 см $У_3 = 3580{,}3 - 2{,}15$ Н.

Математическая интерпретация полученной зависимости по вариантам опытов на посеве люцерны второго года жизни для слоя 0—100 см имеет вид:
для варианта — полив при влажности 70% от ППВ $У = 5080{,}6 - 13{,}80$ Н
для варианта — полив при влажности 80% от ППВ $У = 4811{,}0 - 11{,}10$ Н,
для варианта — первый полив при влажности 80% от ППВ, последующие — при влажности 90% от ППВ $У = 3768{,}5 - 4{,}84$ Н.

Узнав глубину залегания грунтовых вод при помощи графиков (рис. 3 и 4) или вышеприведенным математическим выражением, можно определить содержание влаги в корнеобитаемом слое почвы для данного района. Это позволит определить размеры поливных норм и сроки поливов.

Авторами изучались производственные поливы люцерны в хозяйствах исследуемой зоны. Исследование показало, что полив по полосам, несмотря на кажущуюся простоту, создает противоречие между производительностью труда, качеством увлажнения почвы и затратами оросительной воды. Полосы, как правило, устраиваются широкие (40—80 м) и небольшой длины (40—80,1 м). Поверхность поля чаще всего неспланирована. Полив проводится нерегулируемым напуском. Поэтому качество полива низкое, во многих случаях глубина увлажнения не достигает расчетной. Иногда фактическая поливная норма составляет 0,70—0,80% от расчетной, а на участках со сложным рельефом, наоборот, фактическая поливная норма превышает расчетную в 1,4—1,8 раза. Значительные расхождения объясняются несовершенством техники полива и неровностью поверхности орошаемого участка.

Исследованиями Б. С. Серикбаева в совхозе № 6 (Голодная степь) установлено, что на неспланированных землях значения поливных норм в 1,3—1,5 раза выше, чем на спланированных землях.

Влияние рельефа местности на размер поливных норм учитывалось также академиком А. Н. Костяковым введением поправочного коэффициента «п» в формуле:

$$t_x = \left(\frac{n \cdot R_0 \cdot x}{q}\right) \cdot \frac{1}{\alpha},$$

где t_x — время добегания поливной воды до конца полосы;
x — длина добегания поливной воды;
R_0 — средняя скорость впитывания воды в почву за первый час;
α — показатель впитывания почвой.

Поправочный коэффициент рекомендовалось применять при малых значениях продолжительности полива — 1,6—1,0 и при больших — 1,0—0,5.

При исследовании элементов техники полива люцерны закладывались следующие варианты:

1 вариант — полив нерегулируемым напуском по полосам;
2 вариант — полив по полосам шириной 4,2 м;
3 вариант — полив по полосам шириной 8,4 м;
4 вариант — полив по полосам шириной 16 м;
5 вариант — полив по полосам шириной 26 м.

Длина поливных полос в зависимости от степени спланированности орошаемого участка и механического состава почвы принята 150 м.

Велись исследования по изучению продолжительности полива, определения скорости движения воды по полосам; определяли контур растекания поливных струй и равномерность увлажнения полосы. Опыты закладывались в трехкратной повторности.

Исследование показало, что на полосах с малой шириной достигается более равномерное увлажнение по длине, нежели на широких полосах. Поэтому урожай сена на полосах с малой шириной больше, чем на вариантах с широкими полосами.

Полосы шириной 4,2 м устраиваются обычным полосообразователем в агрегате с сеялкой. Валики, ограничивающие полосы, засеваются. Полив таких полос необходимо проводить с головным пуском воды удельной струей 3—5 л/сек, оптимальная длина полос — от 150 до 180 м.

Проведенными технико-экономическими расчетами установлено, что приемлемым вариантом техники полива люцерны в условиях низовий реки Талас является полив по полосам шириной 4,2 и 8,4 м (таблица 4).

Таблица 4

Себестоимость и рентабельность производства люцерны второго года жизни в зависимости от техники полива (1972 год)

Варианты	Урожай сухого сена, ц/га	Издержки в руб. на 1 га посева	Себестоимость 1 ц сухого сена, руб.	Чистый доход, руб/га	Норма рентабельности, %
1	62,0	66,80	1,08	88,20	132
2	94,8	81,60	0,86	155,50	191
3	89,0	77,82	0,88	144,28	185
4	80,8	73,90	0,92	128,10	173
5	70,0	69,00	0,99	105,90	153

ВЫВОДЫ

1. Люцерна в зоне исследований хорошо отзывается на поливы. Например, разница в урожае сухого сена люцерны второго года жизни на участке с порогом предполивной влажности 80% от ППВ и на участке с влажностью 70% от ППВ составляет 28,1 ц/га.

2. Для получения высоких и устойчивых урожаев сухого сена люцерны в зоне исследований влажность корнеобитаемого слоя почвы 80—85% от ППВ, ширина полос при этом должна быть в пределах 4,2 и 8,4 м, оптимальная длина полос — 150—180 м.

3. В условиях данного района экономически целесообразные оросительные нормы при существующей агротехнике составляют: для люцерны первого года жизни — 3500—3800 м³/га, а для люцерны второго года жизни — 4000 м³/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горюнов Н. С. Орошение сельскохозяйственных культур и мелиорация засоленных почв. «Кайнар», 1970.
2. Зузик Д., Бышовец А. Экономика водного хозяйства. «Колос», М., 1970.
3. Костяков А. Н. Основы мелиораций. Сельхозгиз, М., 1960.
4. Серикбаев Б. С. Доклады ВАСХНИЛ, № 3, «Колос», М., 1968.

Том I *1975 г.*

Б. М. Абрамович,
зав. сектором мелиоративного прогнозирования КазНИИВХ,
М. Г. Баженов,
зав. сектором мелиоративных исследований КазНИИВХ
кандидат технических наук

ЗАВИСИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕНОСА СОЛЕЙ ОТ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ИХ КОНЦЕНТРАЦИИ И СКОРОСТИ ВОДООБМЕНА В ЗОНЕ АЭРАЦИИ

УДК 631.42

Надежное проектирование совершенных мелиоративных систем немыслимо без обоснованных прогнозов водно-солевого режима активной толщи почво-грунтов, где сосредоточивается основная часть корней сельскохозяйственных культур.

Существующие методы прогноза водно-солевого режима представляют собой частные решения уравнения конвективной диффузии и позволяют составлять количественные прогнозы при различных краевых условиях. Почти все эти решения получаются с учетом постоянства скорости фильтрации и постоянства параметров переноса солей (коэффициента конвективной диффузии, коэффициента растворения и других).

Между тем теоретические и экспериментальные исследования показывают, что мелиоративный процесс обычно протекает в условиях непостоянства скорости фильтрации и параметров переноса солей. Рядом исследователей доказана возможность установления зависимостей коэффициента диффузии от некоторых определяющих его факторов.

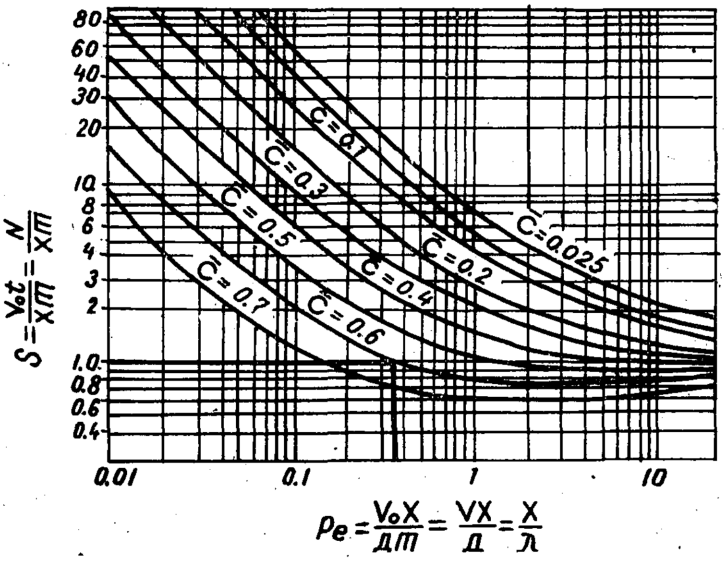


Рис. 1. Графики для определения минерализации порового раствора при промывке засоленных земель без учета процесса растворения

Необходимость составления эффективного прогноза водно-солевого режима требует установления экспериментальных зависимостей параметров переноса солей от определяющих их факторов, учитывающих специфические природные условия каждого мелиоративного объекта.

На материалах полевых исследований различных организаций нами была предпринята попытка установить такие зависимости для условий Акдалинского и Каратальского массивов орошения.

Анализ природных условий Акдалинского и Каратальского массивов позволил остановиться на математической модели статистически однородной среды, при одномерной фильтрации и равномерной (осредненной) эпюре исходного засоления. Рассматриваемая модель соответствует решению С. Ф. Аверьянова, номографированному Г. П. Шапинской. Эта номограмма (Рис. 1) соответствует случаю промывок (нисходящий поток). Однако решение, полученное Л. М. Рексом для случая восходящего потока, в точности совпадает с решением для нисходящего потока при условии изменения знака скорости и учета концентрации поливной воды, равной нулю.

Используя полученные решения, параметры переноса солей определили по приведенным номограммам, невзирая на знак скорости фильтрации (движения). При этом для унификации полученных результатов относительная концентрация $\overline{C}$ вычислялась так, чтобы во всех случаях она была бы меньше единицы, т. е. при нисходящем влагообмене $(V>0)\,\overline{C}=\frac{C_{кон.}}{C_{нач.}}$, а при восходящем влагообмене $(V<0)\ \overline{C}=\frac{C_{нач.}}{C_{кон.}}$.

Оценка параметров переноса солей выполнена по результатам экспериментальных промывок[1] (крупногабаритных монолитов и в натурных условиях под рисом) и опытов по изучению режима орошения люцерны[2] в условиях Акдалинского массива, крупногабаритных монолитов и изолированных площадок размером 3,5—3,5 м² в условиях Каратальского массива[2].

В результате выполненного анализа по всем пунктам наблюдений рассчитаны следующие параметры переноса солей:

1. Параметр Струхаля S
2. Параметр Пекле Pe
3. Коэффициент конвективной диффузии D
4. Параметр среды $\lambda=\frac{D}{|V|}$, где V — скорость движения порового раствора.

На рис. 2 представлены экспериментальные зависимости параметра среды λ от относительной концентрации $\overline{C}$ для нисходящего влагообмена $(\overline{C}<0{,}65)$, для восходящего влагообмена $(\overline{C}>0{,}65)$ и обобщенная зависимость для знакопеременного влагообмена.

Анализ полученных результатов показывает, что они близки к прямой логарифмической зависимости, а параметры среды при нисходящем и восходящем влагообменах описываются практически уравнением одного вида $\lambda=\lambda_0 l^{\alpha\ c}$ и отличаются незначительно лишь величиной члена λ_0, изменяющегося в пределах $0{,}7\div0{,}9$, в среднем 0,8. Коэффициент α равен 3,7 для Акдалинского и Каратальского массивов.

---

[1] Натурные наблюдения института Почвоведения АН КазССР.
[2] Натурные наблюдения КазНИИВХ.

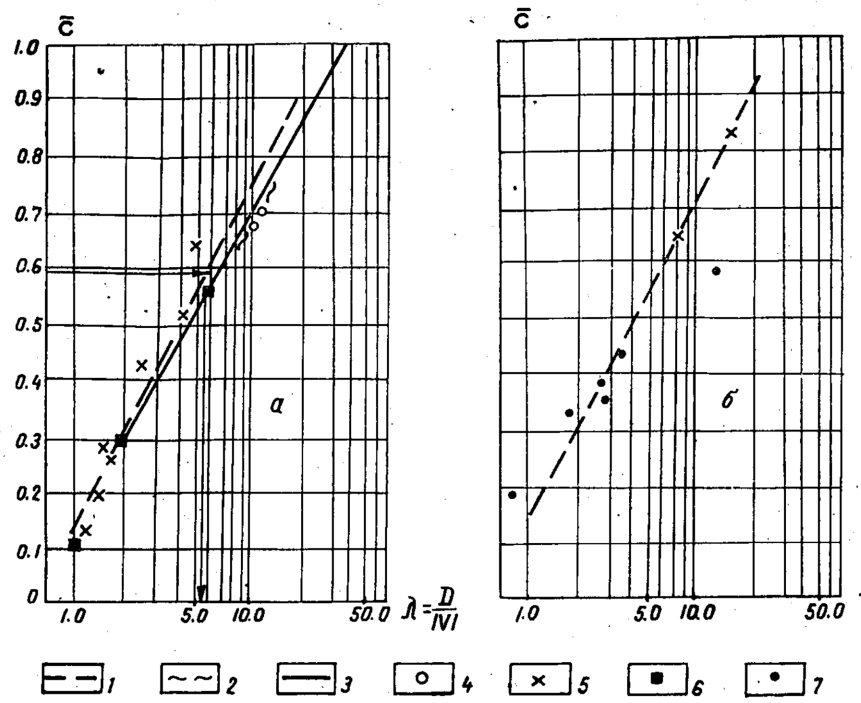


Рис. 2. Зависимость параметра среды λ от относительной концентрации C̄:

а) для содово-хлоридно-сульфатного типа солей на Акдалинском массиве; *б)* для хлоридно-сульфатного типа солей на Каратальском массиве.

ОБОБЩЕННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ:

1 — при нисходящем влагообмене, *2* — при восходящем влагообмене, *3* — при знакопеременном влагообмене. Экспериментальные данные; *4* — в опытах по режиму орошения люцерны; *5* — по промывке крупногабаритных монолитов; *6* — по фильтрометрам, при промывке под рисом; *7* — по изолированным площадкам размером 3,5×3,5 м²

Таким образом, параметр среды $\lambda = \frac{D}{V}$ не является постоянным, а зависит от относительной концентрации солей $\overline{C}$. Изменчивость механического состава почвогрунтов в проанализированных экспериментальных данных укладывается в этот же диапазон (0,7÷0,9), т. е. численно равен коэффициенту λ_0.

Коэффициент конвективной диффузии, описывающий перенос солей в условиях Акдалинского и Каратальского массивов, для наиболее характерного и опасного в токсичном отношении содово-хлоридно-сульфатного (хлоридно-сульфатного) типа засоления находится в прямой зависимости не только от скорости движения поровых растворов, но и от относительной концентрации содержащихся в них солей и может быть представлен обобщенной зависимостью:

$$D = \lambda_0 - |V| \cdot l^{\alpha \overline{c}}.$$

Установленная экспериментальная зависимость использована нами при прогнозе водно-солевого режима активной толщи почво-грунтов и грунтовых вод в вариантах освоения Акдалинского массива.

Опыт получения и использования установленной зависимости позволяет сделать следующие выводы и дать практические рекомендации.

ВЫВОДЫ

1. Анализ материалов экспериментальных наблюдений показывает наличие многофакторной зависимости коэффициента конвективной диффузии, прежде всего, от внутрипоровых условий, определяемых действительной скоростью движения порового раствора и относительной концентрацией содержащихся в нем солей. Знак скорости движения порового раствора практически не влияет на характер установленной зависимости.

2. Экспериментальные зависимости $D=f(V_1\ \overline{C})$ необходимы для всех крупных мелиоративных объектов. Они позволяют выполнить обоснованные прогнозы водно-солевого режима.

3. Различные способы определения коэффициента конвективной диффузии (полевые крупногабаритные монолиты, натурные опытные промывки, промывки изолированных площадок, опыты по режиму орошения суходольных культур), необходимые для установления предлагаемой зависимости, не влияют на ее характер.

4. Согласно этой зависимости промывная норма N, необходимая для промывки данного почво-грунта (мощностью x, пористостью m, до относительной концентрации $\overline{C}$), является вполне определенной и не зависит от скорости и времени промывки. Подтверждение этого вывода иллюстрировано на рис. 2 и 1 стрелками, где $N=Smx$.

5. Независимость промывной нормы от скорости движения (фильтрации) порового раствора оправдывает применение в мелиоративных прогнозах принципов сложения течений и последовательной смены стационарных состояний. Это позволяет перераспределять внутри года годовую величину водоподачи (вегетационные поливы, влагозарядка, промывки), определенную по формулам установившегося движения, обеспечивая в многолетнем разрезе оптимальный водно-солевой режим.

6. Использование установленных экспериментальных зависимостей обеспечивает хорошую сходимость прогнозных водно-солевых расчетов по формулам неустановившегося движения с расчетами по формулам установившегося движения и оправдывает применение на практике решений уравнения конвективной диффузии, полученных С. Ф. Аверьяновым, Л. М. Рексом, Г. П. Шапинской и др. Прогноз водно-солевого режима в этом случае осуществляется подбором с шагом по времени 1 месяц и прогнозом для каждого интервала времени входных данных $V=\frac{V_0}{m}$, $\overline{C}$, $D=f(V,\overline{C})$, принимая конечные результаты предыдущего периода за начальные результаты для последующего периода. Аналогично прогноз водно-солевого режима может быть выполнен численными методами по программе М. Г. Хубларяна и др.

ЛИТЕРАТУРА

Аверьянов С. Ф. Некоторые вопросы предупреждения засоления орошаемых земель и меры борьбы с ним в Европейской части СССР.— В кн. «Орошаемое земледелие в Европейской части СССР». «Колос», М., 1965.

Айдаров И. П. Вопросы обоснования мероприятий по борьбе с засолением орошаемых земель.— В кн. «Теория и практика борьбы с засолением орошаемых земель». «Колос», М., 1971.

Гасанов Г. Я., Шапинская Г. П. О расчете коэффициента конвективной диффузии и промывных норм. — М., Труды Союзводпроекта, 2/35, 1970.

Николаевский В. Н. Конвективная диффузия в пористых средах. —«Прикладная математика и механика», т. 23, вып. 6, 1959.

Новик О. Б., Оста М. К., Хубларян М. Г. О расчете конвективной диффузии солей в пористой среде при неустановившемся движении растворителя. — М., ВНИИГи М., т. 49, 1970.

Рачинский В. В., Асанакунов А. А. Исследование динамики переноса солей в пористых средах. — Изв. ТСХА, 2, «Колос», 1965.

Рекс Л. М. Перераспределение солей в почво-грунтах при орошении.— Автореферат диссертации, М., 1971.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Том I *1975 г.*

М. Х. Сарсенбаев,
ст. инженер КазНИИВХ

К ВОПРОСУ ВОДОУЧЕТА НА ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

УДК 626.823.6

На состоявшемся в конце 1973 года Всесоюзном совещании, где обсуждалось современное состояние и перспектива применения водомерных и водоучитывающих приборов в мелиорации и водном хозяйстве, отмечалось неудовлетворительное положение с водоучетом, одновременно высказана необходимость в создании и внедрении в практику простых, надежных и достаточно точных водомерных и водоучитывающих приборов, что позволило бы управлять технологическими процессами на мелиоративных системах на основе автоматизации и телемеханизации.

В настоящее время из-за отсутствия надежных водоизмерительных средств на многих оросительных системах поливные нормы сельскохозяйственных культур не выдерживаются, производятся неоправданные сбросы оросительной воды, а это ведет к ухудшению мелиоративного состояния орошаемых земель. Такие явления особенно ощутимы на стародействующих оросительных системах Казахстана.

В условиях Каратальской рисовой ирригационной системы, например, ежегодный водозабор в пересчете на 1 га посевов риса составляет в среднем 68,1 тыс. м^3 (за период с 1963 по 1971 гг.), то есть почти вдвое превышает потребное количество воды. Одна из причин неудовлетворительной эксплуатации этой системы — отсутствие простых и точных гидрометрических устройств.

На Каратальском массиве орошения имеется 140 гидрометрических постов, из них 61% представляют собой гидрометрические створы с замером расхода вертушками, 35% — водомеры-водовыпуски, и только 4% — водомеры транзитных расходов. Водомеры-водовыпуски, одновременно выполняющие функции регулирования и учета расхода, считаются наиболее рациональными. Однако большая часть их неисправна, требует капитального ремонта.

Гидропосты с вертушечными замерами получили наибольшее распространение на Каратальской и других оросительных системах республики. Вертушечный способ измерения расходов при соблюдении установленных правил достаточно прост и надежен. Применение его оправдано на средних и крупных оросительных системах республики.

Измеренные расходы на Каратальской системе не всегда отличаются точностью. Причина в том, что здесь недостаточно промерных

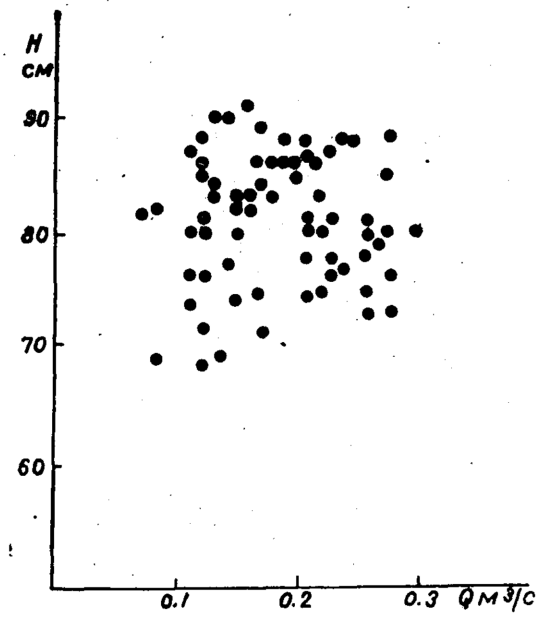


Рис. 1. Измеренные расходы воды в канале ПР-27 (по данным института гидрогеологии и гидрофизики, 1972 г.)

Q — расход воды, *H* — условная отметка горизонта воды в канале

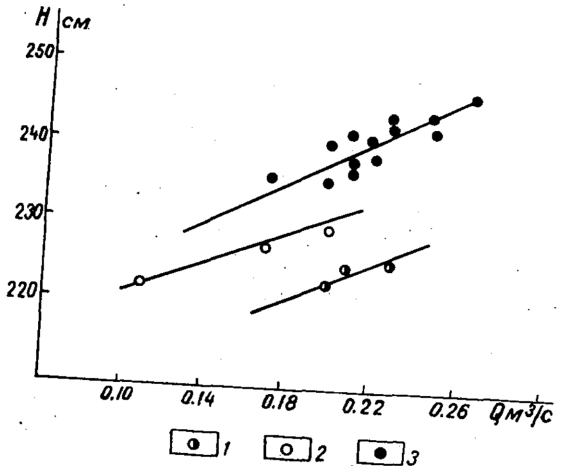


Рис. 2. Кривые связи расходов и уровня воды в канале ПР-27 (по данным Казахского университета, 1973 г.)

1 — кривая I, период действия I.V—18.V; *2* — кривая II, период действия 19.V—I/VI; *3* — кривая III, период действия 2.VI—3.VII

точек, игнорируется детальный способ измерения, редки тарировки измерительных приборов.

Еще в большей степени наблюдаются расхождения в фактической и вычисленной величине объемов стока. Происходит это вследствие не только отсутствия сведений о ежесуточных и внутрисуточных колебаниях горизонтов воды в каналах, но и в силу слабой зависимости расхода воды от глубины наполнения канала.

Натурные исследования, выполненные на Каратальской оросительной системе Институтом гидрогеологии и гидрофизики АН КазССР и Казахским университетом им. С. М. Кирова, показали, что связь расходов и уровней в поверхностных водотоках весьма слабая (рис. 1). Особенно это характерно для оросительных каналов, которые значительно чаще, чем сбросные каналы, работают в неустановившемся гидравлическом режиме. Мелкие рисовые чеки (площадью 0,2—0,5 га), небольшие рисовые карты (5—10 га) и большое количество регулирующих гидротехнических сооружений способствуют нарушению установившегося течения воды в оросительных каналах.

Другая причина нарушения зависимости расхода от горизонта воды — зарастание русел каналов тростником. Расчеты показали, что на Каратальском массиве орошения тростник занимает 5743 га (35%) из 16,2 тыс. га обследованной площади. Эта растительность распространена главным образом на руслах оросительных и сбросных каналов.

Как известно, интенсивный рост стеблей тростника начинается сравнительно поздно, в июне, и достигает максимальной высоты уже в авгу-

сте. Соответственно этому он оказывает влияние на характер течения воды в каналах.

Специальный анализ результатов гидрометрических работ на оросительных и сбросных каналах, выполненный гидрологами Казахского университета им. С. М. Кирова, выявил факт существования нескольких кривых зависимостей расхода от уровня (рис. 2) для каждого гидропоста в течение вегетационного периода. Основная причина наличия не одной, а нескольких кривых указанной зависимости — это обильное зарастание русел водотоков тростником и другой влаголюбивой растительностью. При этом характерным является обязательное существование одной или двух кривых для начала вегетации (май), в течение которого русла каналов свободны от тростника. Период действия остальных кривых более продолжителен и зачастую одна зависимость может характеризовать всю остальную часть периода действия оросительных каналов.

Таким образом, на оросительных системах, подобных Каратальской, вычисления объемов стока с достаточной точностью можно производить лишь в случаях измерения расходов при условии отсутствия зарастания каналов или при использовании для расчетов нескольких кривых зависимости расходов от уровня. Они дифференцированно учитывают для каждого гидрометрического поста гидродинамическое действие растений тростника по мере их развития.

К сожалению, из-за отсутствия в настоящее время эффективных способов борьбы с тростником приходится применять расчеты стока, основанные на использовании нескольких кривых зависимости расхода от уровня. Такой способ сопряжен с большими затратами труда на частые измерения расходов и вычисления объемов стока.

Упрощения гидрометрических работ можно достичь заменой реечных постов водомерами-регуляторами. Не меньшее значение при планировании эксплуатационной гидрометрии имеет правильное обоснование гидропостов. При этом число постов и способов измерения расходов должны соответствовать поставленной задаче. Иногда бывает полезным сократить количество замерных пунктов и за счет этого увеличить частоту измерения расходов и в конечном итоге повысить точность определения объемов стока. Так, например, на Каратальской системе, по нашему мнению, количество гидропостов можно сократить на 10—15% без ущерба для решения поставленной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Водомерные приборы — основа технического прогресса в эксплуатацию мелиоративных систем. «Гидротехника и мелиорация», № 5, 1974.

2. Наставления гидрометстанциям и постам. Вып. 6, ч. II, Гидрометиздат, Л., 1972.

3. Эксплуатация оросительных систем и пути ее улучшения. «Колос», М., 1971.

Том I *1975 г.*

Р. А. Кван,
зав. отделом орошения КазНИИВХ, кандидат сельскохозяйственных наук

Л. А. Ким,
ст. научный сотрудник КазНИИВХ, кандидат сельскохозяйственных наук

А. И. Парамонов,
мл. научный сотрудник КазНИИВХ

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЮЦЕРНЫ В РИСОВОМ СЕВООБОРОТЕ

УДК 633.31 : 631.67+633.18

Нами по заданию Министерства мелиорации и водного хозяйства КазССР в 1971—1974 гг. проводились исследования по режиму орошения и водопотреблению люцерны на рисовых системах в низовьях р. Или на Акдалинском массиве. Полевые работы в 1971—1972 гг. выполнялись на опытном поле КИЗа в рисосовхозе «Бах-Бахтинский», а в 1973—1974 гг. — в совхозе «50 лет Октября».

Климат зоны исследования резко континентальный: жаркое лето и холодная малоснежная зима. Средняя продолжительность безморозного периода длится 150—160 суток. Годовая сумма осадков — от 135 до 206 мм, а испарение с открытой поверхности — 1196 мм в год.

Почвы опытного участка представлены такыровидными сероземами с содержанием пылеватых частиц до 40%. По типу засоления они относятся к гидрокарбонатно-сульфатным. Содержание солей в метровом слое — от 0,064 до 0,08% на участке опытного поля КИЗа и от 0,115 до 0,23% на участке совхоза «50 лет Октября». Особенностью засоленных почв является наличие в них нормальной соды (0,03%).

По механическому составу преобладают средне- и тяжелосуглинистые разновидности с водопроницаемостью от 0,5 до 0,7 мм/мин за первый час. Объемный вес метрового слоя почвы — 1,45—1,48 г/см³. Полевая влагоемкость — 17,5—17,8% от веса сухой почвы.

Грунтовые воды слабоминерализованы (солей содержится от 0,29 до 1,8 г/л), залегают они весной (март — апрель) на глубине 3—3,5 м.

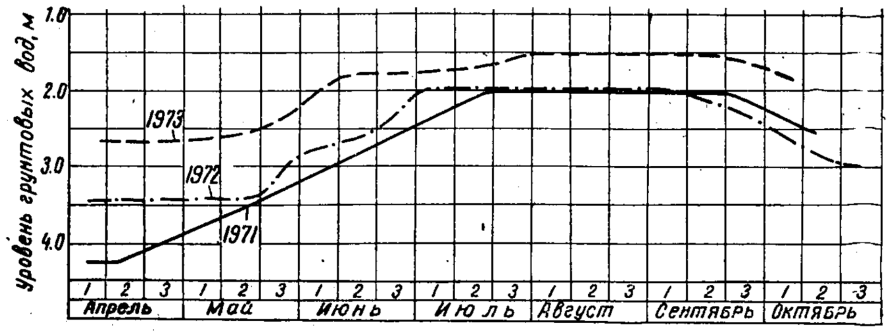


Рис. 1. Уровенный режим грунтовых вод опытных участков

При затоплении рисовых чеков на прилегающих массивах уровень грунтовых вод постепенно поднимается и в июле — августе достигает 1,8—2 м от поверхности земли. В конце сентября уровень грунтовых вод понижается до 3—3,5 м.

Орошение люцерны на слабозасоленных землях

Режим орошения люцерны нами изучался путем закладки мелкоделяночных опытов в трехкратной повторности. Сроки поливов и поливные нормы устанавливались по дефициту влажности основного корнеобитаемого слоя почвы и по укосам люцерны. Количество грунтовых вод, используемых растениями за вегетационный период, учитывалось при помощи лизиметров, заложенных на различных глубинах. Основными критериями оценки результатов опыта были водопотребление, агробиологические и экономические показатели. В табл. 1 приведены схема опытов и режимы орошения люцерны первого и второго года жизни.

Таблица 1

Режим орошения люцерны

Схемы опыта	Количество поливов	Оросительная норма, м³/га	Даты и нормы полива		
			1 полив	2 полив	3 полив
Люцерна первого года жизни, 1971 г.					
1. Контроль (без орошения)	—	—	—	—	—
2. Поливы при влажности расчетного слоя почвы 70% от ППВ	2	1650	13.VI / 800	30.VII / 850	—
3. То же, при 80% от ППВ	3	1800	2.VI / 600	28.VI / 600	27.VII / 600
4. То же, при 60% от ППВ	1	1100	14.VII / 1100	—	—
5. Поливы проводятся перед укосом	2	1550	28.VI / 900	30.VII / 650	
Люцерна второго года жизни, 1972 г.					
1. Контроль (без орошения)	—	—	—	—	—
2. Поливы при влажности расчетного слоя почвы 70% от ППВ	2	1600	3.VI / 800	23.VI / 800	—
3. То же, при 80% от ППВ	3	1800	20.V / 600	12.VI / 600	26.VI / 600
4. То же, при 60% от ППВ	1	1100	12.VI / 1100	—	—
5. Поливы проводятся перед укосом	3	2400	20.V / 700	5.VII / 1100	12.VIII / 600
6. Поливы проводятся после укосов	3	2400	12.VI / 1100	19VII / 800	30.VIII / 500

Примечание. В числителе указаны даты проведения полива, в знаменателе — поливные нормы в м³/га.

Влажность почвы на вариантах опыта поддерживалась с учетом принятого режима орошения и выпавших осадков. За счет осенне-зимних и весенних осадков влажность почвы перед посевом люцерны в слое 0—50 см достигала 87,5% от предельной полевой влагоемкости, что обеспечило появление дружных и своевременных всходов растений. Однако к середине июня в метровом слое почвы уже наблюдался дефицит (влажность почвы опустилась до 70% от полной полевой влагоемкости), который покрывался за счет вегетационных поливов. Для поддержания влажности почвы не ниже 60, 70 и 80% от ППВ потребовалось в течение вегетационного периода проводить один, два и три полива. Поливы проводились в основном в мае — июне, когда грунтовые воды находились ниже 2 м от поверхности земли.

Вегетационные поливы положительно сказывались на росте и развитии люцерны, ее урожайности (табл. 2).

Таблица 2

Урожай люцерны в зависимости от режимов орошения

Варианты опыта	Число поливов	Оросительная норма, м³/га	Поливная норма, м³/га	Урожай сена, ц/га					Процент к контролю
				1 укос	2 укос	3 укос	4 укос	всего	
1. Контроль (без орошения)	—	—	—	15	20	—	—	35	100
				38	28	30	22	118	100
2. Поливы проводятся при влажности метрового слоя почвы 70% от ППВ	2	1650	825	29	34	—	—	63	180
	2	1600	800	54	36	36	23	149	126
3. То же, при 80% от ППВ	3	1800	600	31	36	—	—	67	192
	3	1800	600	56	39	36	23	154	130
4. То же, при 60% от ППВ	1	1100	1100	17	29	—	—	46	131
	1	1100	1100	52	34	34	22	142	120
5. Поливы проводятся перед укосами	2	1550	725	20	35	—	—	55	157
	3	2400	800	56	36	35	23	150	127
6. Поливы проводятся после укосов	3	2400	800	54	43	36	23	154	130

Примечание. В числителе приведены данные первого года, в знаменателе — второго года жизни. В первый год исследований вариант 6 не изучался.

Из данных таблицы 2 видно, что люцерна очень отзывчива на орошение, особенно в первый год жизни. Урожай сена на орошаемых вариантах в 1,3—1,9 раза выше, чем на неорошаемых. Во второй год жизни прибавка урожаев от поливов составила за четыре укоса 36 ц/га, или 130% к контролю. В первый год жизни люцерны наибольший урожай сена получен на втором и третьем вариантах опыта (63—67 ц/га), где влажность почвы не опускалась ниже 70—80% от ППВ. Во второй год жизни максимальный урожай получен также на этих вариантах.

Таким образом, в условиях Акдалинского массива для получения высоких урожаев сена люцерны в рисовом севообороте необходимо за

вегетационный период проводить 2—3 полива оросительной нормой 1600—1800 м³/га.

Величина урожая, являющаяся важным критерием оценки режимов орошения, еще не дает полного представления об эффективности орошения, так как увеличение оросительной нормы ведет к росту не только урожайности, но и к затратам на орошение. Поэтому для оценки и выбора экономически обоснованного режима орошения люцерны были определены издержки сельскохозяйственного производства, себестоимость валовой продукции и другие показатели при возделывании люцерны первого и второго года жизни (табл. 3).

Таблица 3

Издержки производства, себестоимость и уровень рентабельности при возделывании люцерны при различных режимах орошения

Варианты опыта	Оросительная норма, м³/га	Стоимость оросительной воды, руб.	Стоимость полива, руб.	Эксплуатационные издержки, руб.	Всего затрат, руб.	Урожай, ц/га	Общий доход, руб.	Чистый доход, руб.	Себестоимость сена, руб/ц	Уровень рентабельности, %
1. Контроль (без орошения)	—	—	—	74,7	99,7	35	87,5	—	2,9	—
				42	54,6	118	295	240	0,46	440
2. Поливы при влажности метрового слоя почвы 70% от ППВ	1600	3,85	3,60	82,2	115,4	63	158	42,6	1,9	37
	1600	3,85	3,60	48,0	70,8	149	372	301	0,47	426
3. То же, при 80% от ППВ	1800	4,34	5,40	84,6	122,0	67	167	45,0	1,9	37
	1800	4,34	5,40	49,0	75,6	154	387	311	0,49	412
4. То же, при 60% от ППВ	1100	2,65	1,80	77,7	106,2	46	115	8,8	2,3	8,3
	1100	2,65	1,80	46,0	64,5	142	354	290	0,45	450
5. Поливы проводятся перед укосами	1550	3,72	3,60	80,0	111,3	55	138	26,7	2,1	24,0
	2400	5,75	5,40	49,0	76,4	154	387	310	0,50	406
6. Поливы проводятся после укосов	2400	5,75	5,40	49	76,4	154	387	310,6	0,50	407

Примечание. Накладные расходы — 30%.

Из приведенных в таблице 3 данных видно, что возделывание люцерны первого года жизни в условиях естественного увлажнения убыточно, но в качестве агромелиоратора она нужна. Применение на посевах люцерны одного полива нормой 1100 м³/га обеспечивает получение чистой прибыли с 1 га 8,8 руб., двух поливов при оросительной норме 1600 м³/га — 42,6 руб., трех поливов при оросительной норме 1800 м³/га— 45 рублей. Увеличение оросительной нормы до 2400 м³/га ведет к снижению прибыли.

Самая низкая себестоимость сена (1,9 ц/га) получена на вариантах с двумя-тремя вегетационными поливами. На этих участках получен и одинаковый уровень рентабельности — 37,0%. Однако следует считать, что для люцерны первого года возделывания наиболее эффективны поливы, проводимые при 70-процентной влажности почвы от предельной по-

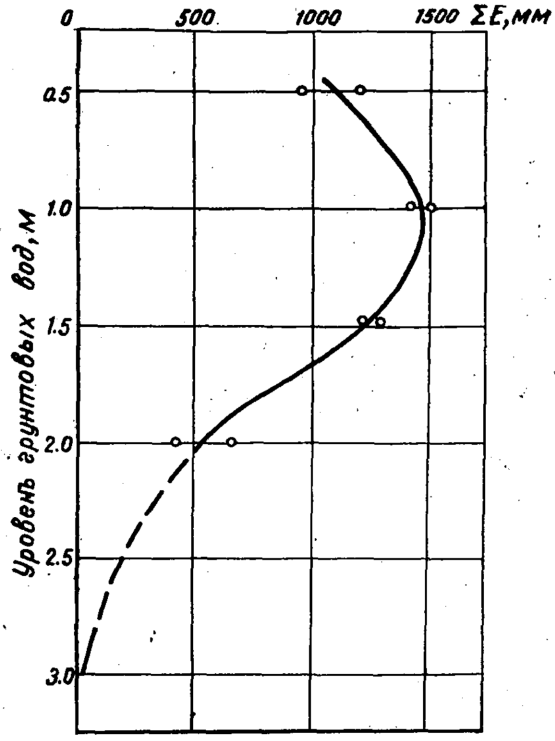


Рис. 2. Расход грунтовых вод в лизиметрах на суммарное испарение

левой влагоемкости; повышение предполивного порога до 80% от ППВ не приводит к увеличению экономического эффекта.

Во второй год жизни люцерны наибольший экономический эффект достигается при одном вегетационном поливе нормой 1100 м³/га. В данном случае получен самый высокий уровень рентабельности — 450%, самая низкая себестоимость — 0,45 руб/ц.

Таким образом, режимом орошения люцерны, обеспечивающим максимальный экономический эффект в первый год ее возделывания, является такой, когда влажность почвы поддерживается не ниже 70% от предельной полевой влагоемкости путем проведения двух поливов нормой по 800 м³/га. Во второй год достаточно одного вегетационного полива нормой 1100 м³/га после первого укоса.

Влияние грунтовых вод на водопотребление люцерны

На рисовых оросительных системах в водоснабжении растений люцерны активное участие принимают грунтовые воды, их режим связан с орошением риса на прилегающих массивах. По данным ряда авторов (В. Б. Зайцев и Р. П. Кутц, 1972; Н. С. Горюнов, 1973; В. Н. Иванов, 1973), на участках, занятых посевами люцерны, грунтовые воды поднимаются до 0,6—2 м от поверхности почвы.

Для установления суммарного водопотребления люцерны, а также величины расхода грунтовых вод в наших исследованиях использовались лизиметрические установки, заложенные на чеке, где проводились опыты по режиму орошения. Лизиметры диаметром 1 м закладывались в трехкратной повторности на глубину 0,5 : 1,0; 1,5 и 2,0 м от поверхности земли. За вегетационный период люцерны в двухметровых лизиметрах провели два полива оросительной нормой 1500 м³/га в первый год возделывания и 1800 м³/га — во второй год при влажности почвы 70—75% от предельной полевой влагоемкости. В остальных лизиметрах поливы не проводились, так как влажность почвы (монолита) не опускалась ниже принятого порога.

Обработка лизиметрических данных методом математической статистики позволила построить экспериментальную кривую расхода грунтовых вод при различной глубине их залегания и таким образом рассчитать водопотребление люцерны по вариантам опыта (рис. 2).

Водопотребление люцерны колеблется от 400 до 608 мм в первый год жизни и от 580 до 745 мм — во второй год, находится в прямой зависимости от величины надземной массы (табл. 4).

Таблица 4

Водопотребление люцерны на вариантах опыта

Варианты опыта	Количество поливов	Расход воды за вегетационный период					Урожай сена, ц/га	Коэффициент водопотребления, м³/ц	% использования грунтовых вод в суммарном водопотреблении
		оросительная норма, мм	осадки, мм	запасы почвенной влаги, мм	грунтовые воды, мм	всего, мм			
1. Контроль (без орошения)	—	—	33	—15	382	400	35	114	95,5
			92	—15	503	580	118	491	86,7
2. Поливы при влажности метрового слоя почвы 70% от ППВ	2	165	33	—50	438	586	63	93	74,6
	2	160	92	—54	520	718	149	48,1	72,5
3. То же, при 80% от ППВ	3	180	33	—55	450	608	67	90,7	74,0
	3	180	92	—66	530	736	154	47,8	72,0
4. То же, при 60% от ППВ	1	110	33	—40	411	514	46	112	80,0
	1	110	92	—36	524	690	142	48,6	76,0
5. Поливы проводятся перед укосами	2	155	33	—45	440	583	55	106	75,0
	3	240	92	—60	465	737	154	47,9	64,0
6. Поливы проводятся после укосов	3	240	92	—57	470	745	154	48,4	63,2

Примечание. В числителе — данные первого года, в знаменателе — второго года жизни люцерны.
Вариант 6 в первый год жизни люцерны не изучался.

Различные режимы орошения обусловили разные соотношения приходно-расходной части водного баланса поля люцерны. Основной расход влаги на всех вариантах опыта происходит за счет грунтовых вод, величина расхода колеблется от 74 до 95% от суммарного водопотребления в первый год жизни люцерны и от 63 до 86% — во второй год. На неорошаемом участке происходит максимальное использование грунтовых вод растениями люцерны (86—95%). Проведение вегетационных поливов уменьшает удельный вес грунтовых вод в водном балансе и увеличивает соответственно удельный вес оросительной воды. Так, один полив на варианте 4 снижает расход грунтовых вод до 76—80%, а три полива оросительной нормой 2400 м³/га (вариант 6) — до 63%.

Таким образом, при возделывании люцерны на рисовых системах грунтовые воды играют решающую роль в водоснабжении растений и являются основной приходной статьей водного баланса.

Орошение люцерны на засоленных землях

Необходимым условием орошения люцерны, возделываемой на засоленных землях, является предупреждение вторичного засоления, происходящего в результате капиллярного поднятия грунтовых вод и выноса токсичных солей в верхние горизонты почвы.

В 1973 г. нами проведены исследования по выявлению оптимального режима орошения люцерны на засоленных землях с определением его влияния на водно-солевой режим почвы и продуктивность растений. Опыты закладывались на рисовых чеках совхоза «50 лет Октября» после возделывания риса по схеме:

1 вариант — полив люцерны увеличенной нормой ($m=1{,}5\ m_р$);

2 вариант — полив люцерны расчетной нормой при влажности основного корнеобитаемого слоя почвы (75—80% от ППВ). ($m=m_р$).

Расчет содержания солей в почве после уборки риса показал, что земли в результате двухгодичного возделывания риса почти полностью рассоляются. Количество солей в 1,5-метровом профиле изменяется в пределах 0,061—0,175%. Верхний (0—30 см) горизонт на всех чеках оказался незасоленным.

Наблюдения за динамикой солей в невегетационный период показали, что значительного накопления солей в зоне аэрации не происходит, хотя и наблюдается тенденция некоторого увеличения содержания их в верхних горизонтах почвы в основном за счет их конвенктивного передвижения (табл. 5 и 6).

Таблица 5

Изменение запасов солей в почве, т/га

Горизонты почвы, см	Дата отбора образцов			
	после уборки риса, 11. X. 1972 г.	перед посевом люцерны, 12. IV. 1973 г.	в середине вегетации, 29. VII. 1973 г.	в конце вегетации, 13. IX. 1973 г.
Вариант 1 (Чек 2, правый КО—8, Рх—2—2, $m=1{,}5\ m_р$)				
0—30	1,25 / 3,57	2,64 / 4,50	3,70 / 5,85	4,00 / 5,50
0—100	4,59 / 16,65	12,30 / 17,30	16,20 / 22,40	16,30 / 18,10
0—150	6,60 / 27,32	18,20 / 25,20	22,00 / 30,30	20,00 / 30,10
Вариант 2 (Чек 3, правый КО—8, Рх—2—2, $m=m_р$)				
0—30	1,62 / 3,24	4,30 / 5,60	7,30 / 9,60	21,30 / 22,70
0—100	4,95 / 9,10	23,40 / 31,50	26,50 / 41,60	64,00 / 34,60
0—150	7,90 / 13,90	37,00 / 43,40	50,00 / 79,00	69,00 / 85,50

Примечание. В числителе — запас токсичных, в знаменателе — общий запас солей.

Возделывание люцерны на фоне орошения резко ослабляет процесс соленакопления, но не ликвидирует опасности вторичного засоления почв (на всех опытных чеках за вегетационный период происходило накопление солей). Значительная интенсивность соленакопления наблюдалась на втором варианте, где поливы проводились расчетной нормой. К концу вегетации здесь количество солей в метровом слое увеличилось на 0,19% и составило 85,5 т/га.

Одновременно с увеличением общего содержания солей в почве происходят существенные изменения в качественном ее составе. Запасы хлористого натрия увеличиваются в 1,5—2 раза, а сернокислого магния,

Таблица 6

Качественный и количественный состав солей в почве при возделывании люцерны, %

Горизонты почвы, см	Состав солей					
	Na_2Co_3	Na_2HCo_3	$Ca(HCo_3)_2$	NaCl	$MqSo_4$	$CaSo_4$
	Вариант 1 ($m=1{,}5\ m_р$)					
0—30	0,0014	0,0027	0,037	0,0037	0,0139	0,0041
	0,0012	0,0094	0,043	0,0068	0,0046	0,0014
0—100	0,0059	0,017	0,032	0,0042	0,0087	0,0015
	0,0039	0,0208	0,036	0,0064	0,0032	0,0005
0—150	0,0071	0,0121	0,0301	0,0037	0,0139	0,0010
	0,0026	0,0026	0,0145	0,0045	0,0037	0,0206
	Вариант 2 ($m=m_р$)					
0—30	0,0070	0,0119	0,0330	0,0095	0,0103	0,0059
	0,0075	0,1080	0,0350	0,1170	—	0,0090
0—100	0,0080	0,0136	0,0350	0,0164	0,0283	0,0276
	0,0264	0,1887	0,0378	0,0562	—	0,0055
0—150	0,0070	0,0133	0,0321	0,0132	0,0199	0,0342
	0,0145	0,1310	0,0352	0,0392	0,0020	0,0300

Примечание. В числителе — запас солей в начале вегетации люцерны, в знаменателе — в конце.

как правило, уменьшаются. Кроме того, на всех чеках наблюдается снижение содержания гипса и увеличение нормальной соды, в особенности бикарбоната натрия. Высокая интенсивность накопления последней весьма опасна при малом содержании органического вещества и нагревания поверхностных горизонтов почвы, когда бикарбонат натрия может переходить в нормальную соду (В. А. Ковда, В. В. Егоров) по схеме:

$$2NaHCO_3 \rightleftarrows Na_2CO_3 + H_2O + CO_2$$

Следует отметить, что при снижении термического режима и увеличении свободной углекислоты в почвенном растворе возможен и обратный переход нормальной соды в бикарбонат натрия. Этим, по-видимому, объясняется сильное угнетение риса и люцерны, а иногда полная их гибель в период высоких температур воздуха и воды в чеках.

Анализ изменений качественного и количественного состава солей указывает на то, что при увеличении общего содержания солей в корнеобитаемой зоне интенсивность содонакопления резко возрастает. Например, при слабом проявлении процесса вторичного засоления на первом варианте, где поливы проводились повышенными нормами, увеличение соды практически не наблюдается. Однако на втором варианте, где запасы солей возросли на 40,1 т/га, содержание бикарбоната натрия возросло на 26,5 т/га, а нормальной соды — более чем в два раза. Здесь поливы проводились расчетной нормой, соответствующей влажности метрового слоя почвы 75—80% от предельной полевой влагоемкости. Интенсивный рост запаса бикарбоната натрия и в особенности нормальной соды может настолько сильно ухудшить физико-химические и водно-физиче-

ские свойства почв, что потребуются десятилетия для восстановления их плодородия.

Увеличение содержания солей и в особенности нормальной соды при поливах нормой, равной расчетной, привело к снижению урожайности люцерны на 15,3 ц/га по сравнению с урожайностью на варианте, где она поливалась грузными нормами (табл. 7).

Таблица 7

Содержание солей в почве и урожайность люцерны первого года жизни

Варианты опыта	Число поливов	Оросительная норма, м³/га	Содержание солей			Урожай сена за два укоса, ц/га
			в начале вегетации	в конце вегетации	изменения	
Поливы проводятся увеличенной нормой	2	2200	0,111 25,20	0,136 30,10	+0,025 +4,90	38,5
Поливы проводятся расчетной нормой	2	1500	0,194 43,40	0,380 84,50	+0,186 44,10	22,7

Примечание. Содержание солей: в числителе — %, в знаменателе — т/га.

Таким образом, орошение люцерны на засоленных землях повышенными нормами хотя и не улучшает мелиоративного состояния земель, однако способствует стабилизации содержания солей в почве после культуры риса. Увеличение поливных норм в два раза и более несколько улучшит мелиоративное состояние земель, но вызовет подъем уровня грунтовых вод. Поэтому при возделывании люцерны на небольших участках (100—200 га) невозможно применять промывной режим орошения.

В данных природно-хозяйственных условиях покровная толща четвертичных отложений обладает высокой водопроницаемостью и инфильтрационные воды с рисовых полей интенсивно поступают в районы возделывания сопутствующих культур рисового севооборота.

Чтобы снизить расход грунтовых вод на испарение и транспирацию и таким образом ослабить процесс вторичного засоления необходимо увеличить размеры площади посева сопутствующих культур до 500—700 га. Это уменьшит периметр притока фильтрационных вод с рисовых полей и долю их участия в водном режиме корнеобитаемой зоны, что создает условия для применения повышенных поливных норм и обеспечит благоприятные водный и солевой режимы почвы.

ВЫВОДЫ

1. Люцерна на рисовых системах очень отзывчива на орошение, особенно в первый год жизни. Урожай сена за два укоса при трех поливах оросительной нормой 1800 м³/га составил 67 ц/га, что почти в два раза выше, чем на неорошаемом участке (35 ц/га). Во второй год жизни прибавка урожая от поливов составила за четыре укоса 36 ц/га, или 130% к контролю.

2. Водопотребление люцерны изменяется от 608 мм в первый год жизни до 745 мм во второй год, находится в прямой зависимости от

величины надземной массы и режимов орошения. Коэффициент водопотребления при оптимальном водном режиме составляет 478 м³/т.

3. Грунтовые воды оказывают решающее влияние на режим орошения люцерны в рисовом севообороте, в суммарном расходе на их долю приходится 63—95%.

4. Оптимальным, экономически обоснованным режимом орошения люцерны первого года жизни на слабозасоленных землях является такой, при котором поддерживающий предполивной порог влажности метрового слоя почвы не ниже 70% от предельной полевой влагоемкости. Для поддержания такого режима орошения требуется проведение двух поливов оросительной нормой 1600 м³/га. В наших опытах урожай сена за два укоса составил 63 ц/га, при себестоимости 1,9 руб/ц и уровне рентабельности 37%.

Во второй год жизни люцерны достаточно одного полива нормой 1100 м³/га после первого укоса. При урожайности 142 ц/га себестоимость одного центнера сена в наших опытах составила 0,45 руб., уровень рентабельности — 450%.

5. На засоленных землях необходимо применять режим орошения люцерны, поддерживающий влажность метрового слоя почвы не ниже 75—80% от ППВ. Поливные нормы при этом, исходя из условия предупреждения вторичного засоления, должны приниматься в 1,5 раза выше расчетных. Для улучшения водно-солевого режима почвы необходимо сосредоточение посевов сопутствующих культур на массивах площадью 500—700 га.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Том I *1975 г.*

М. Б. Гаврилов,

зав. лабораторией механизации и техники полива Казахского научно-исследовательского института плодоводства и виноградарства

ОАЗИСНОЕ ОРОШЕНИЕ ПОДЗЕМНЫМИ ВОДАМИ В ПУСТЫНЕ МУЮНКУМЫ

УДК 06.01.02

Пустыня Муюнкумы, занимающая около 5 млн. га, относится к северным песчаным пустыням. С севера сюда беспрепятственно проникают холодные ветры, а проникновению южных и юго-западных теплых ветров препятствует хребет Кара-Тау. В связи с этим климат здесь резко континентален: с жарким и сухим летом, холодной малоснежной зимой. Сумма положительных температур выше +10°С составляет 3500—3800 градусов. Годовое количество осадков не превышает 130—150 мм. Самым влажным сезоном является весна.

Почвы Муюнкумов представлены преимущественно супесчаными и песчаными сероземами. Низкая влагоемкость и обильная водоотдача их способствуют быстрому высыханию верхнего слоя, что затрудняет возделывание сельскохозяйственных культур. В зоне выклинивания грунтовых вод встречаются разновидности болотных, луговых серо-бурых и такыровидных почв различного механического состава.

В хозяйственном отношении пустыня Муюнкумы используется преимущественно для отгонного животноводства в качестве осенне-зимних пастбищ. Здесь ежегодно зимует более 2,5 млн. овец и около 200 тыс. голов крупного рогатого скота. Однако естественная продуктивность пустынных пастбищ очень низкая. Даже в наиболее благоприятные по климатическим условиям годы она не превышает 2—3 ц кормового сена с гектара. При такой продуктивности для нормального обеспечения кормами на каждую овцу надо иметь не менее 1,5—2 га зимних выпасов. Несоответствие естественных кормовых ресурсов и ежегодного роста поголовья скота снижает продуктивность животноводства, способствует отходу молодняка и удорожанию животноводческой продукции.

Вместе с тем здесь имеются все возможности для полного удовлетворения растущего поголовья скота кормами местного производства. Богатейшие перспективы имеет здесь оазисное орошение подземными водами.

По данным академика АН Казахской ССР У. М. Ахмедсафина (1964 г.), в песчаных отложениях Муюнкумов сосредоточено около 400 млрд. м³ грунтовых и более 330 млрд. м³ артезианских вод.

К настоящему времени в западных Муюнкумах на территории пустынных пастбищ Сузакского производственного управления пробурено свыше 100 самоизливающихся скважин с дебитом от 5—10 до 80—100 л/сек и общим расходом более 3,0 м³/сек. К сожалению, эти скважины, за исключением 4—5%, используются только для водопоя скота, на что идет менее 0,5% изливающейся воды. Остальная ее часть бесполез-

но теряется в песках, вызывая затопление прилегающих к скважинам площадей, а иногда и их засоление.

Одним из непременных условий успешного развития орошаемого кормопроизводства при оазисном орошении в условиях пустынь является применение рациональных способов и техники полива сельскохозяйственных культур, строгое соблюдение оптимальных величин элементов техники поверхностных поливов и дождевания.

Таблица 1

Предельные значения удельных расходов воды в зависимости от продольных уклонов полосы для песчаных почв пустыни Муюнкумы

Уклоны	Удельный расход воды за 1 пог. м ширины полосы
0,001—0,003	6,0—6,5
0,003—0,005	6,0—5,0
0,005—0,01	5,0—3,5
0,01—0,02	3,5—2,5

Ниже приводим результаты исследований, проведенных нами в пустыне Муюнкумы в составе отдела оазисного орошения Казахского научно-исследовательского института водного хозяйства. На опытных участках строились мелкоплощадные (от 5 до 50 га) оросительные системы с закрытой стационарной сетью.

В зависимости от изучаемых способов полива распределение воды по полю производилось с помощью поливных трубопроводов (гибких из мелиоративной ткани и закрытых полиэтиленовых) или дождевальной установки КДУ-55М.

На опытном поле возделывались кукуруза ВИР-156 и Воронежская 76, сорго Техас-60, Таджикское комовое, люцерна, ячмень, суданская трава, арбуз сорта Камышинский, картофель, огурцы и помидоры.

Культуры сплошного сева (люцерна, суданская трава и ячмень) поливались по полосам с головным пуском воды с помощью гибких поливных трубопроводов. Полосы шириной 3,6 м с высотой валиков 20—25 см нарезались полосообразователем ПМП-3,6 конструкции КазНИИВХ.

Основные элементы техники полива по полосам (поливная струя, длина полосы и продолжительность полива) зависят главным образом от водопроницаемости почвы, уклона поверхности, сопротивляемости почв размыву, а также поливной нормы.

Песчаные и супесчаные почвы орошаемых участков отличались малой водоудерживающей способностью и крайне высокой водопроницаемостью. Скорость впитывания в первоначальный момент достигала 10—15 мм/мин, а установившаяся — 1,6—2,2 мм/мин.

Оптимальные размеры поливных струй в полосу определяются сопоставлением их максимально возможных значений, выявляемых нами из условия неразмываемости полосы при больших уклонах, а при очень малых уклонах (порядка 0,001 и меньше) — ее пропускной способностью (табл. 1).

Предельные длины поливных полос определяются не только максимально возможными струями, но и расчетными поливными нормами, максимальные значения которых для песчаных почв составляют 800—900 м³/га.

Следует отметить, что длина полос, на которых полностью впитываются предельные поливные струи и практически прекращается их дальнейшее продвижение, не превышают 150—160 м.

Для сведения до минимума поверхностного сброса воды и более равномерного увлажнения почвы по длине полос следует производить поливы переменной струей гибкими и жесткими поливными трубопрово-

дами с регулируемыми водовыпускными отверстиями. При этом сначала в полосу подается максимально возможная поливная струя, а затем после достижения ею конца полосы струя уменьшается на величину установившегося сброса, определяемого опытным путем.

В табл. 2 приведены оптимальные значения элементов техники полива по полосам для песчаных почв пустыни Муюнкумы.

Таблица 2

Оптимальные величины элементов техники полива по полосам при различных уклонах

Элементы техники полива	Уклоны			
	0,001	0,003	0,005	0,01
Длина полосы, м	70—80	90—100	90—95	70—80
Ширина полосы, м	3,6	3,6	3,6	3,6
Удельная первоначальная поливная струя, л/сек	6,0	5,5	5,0	3,5
Удельная первоначальная поливная струя, л/сек	4,0	3,5	3,0	2,0

К элементам техники полива по бороздам относятся размер и форма поперечного сечения борозды, ее длина, величина поливной струи и продолжительность полива; лучшее сочетание между ними такое, при котором равномерное по площади и глубине внесение заданной поливной нормы достигается без размыва и затопления борозд, без потерь воды на глубинный и поверхностный сбросы при высокой производительности труда поливальщика.

Величины элементов техники полива по бороздам в основном определяются теми же условиями, что и при поливе по полосам.

В результате математической обработки данных натурных опытов, проведенных на песчаных и супесчаных почвах для поливных борозд, имеющих параболическое сечение при глубине 18—20 см, установлены эмпирические зависимости между смоченным периметром χ_0, живым сечением ω_0, скоростью движения воды в борозде V_0, величиной поливной струи q_0 и уклонами i;

$$\chi_0 = 0{,}125\ \frac{q_0^{2/3}}{i^{1/6}},$$

$$\omega_0 = 0{,}00096\ \frac{q_0^{2/3}}{i^{1/3}}$$

$$V_0 = 1{,}04\ q_0^{1/3} \cdot i^{1/3}$$

где q_0 — поливная струя в голове борозды, л/сек;

i — уклон дна борозды.

Впитывание воды в почву при ее движении обусловливает изменение поливной струи, смоченного периметра, живого сечения и скорости движения воды по длине борозды от максимальных величин в голове до нуля в створе полного впитывания струи.

Одновременно с впитыванием воды в почву и уменьшением расхода ее по длине борозды происходит затухание скорости движения, а следовательно, и продолжительности добегания поливной струи на различную длину борозды. Характер этого затухания отражает коэффициент γ, зависящий от водопроницаемости почвы и размера поливной струи и изме-

няющийся на песчаных и супесчаных почвах Муюнкумов от 0,25 до 0,55, при изменении поливных струй от 0,1 л/сек до 1,7 л/сек.

Связь между длиной пробега струи l и продолжительностью полива t может быть выражена зависимостью:

$$l = v_0 \cdot t^{\gamma},$$

где v_0 — средняя скорость потока в голове борозды, м/сек;

Совместное решение приведенных уравнений даст следующее выражение для времени добегания поливной струи до конца борозды:

$$t_{\gamma} = 0{,}016 \frac{l}{\sqrt[3]{q_{0i}}},$$

где t^{γ} — время добегания струи, мин.;

l — длина борозды, м;

q_0 — поливная струя в голове борозды, л/сек.

Намного улучшается качество бороздкового полива и уменьшаются непроизводительные потери оросительной воды при поливе переменной струей с помощью гибких или жестких поливных трубопроводов с регулируемыми водовыпускными отверстиями.

Оптимальные длины поливных борозд, размеры поливных струй и продолжительность полива при расчетных поливных нормах для разных уклонов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Оптимальные элементы техники полива по бороздам на песчаных и супесчаных почвах пустыни Муюнкумы

Уклон	Длина борозды, м	Поливная струя, л/сек		Продолжительность полива в часах		
		постоянная	переменная	поливная норма—800 м³/га	поливная норма—600 м³/га	поливная норма—500 м³/га
0,001	45—50	0,90	1,0/0,8	1,0—1,2	0,6—0,8	0,5—0,6
0,003	70—80	0,75	0,8/0,7	1,3—1,7	1,0—1,3	0,8—1,0
0,005	70—75	0,60	0,65/0,55	1,7—7,60	1,3—1,4	1,1—1,3
0,01	60—65	0,45	0,5/0,4	2,3—2,5	1,8—2,0	1,4—1,5
0,02	45—55	0,35	0,4/0,3	2,4—2,8	1,9—2,0	1,5—1,8

Примечание. Практически коэффициент полезного действия техники полива меньше единицы и в зависимости от спланированности поля, размера поливной нормы и уклона поверхности изменяется в пределах 0,7—0,9. Поэтому фактическая продолжительность полива будет больше.

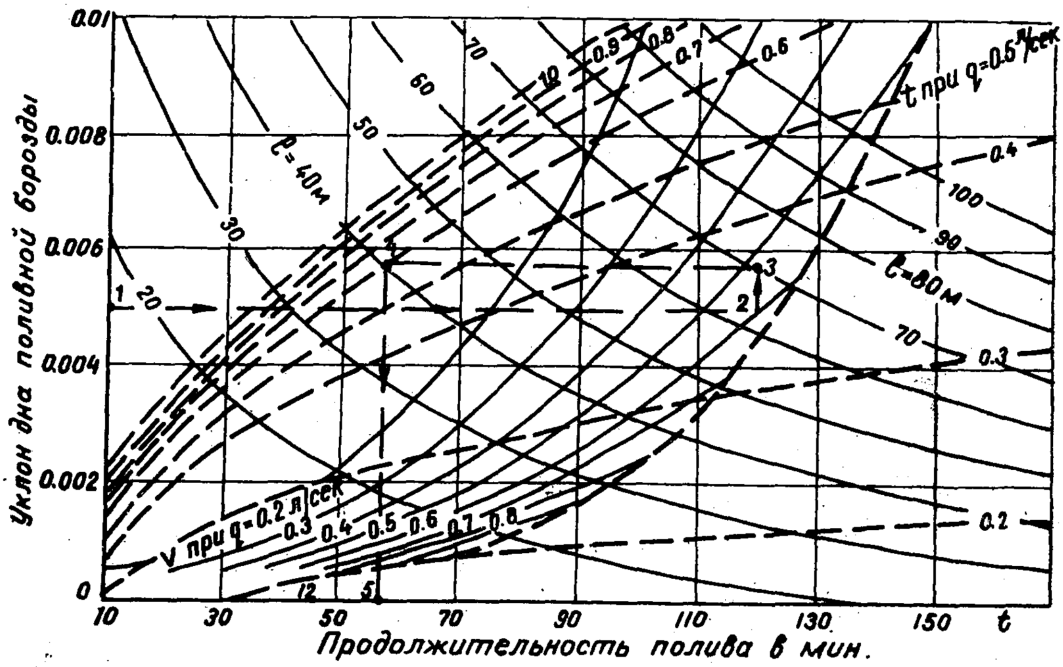
В каждом отдельном случае продолжительность полива должна уточняться пробными поливами.

Приведенные в таблице данные соответствуют такому сочетанию элементов техники полива, при котором:

а) величина первоначальной поливной струи не превышает максимально возможной;

б) поливные нормы, поданные за время добегания струи до конца борозды, составляют не менее 0,5—0,7 заданной.

Для выбора оптимальных струй и определения продолжительности полива по бороздам на песчаных и супесчаных почвах разработана номограмма, в основу которой положены уравнения, полученные опытным путем на участках оазисного орошения в Муюнкумах (рис. 1).



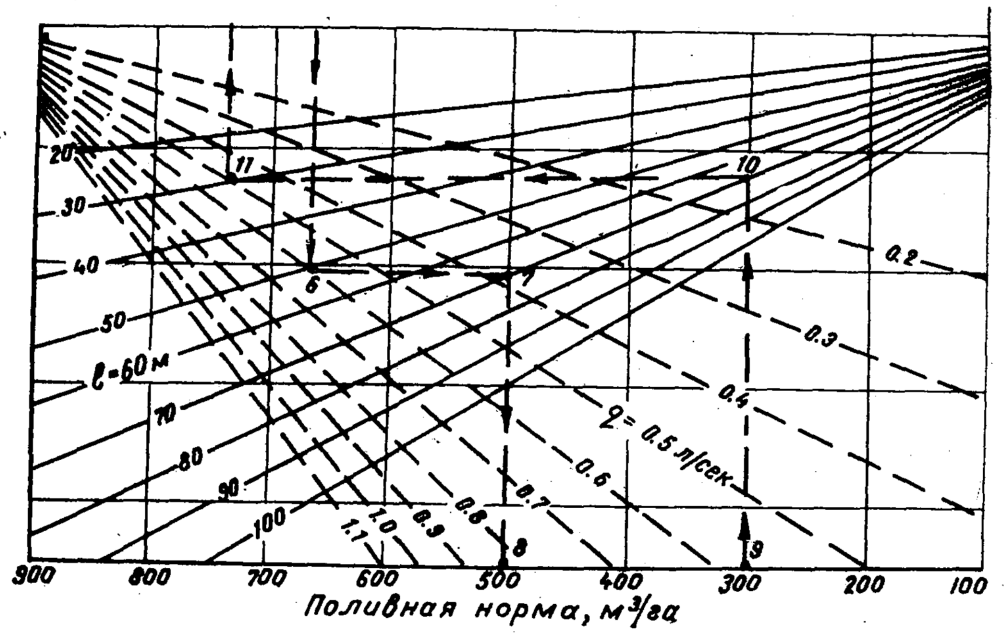


Рис. 1. Номограмма для определения продолжительности полива по бороздам на песчаных и супесчаных почвах при различных поливных нормах и сочетаниях элементов техники полива.

Условные обозначения: l — длина поливной борозды, м; q — поливная струя, л/сек; t — продолжительность полива, мин; — — — линия, ограничивающая предельные поливные струи; .1— .2— .3— ключ.

Зная предельные или близкие к ним величины поливных струй и длину борозд для данного уклона, по номограмме можно установить время добегания поливной струи до конца борозды и объем воды, впитавшейся за это время в почву, то есть норму добегания. При поливе переменной струей, пользуясь номограммой, можно также определить продолжительность подачи в борозду измененной поливной струи, необходимой для доувлажнения почвы до заданной поливной нормы.

Пример. Определить продолжительность полива по бороздам нормой 800 м³/га при уклоне дна борозд i=0,005.

По номограмме (рис. 1) для уклона=0,005 (точка 1), близкой к предельной, является (из таблицы 3) поливная струя размером 0,6 л/сек (точка 2). При длине борозды 70 м (точка 3) и скорости движения воды в борозде, соответствующей поливной струе 0,6 л/сек (точка 4), продолжительность добегания струи до конца борозды составляет 58 мин. (точка 5). Норма добегания при поливной струе 0,6 л/сек (точка 6) и длине борозды l=70 м (точка 7) составляет 500 м³/сек (точка 8). При заданной норме полива 800 м³/га и норме добегания 500 м³/га норма доувлажнения составит 300 м³/га. (точка 9). Для той же длины борозды (точка 10) и измененной поливной струи q=0,5 л/сек (точка 11) время подачи этой струи, необходимое на доувлажнение почвы, равно 42 мин. Общая продолжительность полива нормой 800 м³/га составит 100 мин.

Поскольку каждый поливной участок имеет свои характерные почвенные и рельефные особенности, рассчитанные или принятые по аналогии, элементы техники полива могут оказаться не оптимальными. Для их уточнения предлагается проводить пробные поливы. При этом можно

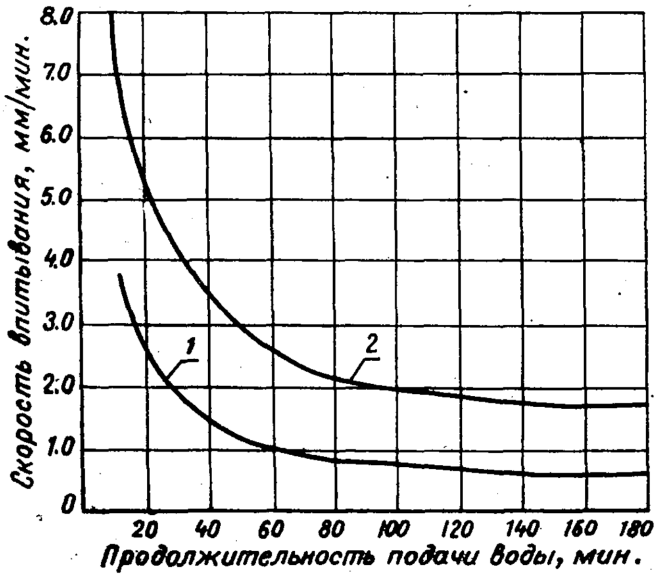


Рис. 2. Сравнительные кривые зависимостей скоростей впитывания воды в почву от продолжительности подачи ее при дождевании и сплошном затоплении при 50% от предельной полевой влагоемкости.

1 — дождевание; *2* — затопление

подобрать такое соотношение между поливными струями и продолжительностью полива, которое позволит максимально приблизить фактические поливные нормы к расчетным:

Одним из важнейших факторов, определяющим возможность применения дождевания в тех или иных почвенных условиях, является впитывающая способность почвы, которая, в свою очередь, не должна превышать интенсивность дождя.

Из рисунка 2, где для сравнения приведена кривая зависимости скорости впитывания во времени при поливе по полосам, видно, что на песчаных почвах Муюнкумов скорость впитывания воды при дождевании в стадии свободной инфильтрации составляет 0,9—0,8 мм/мин, что почти вдвое ниже, чем при наличии с самого начала слоя воды на поверхности почвы. Тем не менее в условиях песчаных почв пустыни Муюнкумы вполне могут быть использованы дождевальные машины и установки с высокой расчетной интенсивностью дождя, обеспечивающие высокую производительность при качественном поливе без образования стока воды даже при продолжительном (больше одного часа) дождевании.

В природных условиях пустынь, где постоянно дуют ветры, а воздух имеет огромную влагопоглощающую способность (высокую температуру и низкую относительную влажность), вопрос определения потерь воды в воздухе при дождевании приобретает исключительную важность.

На основании натурных исследований выведена эмпирическая зависимость потерь воды на испарение в воздухе в период дождевания от температуры воздуха, его относительной влажности и скорости ветра;

$$P=(0{,}130+0{,}038V)\left(\frac{t}{r}\right)0{,}7+0{,}01\ (2^{5-2V}-1)-0{,}125\left(\frac{t}{r}\right), \qquad (8)$$

где P — потери воды в воздухе на испарение при дождевании в долях единицы;

V — скорость ветра, м/сек;

t — температура воздуха, °С;

r — относительная влажность воздуха, %.

Формула (8) справедлива при условиях, если

$$\left(0{,}3 \leqslant \frac{t}{r} \leqslant V\right) \text{ и } \left(0{,}5 \leqslant V \leqslant 2{,}5\right)$$

При интенсивности дождя КДУ-55М 0,6—1,0 мм/мин, в условиях пустынь потери воды на испарение в момент дождевания достигают 5—10% от общей подачи воды при поливе в утренние и вечерние часы и 15—20% — в дневное время. В первые 6—8 часов после прекращения полива на испарение с листовой поверхности и поверхности почвы расходуется еще до 15—20% днем и 5—10% — утром и вечером, что примерно в 1,5—2 раза больше, чем в умеренных климатических зонах.

В условиях жаркого и очень сухого климата пустынь почвоувлажнительный эффект дождевания составляет 65—75% при поливе в дневное время и 85—90% — в ночное.

Сравнение термического режима в приземном слое воздуха и корнеобитаемом слое почвы на орошаемых дождеванием небольших участках с участками поверхностного полива показывает, что он более благоприятен для растений только в момент дождевания и в течение нескольких часов после его прекращения. В дальнейшем вследствие турбулентных процессов в атмосфере микроклимат на обоих участках выравнивается.

Таблица 4

Рекомендуемые способы полива и поливная техника для оазисного орошения на пустынных территориях

Основные почвенные разности	Водопроницаемость, см/час	Способ полива	Тип оросительной системы	Поливная техника
1. Песчаные пустынные почвы (слабозасоленные, слабогумусированные, пылеватопесчаные и рыхлопесчаные) .	10—20	Дождевание, поверхностный, комбинированный	Системы с закрытой оросительной сетью	Дождевальные установки «Сигма», «Фрегат», «Волжанка», ДДН-70, КИ-50, дождевально-поливная машина ДДА-100М; передвижные поливные трубопроводы; стационарные подпочвенные поливные трубопроводы.
2. Такыровидные (незасоленные, солончаковатые, солончаково-солонцеватые с навеянным песчаным чехлом, древнеорошаемые) . . .	6—15	Дождевание, поверхностный, комбинированный	Системы с закрытой и открытой оросительной сетью	Дождевальные машины и установки «Сигма», «Фрегат», «Волжанка», КИ-50, ДДА-100М, ДДН-70; передвижные поливные трубопроводы; стационарные почвенные поливные трубопроводы.
3. Такырные почвы (типичные, каковые)	1—5	Поверхностный	С открытой оросительной сетью	Поливные машины ППА-165, ППА-300; передвижные поливные шланги; каскадная лотковая сеть, распределяющая воду по бороздам и полосам.
4. Солончаки (типичные, такыровидные)	1—3	Поверхностный	С открытой оросительной сетью	Временные оросители и выводные борозды; каскадно расположенная лотковая сеть; передвижные поливные трубопроводы.

Таким образом, с точки зрения создания микроклимата на локальных участках оазисного орошения в почвенно-климатических условиях Муюнкумов дождевание не имеет существенного преимущества перед поверхностным способом полива.

Что же касается биологического эффекта орошения, то имеющиеся в нашем распоряжении данные свидетельствуют о том, что рост растений, их развитие и формирование урожая культур овоще-кормового севооборота определяются в первую очередь водным и пищевым режимами и очень мало зависят от способов внесения воды в почву.

Важнейшим требованием к орошаемому кормопроизводству на пустынных пастбищах является максимально возможная экономия поливной воды и, главным образом, эффективность ее использования на поле.

В почвенно-климатических условиях пустынь, как показали опыты, для орошения сельскохозяйственных растений применимы как поверхностные способы, так и дождевальные.

Дождевание особенно эффективно в начальные периоды вегетации растений (весной), когда термическое напряжение окружающей среды еще недостаточно высокое и когда требуются поливы небольшими нормами. Дождевание не менее эффективно и для поливов специального назначения (освежительных, приживочных, вызывных и т. д.), не требующих больших поливных норм, а также в комбинациях с поверхностными поливами.

Несмотря на высокую водопроницаемость песчаных и супесчаных почв, при оазисном орошении могут успешно применяться и поверхностные способы полива (по бороздам и полосам). Качество поливов и продуктивность использования поливной воды при этом всецело зависят от степени спланированности поверхности поля и правильности подбора длины борозд и полос в сочетании с размерами поливных струй и продолжительностью полива. На выбор того или иного способа полива влияют и природно-хозяйственные особенности орошаемого участка: размер, рельеф, гидрогеологические условия, мелиоративное состояние, вид возделываемой культуры и т. д.

Если природные особенности участка одинаково благоприятны для применения дождевания и поверхностных поливов, то при проектировании расчетных параметров систем оазисного орошения следует исходить из условий взаимозаменяемости способов полива и поливной техники и их совместного применения, т. е. проведения комбинированных поливов.

Выбор типа оросительной системы и вида поливной техники для участков оазисного орошения в зависимости от их природных условий можно производить по табл. 4.

Том I *1975 г.*

М. Б. Гаврилов,

зав. лабораторией механизации и техники полива Казахского научно-исследовательского института плодоводства и виноградарства

ПРОГРЕССИВНЫЕ СПОСОБЫ ПОЛИВА — В САДОВОДСТВО

УДК 06, 01. 02

Орошаемое садоводство в Казахстане развито и будет развиваться в основном на площадях с очень сложными почвенно-рельефными условиями. Орошение многолетних культур (плодовых насаждений, ягодников, виноградников) почти повсеместно производится путем проведения малопроизводительных поверхностных поливов (по бороздам или напуском) без применения какой-либо поливной арматуры и оборудования. Применение этих способов полива зачастую идет вразрез с условиями их технической применимости и вызывает весьма значительную поливную эрозию, недопустимо большие потери воды на сброс и глубинную фильтрацию, вымывание питательных веществ за пределы орошаемых участков. Это положение усугубляется еще и тем, что при выращивании многолетних культур становится невозможным проведение текущей (эксплуатационной) планировки. Кроме того, неразрывная временная оросительная сеть существенно мешает проведению в садах механизированных междурядных обработок и сенокошения.

В настоящее время, когда взят курс на интенсификацию садоводства, перевод его на промышленную основу, создание садов-заводов, нельзя мириться с устаревшими способами орошения плодово-ягодных культур. Усовершенствование существующих, поиски новых максимально механизированных и автоматизированных способов полива многолетних насаждений являются актуальнейшей проблемой садоводства в нашей республике.

Решение этой большой и сложной проблемы во многом облегчается тем, что теперь мы располагаем значительными достижениями в области орошаемого земледелия. Водохозяйственными научно-исследовательскими учреждениями предложены различные механизированные и автоматизированные способы полива однолетних сельскохозяйственных культур, разработаны и апробированы методы исследований режимов орошения, способов и техники поливов. Эти достижения с определенными корректировками несомненно могут быть использованы в орошаемом садоводстве.

Для работников орошаемого садоводства и виноградарства в предгорных зонах юго-востока Казахстана представляют интерес начатые в 1971 г. работы Казахского научно-исследовательского института плодоводства и виноградарства. Здесь сотрудники специально созданной лаборатории механизации и техники полива, используя накопленный в орошаемом земледелии опыт, ведут исследования на базе различных приемов орошения (обычного и импульсного дождевания, подпочвенного

полива). Учитывая то, что еще продолжительное время в садах преобладающими будут поверхностные поливы (напуском и по бороздам), мы стараемся их совершенствовать путем применения поливного оборудования и использования современных элементов техники поверхностных поливов. На специальных опытных участках в экспериментальных хозяйствах института построены и введены в действие оросительные системы, на которых изучаются новейшие способы полива, эффективность их применения, а также водопотребление и режимы орошения многолетних культур.

На основе проведенных исследований уже сейчас можно с уверенностью говорить о весьма больших преимуществах обычного и импульсного дождевания над применяемыми поверхностными поливами. Это прежде всего отсутствие поливной эрозии, равномерное распределение воды по орошаемому полю, сведение до минимума непроизводительных потерь оросительной воды, отсутствие временной оросительной сети, большие возможности механизации и автоматизации поливов.

Наибольший интерес, на наш взгляд, представляют подпочвенный полив и импульсное дождевание.

Система подпочвенного орошения построена на винограднике в совхозе им. У. Джандосова Каскеленского района Алма-Атинской области. На опытном участке площадью 0,65 га уложен подземный распределительный стальной трубопровод диаметром 75 мм, от которого по междурядьям виноградника шириной 2,5 м на глубине 40 и 60 см отходят полиэтиленовые увлажнители диаметром 50 мм и длиной 100 м. Для промывки системы и сброса воды в конце участка предусмотрен закрытый коллектор. Вода в систему подается из отстойника по транспортирующему стальному трубопроводу диаметром 100 мм.

Отверстия в почвоувлажнителях диаметром 3 мм выполнены попарно, через 30 см, по длине, под углом 45° к оси трубопровода. Площадь перфорации составляет 0,42 см^2/пог. м. Укладывались почвоувлажнители в отрытые экскаватором траншеи шириной 20 см и обсыпались отмытым песком, выполняющим роль обратного фильтра.

Вода по полиэтиленовым увлажнителям подается непосредственно к корням растений. По данным исследований, при принятой нами конструкции почвоувлажнителей отдача воды в почву при напоре над осью увлажнителя 0,1—0,5 м составляет соответственно 0,015—0,021 л/сек на 1 пог. м.

При поддержании влажности почвы в пределах 70—75% от предельной полевой влагоемкости контур увлажнения достигает наибольшей ширины на глубине 80—100 см, где она составляет 200—240 см.

При подпочвенном орошении экономия оросительной воды в сравнении с поливом по бороздам составляет 15—20%. Производительность труда возрастает в 3—4 раза. Урожайность винограда увеличивается на 20—30%.

Подпочвенное орошение открывает широкие возможности для регулирования водно-воздушного и питательного режимов растений путем подачи в почвоувлажнители воздуха и растворимых удобрений.

Стационарная автоматизированная оросительная система синхронного импульсного дождевания для полива молодого яблоневого сада построена и введена в действие на экспериментальной базе КазНИИПиВ. Работы на опытном участке площадью 3 га ведутся нами совместно с Казахским научно-исследовательским институтом водного хозяйства.

На опытном участке в рядах плодовых деревьев размещены гидро-

аккумуляторы, а на них установлены импульсные гидроуправляемые дождевальные аппараты, одновременно срабатывающие по командам с пульта управления. Возможность работы при малых подводящих расходах позволяет резко уменьшить металлоемкость системы.

По данным КазНИИВХ, импульсное дождевание дает возможность поддерживать влажность почвы в пределах 75—90% от ППВ, повышать относительную влажность воздуха на 15—16% по сравнению с обычным дождеванием и уменьшать его температуру в среднем на 3 градуса.

Одним из путей устранения отрицательных явлений, вызываемых проведением поверхностных поливов, является широкое применение дождевальной техники, обеспечивающей оптимальные интенсивность и структуру дождя, при которых отсутствует поверхностный сток и не нарушается структура почвы.

Специальными исследованиями, проведенными нами на полях формирования питомников в совхозе им. У. Джандосова, установлена оптимальная интенсивность дождя для данных почвенных условий. При этом интенсивность дождя приравнивалась к скорости впитывания воды в почву при дождевании, определяемой самыми новейшими методами и составляющей 0,3—0,4 мм/мин. в первоначальный момент дождевания и 0,15—0,20 мм/мин. по истечении двух часов после включения дождевальной установки. Данные по изменению скорости впитывания воды в почву при дождевании во времени позволяют не только судить о максимально-возможной интенсивности дождя, но и создавать дождевальные насадки и аппараты с переменной интенсивностью дождя, что существенно повышает производительность дождевальной техники.

Как показали исследования, растут и развиваются саженцы яблони на полях формирования питомников значительно лучше при дождевании, чем при поливах по бороздам. К тому же применение специально изготовленных дефлекторных насадок, обеспечивающих оптимальную интенсивность дождя, полностью исключает потери воды на сброс, а, следовательно,— исключает поливную эрозию, которая имеет место при поливе по бороздам даже с правильно подобранными элементами техники полива.

Полив по бороздам нами осуществляется с помощью гибких поливных шлангов из мелиоративной ткани с регулируемыми водовыпускными отверстиями. Применение таких шлангов, заменяющих выводные борозды и временные оросители, значительно повышает производительность труда поливальщиков, позволяют производить поливы переменной струей, что намного повышает качество полива и сводит до минимума непроизводительные потери воды на сброс и глубинную фильтрацию. В условиях предгорий юго-востока Казахстана, при продольных уклонах орошаемых участков 0,01—0,03, величины первоначальных струй, устанавливаемые с расчетом неразмываемости борозд, составляют 0,3—0,15 л/сек. Поливные струи, определяемые как разность между первоначальной струей и струей установившегося сброса в конце борозд изменяются соответственно от 0,15 л/сек до 0,08 л/сек.

Несмотря на большие капитальные затраты при строительстве стационарных оросительных систем (800—1000 руб/га), срок их окупаемости в орошаемом садоводстве составляет 3—4 года как за счет экономии оросительной воды и многократного увеличения производительности труда, так и за счет увеличения урожайности, повышения коэффициента использования земли.

Том I *1975 г.*

А. Г. Бегалиев,
аспирант Московского гидромелиоративного института

ВЛИЯНИЕ ТЕРРАСНОСТИ НА ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ В РИСОВЫХ ЧЕКАХ

УДК 626.87 : 633.18 : 626. 824

Получение устойчивых высоких урожаев риса зависит от многих факторов, в том числе от террасности чеков.

Следует отметить, что террасности и ее роли в процессе проектирования рисовых систем до последнего времени не придавалось большого значения. Между тем средняя ее величина на рисовых оросительных системах не должна превышать 25 см. Однако на отдельных картах некоторых рисовых систем она колеблется от 50 до 100 см. Величину террасности можно несколько уменьшить путем объединения отдельных пар чеков, их общая террасность при этом будет сохранена.

Для выяснения роли высотного взаиморасположения чеков на урожай нами проведены исследования на некоторых картах Каратальской ирригационной системы. Наибольший интерес с точки зрения террасности представляет карта № 1 экспериментального участка № 1 (см. рис. 1).

Агротехника и сорт риса на каждом чеке карты были одинаковыми, однако водный режим чеков оказался различным. Высотные показатели

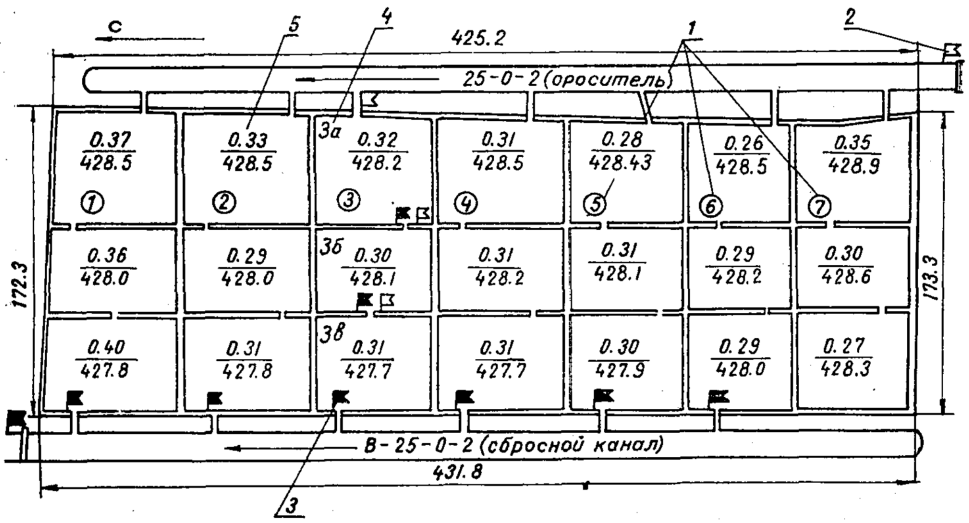


Рис. 1. Схема опытной карты экспериментального участка:

1 — номера чеков; *2* — пост подачи; *3* — пост сброса; *4* — опытный чек; *5* — в числителе указан размер площади, в знаменателе — высотная отметка чека

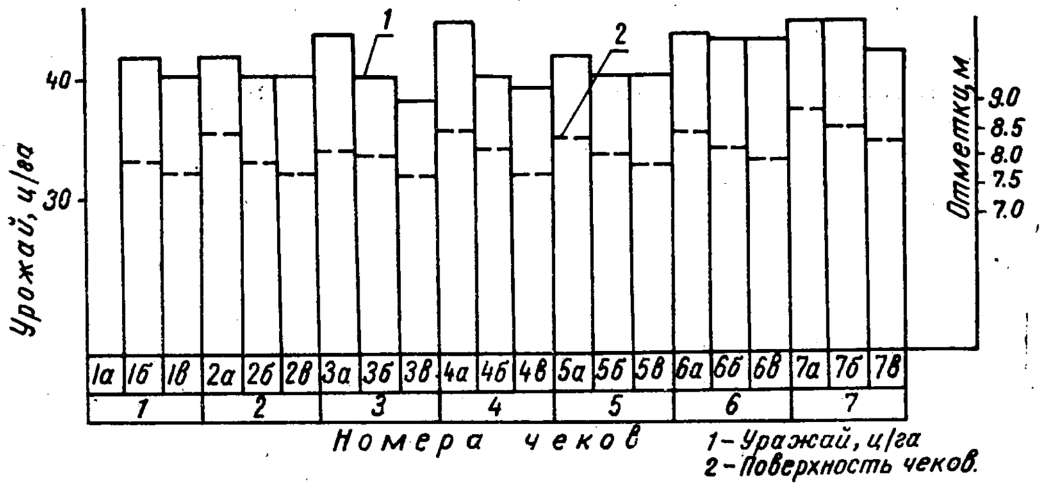


Рис. 2. Совмещенный график поверхности чеков и урожая риса, 1973 г.

и урожайность по чекам приведены в таблице 1. Как видно из таблицы, на чеках с более высокой отметкой получен наибольший урожай. Наглядно это выражено на рис. 2. Но, как видно из рисунка, изменение отметок чеков не всегда вызывает прямопропорциональное изменение величины урожая.

Особенностью карты 1 экспериментального участка 1 является близкое залегание тяжелосуглинистого маловодопроницаемого горизонта (от 3,0 до 4,5 м). Вертикальная фильтрация здесь представляет небольшую величину, чего нельзя сказать о горизонтальной фильтрации. Известно также, что в течение оросительного периода картовые сбросные каналы обычно заполнены водой, потому боковой отток с карты в сброс невелик. Профильтровавшейся воде остается один путь — из верхнего чека в соседний, нижний чек.

Фильтрационный расход из чека в чек при близком залегании водоупорного горизонта можно определить по формуле Дюпюи:

$$Q = K_ф = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l} B_1,$$

где: Q — фильтрационный расход, м³/сек;

$K_ф$ — коэффициент фильтрации, м/суток;

h_1, h_2 — гидростатический напор над местным водоупором в верхнем и нижнем чеках, м;

l — длина пути фильтрации под валиком, м;

B — ширина потока (в данном случае ширина чека), м;

Так как коэффициент фильтрации для данной карты постоянен, то для сравнения чеков воспользуемся величиной $\frac{(h_1^2 - h_2^2)}{2l} B$, пропорциональной фильтрационному расходу из верхнего чека в нижний. Разделив эту величину на площадь чека, получим, как определяет профессор В. В. Зайцев, «показатель террасности»:

$$T = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2\omega l} B = \frac{h_1^2 - h_2^2}{2l},$$

где: T — показатель террасности чека;
ω — L · B — площадь чека, м²;
L — длина чека, м.

В таблице 1 приведен подсчет террасности и показателя террасности. Если теперь построить точки, характеризующие зависимость урожая от показателя террасности, то получится график, изображенный на рис. 3. Подсчитанный коэффициент корреляции между показателем террасности и урожаем риса равен 0,69±0,14, что свидетельствует о наличии тесной связи между этими величинами.

Таблица 1

Высотное положение чеков и урожай риса

Карта	Чек	Площадь, га	Геодезическая отметка, м	Урожай, ц/га	Террасность, м	Гидростат. напор над местным водоупором	l, м	Показатель террасности
I	1а	0,38	8,5	43,0	0,0	4,4	0,78	0,00
	1б	0,36	8,0	42,0	+0,50	3,0	0,60	—0,034
	1в	0,40	7,8	40,0	+0,20	3,7		—0,022
	2а	0,33	8,5	42,0	0,0	4,4	0,78	0,00
	2б	0,29	8,0	40,0	+0,50	3,9	0,60	—0,044
	2в	0,31	7,8	40,0	+0,20	3,7	0,67	—0,021
	3а	0,32	8,2	44,0	+0,30	4,1	0,60	—0,032
	3б	0,30	8,1	40,0	+0,10	4,0	0,72	—0,011
	3в	0,31	7,7	38,0	+0,40	3,6	0,67	—0,034
	4а	0,31	8,5	45,0	—0,30	4,4	0,67	+0,032
	4б	0,31	8,2	40,0	+0,30	4,1	0,78	—0,032
	4в	0,31	7,7	39,0	+0,50	3,6	0,60	—0,04
	5а	0,28	8,4	42,0	+0,10	4,3		—0,015
	5б	0,31	8,1	40,0	+0,30	4,0	0,67	—0,030
	5в	0,30	7,9	40,0	+0,20	3,8	0,63	—0,008
	6а	0,26	8,5	44,0	—0,10	4,4	0,60	+0,011
	6б	0,29	8,2	43,0	+0,30	4,1	0,63	—0,031
	6в	0,29	8,0	43,0	+0,20	3,9	0,78	—0,001
	7а	0,35	8,9	45,0	—0,40	4,8	0,75	+0,038
	7б	0,30	8,6	45,0	+0,30	4,5		—0,027
	7в	0,27	8,3	42,0	+0,20	4,2	0,63	—0,025

Определим зависимость урожая от показателя террасности. Будем искать ее в виде:

$$У = У_0 + a \cdot t \quad (\#)$$

Применяя метод наименьших квадратов, найдем параметры У и a этой зависимости.

Необходимо, чтобы сумма квадратов отклонений измерений урожайности от «вычисленной» по соотношению (#) была наименьшей:

$$\sum_{i=1}^{n} (У_i - У_0 - a \cdot T_i)^2 = \min$$

Дифференцируя его сначала по $У_i$, а затем по a, получим уравнения

$$-2 - \sum_{i=1}^{n} (У_i - У_0 - a \cdot T_i) = 0$$

$$-2 \sum_{i=1}^{n} (У_i - У_0 - a \cdot T_i) T_i = 0$$

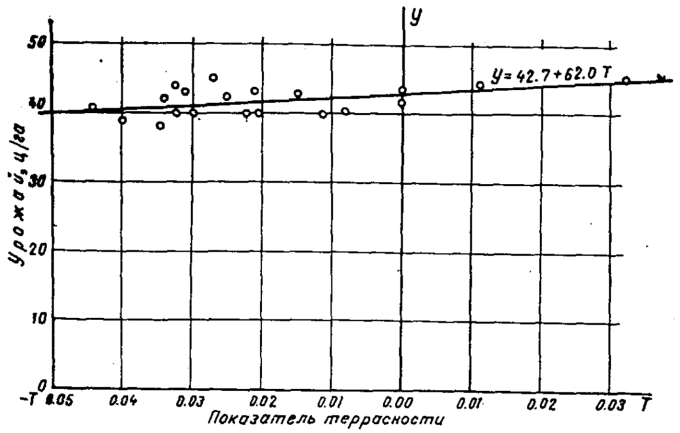


Рис. 3. График связи значений показателя террасности и урожая, 1973 г.

$$\text{т. е. } n \cdot У_0 + a \sum_{i=1}^{n} T_i = \sum_{i=1}^{n} У_i,$$

$$\left(\sum_{i=1}^{n} T_i\right) У_0 + a \cdot \sum_{i=1}^{n} T_i^2 = \sum_{i=1}^{n} T_i \cdot У_i$$

Из первого уравнения выразим $У_0$

$$У_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \quad У_i = \frac{a}{n} \sum_{i=1}^{n} T_i = \overline{У} - a\overline{T}$$

и, представляя это выражение для $У_0$ во второе уравнение, получим соотношение

$$n \cdot \overline{T}(\overline{У} - a \cdot \overline{T}) + a \sum_{i=1}^{n} T_i^e = \sum_{i=1}^{n} T_i \cdot У_i$$

из него определим a:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i \cdot У_i - n \cdot \overline{T_i} \cdot \overline{У}}{\sum_{i=1}^{n} T_i^2 - n\overline{T}^2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i \cdot У_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} T_i \sum_{i-1}^{n} У_i}{\sum_{i=1}^{n} T_i^2 - \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} T_i\right)^2} = \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i \cdot У_i - T\sum_{i=1}^{n} У_i}{\sum_{i=1}^{n} T_i^2 - \overline{T} \cdot \sum_{i=1}^{n} T_i}$$

После этого находим $У_0$:

$$У_0 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} У_i - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} T_i \times \frac{\sum_{i=1}^{n} T_i \cdot У_i - \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} T_i\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^{n} У_j\right)}{\sum_{i=1}^{n} T_j^2 - \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} T_i\right)^2} =$$

$$= \frac{\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} У_j\right) \cdot \left(\sum_{i=1}^{n} T_i^2\right) - \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} T_i\right)\left(\sum_{j=1}^{n} T_j \cdot У_j\right)}{\sum_{i=1}^{n} T_i^2 - \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n} T_i\right)^2}$$

Результаты подсчета сводим в таблицу 2. Представляя в выражения численные значения из таблицы 2, получаем

$$a = \frac{-13{,}91 - [(0{,}0165)\cdot 877]}{0{,}0154 - [(-0{,}0165)\cdot(-0{,}346)]} = \frac{-13{,}9 + 14{,}5}{0{,}0154 - 0{,}0057} = \frac{0{,}6}{0{,}0097} = 62{,}0$$

$$У = \frac{41{,}8 - 0{,}0154 - [(-0{,}0165)\ (-13{,}91)]}{0{,}097} = \frac{0{,}645 - 0{,}23}{0{,}097} = \frac{0{,}415}{0{,}097} = 42{,}7$$

Таблица 2

Вычисление координат кривой

№№ пп	Чек	Показатель террасности, T_i	Урожай (у), ц/га $У_i$	T_i^2	$T_i \cdot У_i$	У (T_i)	Δ $У_i$
1	1 а	0,00	43,0	0,00	0,00	42,7	+0,30
2	1 б	—0,034	42,0	0,00120	—1,43	41,0	+1,0
3	1 в	—0,022	40,0	0,0048	—0,88	41,5	—1,5
4	2 а	0,00	42,0	0,0000	0,00	42,7	—0,7
5	2 б	—0,044	40,0	0,0019	—1,76	40,0	0,0
6	2 в	—0,021	40,0	0,00044	—0,84	41,5	—1,50
7	3 а	—0,032	44,0	0,0010	—1,40	41,0	—3,0
8	3 б	—0,011	40,0	0,00012	—0,44	42,5	—2,5
9	3 в	—0,034	38,0	0,00120	—1,29	41,0	—3,0
10	4 а	+0,032	45,0	0,0010	+1,44	45,0	0,0
11	4 б	—0,032	40,0	0,0010	—1,28	41,0	—1,0
12	4 в	—0,040	39,0	0,0016	—1,56	40,5	—1,5
13	5 а	—0,015	42,0	0,00023	—0,63	42,0	0,0
14	5 б	—0,030	40,0	0,00090	—1,20	41,0	—1,0
15	5 в	—0,008	40,0	0,000064	—0,32	42,5	—2,5
16	6 а	+0,011	44,0	0,00012	+0,48	43,5	+0,5
17	6 б	—0,031	43,0	0,00096	—1,33	41,0	+2,0
18	6 в	—0,021	43,0	0,00044	—0,90	41,0	+2,0
19	7 а	+0,038	45,0	0,00150	+1,71	45,0	0,0
20	7 б	—0,027	45,0	0,00070	—1,22	41,0	+4,0
21	7 в	—0,025	42,0	0,00060	—1,05	41,5	+0,5
Сумма		—0,346	877,0	0,0154	—13,91	—	0,0
Среднее		—0,0165	41,8	0,00074	—0,66	—	—

Таким образом, мы получаем окончательно

$$У = 42{,}7 + 62{,}0 \cdot T$$

Анализ величин, входящих в это выражение, показывает, что чем больше показатель террасности, тем выше урожай, но с уменьшением ее урожай в чеках изменяется незначительно и мало отличается от осредненной величины.

Известно также, что одним из основных факторов получения устойчивого и высокого урожая является вода. Для изучения динамики подачи и сброса воды был выбран третий характерный для карты чек. Данные о подаче и сбросе воды за вегетационный период приведены в таблице 3.

Как видно из таблицы 3 и интегральных кривых, за вегетационный период и в отдельные фазы развития риса подано воды на делянку $3^а$ в 1,3 раза больше, чем на делянку $3^б$, и в 2,5 раза больше, чем на $3^в$. Объем поданной воды на гектар, за вычетом проточности на делянки

Таблица 3

Водоподача и водораспределение по чеку 3 карты 1

Показатели	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	3 а	3 б	3 в	3 а	3 б	3 в	3 а	3 б	3 в	3 а	3 б	3 в	3 а	3 б	3 в
Площадь, га	0,32	0,30	0,31	0,32	0,30	0,31	0,32	0,30	0,31	0,32	0,30	0,31	0,32	0,30	0,31
Отметка, м	8,1	8,1	7,7	8,2	8,1	7,7	8,2	8,1	7,7	8,2	8,1	7,7	8,2	8,1	7,7
Подача, м³	4970	3790	3096	8470	6990	4410	16 390	9590	6720	19 340	13 890	10 140	2190	1890	1110
Сброс, м³	3790	3096	2450	6990	4410	3530	9 590	6720	5270	13 890	10 140	8 120	1890	1110	726
Оросительная норма без проточности, м³	1180	694	646	1480	2580	880	6 800	2870	1450	5 350	3 750	2 020	300	770	394
То же в м³/га	3680	2320	2160	4620	8600	2840	21 200	9600	4680	16 700	12 500	6 740	940	2570	127
% к наибольшей поданной воде	100,0	63,0	59,5	53,50	100,0	33,0	100,0	45,3	22,0	100,0	75,0	40,4	36,6	100,0	49,0

3 а — 47060 м³/га
3 б — 35590 м³/га
3 в — 17690 м³/га

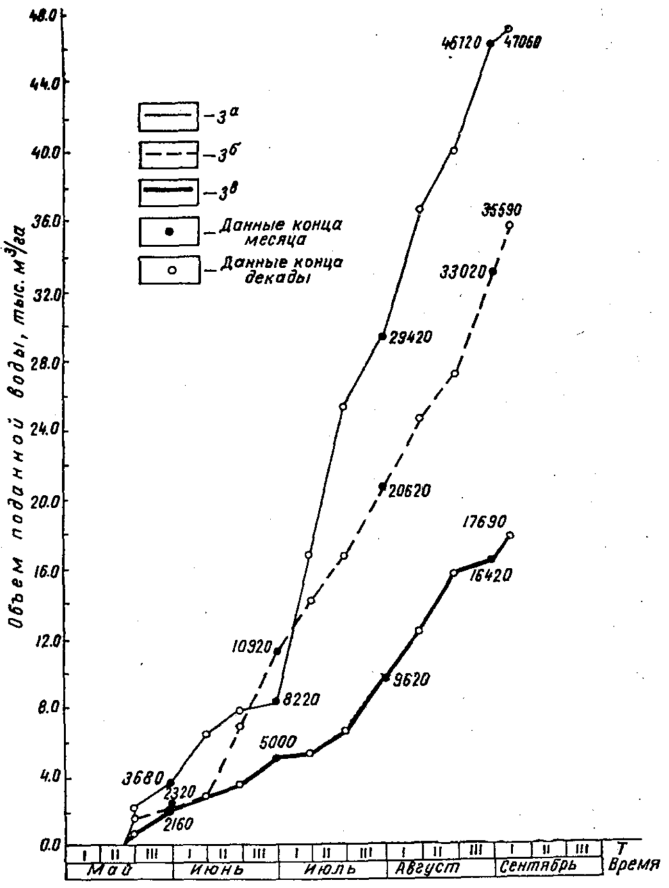


Рис. 4. Интегральные кривые водоподачи на делянки 3 чека карты 1, 1973 г.

$3^а$, $3^б$, $3^в$ составил соответственно 47060 м³, 35590 м³ и 17690 м³. Таким образом, на создание урожая в 38 ц/га воды потребовалось 17690 м³/га, а на создание прибавки в 6 ц/га (на делянке $3^а$ урожай — 44 ц/га, а на $3^в$ — 38 ц/га) воды было подано (47060—17690) 30570 м³, или на каждый центнер дополнительного урожая по 5100 м³. Оправдываются ли такие расходы экономически? Это надо выяснить дальнейшими специальными исследованиями.

ВЫВОДЫ

Урожай риса на спланированных чеках зависит от террасности: чем меньше террасность, тем выше урожай.

Водораспределение внутри карты находится в тесной зависимости от террасности чеков. Однако, влияние террасности на водно-солевой режим рисового чека и карты не выяснено. Задача последующих исследований — изучить эти вопросы.

Неравномерность объема поданной воды на делянки указывает на несовершенство некоторых карт Каратальской рисовой системы и на неудовлетворительное состояние водовыпускных сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев В. Б. Рисовая оросительная система. «Колос, М., 1963.
2. Зайцев В. Б. и др. Террасность как элемент мелиоративного состояния рисовой карты. «Гидротехника и мелиорация», № 9, 1972.
3. КазГУ. Гидрологический отчет за 1973 г.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Том I *1975 г.*

В. А. Коробкин,
главный специалист-почвовед института «Казгипроводхоз»

ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ УСЛОВИЯ И РАЙОНИРОВАНИЕ ТАШ-УТКУЛЬСКОГО МАССИВА

УДК 631.6 : 528.91

Почвенно-мелиоративное районирование, по выражению В. В. Егорова, представляет собой особый вид систематизации и оценки земельного фонда по степени пригодности его для использования с применением сельскохозяйственных мелиораций.

В практике районирования для целей мелиорации чаще всего используют гидрогеологические и геоморфологические показатели.

При районировании Таш-Уткульского массива учитывались почвенные, геоморфологические и гидрогеологические условия в их мелиоративном освещении. Оно выполнено по данным нашего почвенно-мелиоративного обследования в 1970 г. и гидрогеологической съемки Института почвоведения АН КазССР. Материалы районирования послужили основой для оценки земельного фонда массива, обоснования очередности освоения земель под орошение и строительства 1-ой очереди, которое осуществляется в настоящее время.

Территория массива (159 тыс. га) расположена в террасированной части среднего течения реки Чу и представляет в структурном отношении восточную часть Чу-Таласской депрессии. По геоморфологическим условиям она разделена на две подпровинции, имеющие единый водоносный горизонт с водоупором из неогеновых глин на глубине 30—75 м.

Левобережье и западную часть правобережья массива (площадь равна 110 тыс. га) занимает долина р. Чу с уклоном 0,0011—0,0015 на северо-запад, покровная супесчано-суглинистая толща которой с глубины 2—5 м подстилается разнозернистыми песками. Грунтовые воды слабоминерализованы и находятся на правобережье на глубине 3—5 м, на юге левобережья — 2—3 и 3—5 м, в центре — 1—2 м. Питаются они за счет атмосферных осадков и инфильтрации оросительных вод. В связи с близким залеганием грунтовых вод в долине сформировались полугидроморфные и гидроморфные почвы.

В пределах долины выделены области — первая (I), вторая (II) и третья (III) надпойменные террасы. Четвертая терраса выражена в виде единичных останцев в южной части массива.

Восточную часть правобережья массива занимает аллювиально-пролювиальная равнина Чу — Илийских и Кендыктасских гор (площадь равна 50 тыс. га) с уклоном 0,035—0,046 западного и северо-западного направлений. Покровные отложения представлены облессованными суглинками, подстилаемыми с 1—2, 3—5 м дресвяно-щебенчатым материалом. Грунтовые воды залегают на глубине 3,5—10, 10—20 м; пресные,

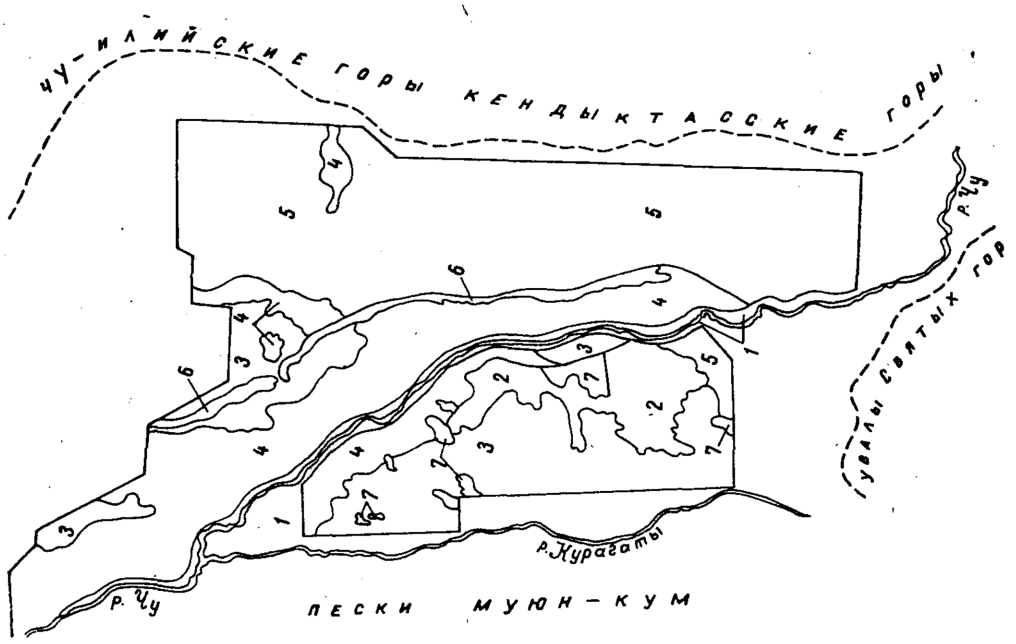


Рис. 1. Схема почвенно-мелиоративных районов Таш-Уткульского массива

гидрокарбонатного или гидрокарбонатно-сульфатного типов; питаются за счет атмосферных осадков, бокового подземного и поверхностного притока с гор. Почвенный покров равнины состоит из сероземов светлых.

По классификации М. М. Крылова, массив относится к частично обеспеченным подземным стоком районам. Вся предгорная равнина и прибрежная часть долины обладают хорошей дренированностью. С удалением от р. Чу дренированность ухудшается до слабой или весьма слабой.

При выделении районов учитывалось состояние ландшафтов, формирование которых определяется совокупностью природных факторов, ведущими среди них являются глубина и минерализация грунтовых вод, литологическое строение почво-грунтов. Среди выделенных на массиве (рис. 1) 1, 5 и 6 районы размещаются в геоморфологических рамках, а 2, 3 и 4-й районы, находящиеся в пределах одной области, выделены в связи с различием почвенно-гидрогеологических условий.

Дальнейшее деление районов на подрайоны произведено по прогнозным изменениям почв и объему мероприятий по улучшению их современного состояния, что в принципе согласуется с гидрогеологическим делением районов на подрайоны по степени минерализации грунтовых вод.

В 1-й район вошли супесчано-суглинистые пойменные отложения и почвы 1 надпойменной террасы р. Чу, сложенной суглинками и возвышающейся над поймой до 1,5 м. Площадь района — 8,9 тыс. га.

Грунтовые воды пресные, гидрокарбонатного типа. Уровень их колеблется по сезонам года в пределах 0—2 м.

Среди почв преобладают луговые (6,5 тыс. га), встречаются луговоболотные и болотные. Водный режим почв изменяется от промывного (весной) до выпотного (осенью), что способствует формированию поверхностно засоленных почв, площадь которых составляет 6,6 тыс. га. Запас

солей не превышает 40—60 т/га и сосредоточен в верхнем полуметровом слое. В составе солей доминируют сульфаты натрия.

Высокая пойма частично используется под огороды, основная же ее часть находится в целинном состоянии и служит пастбищными и сенокосными угодьями.

Дальнейшее использование целесообразно продолжать в том же направлении.

Во 2-й район отнесены луговые почвы, сформировавшиеся в обширном слабовыраженном понижении центральной части левобережья в условиях слабой и весьма слабой дренированности и глубине залегания слабоминерализованных хлоридно-сульфатных вод 1,5—2,0 м. Площадь района — 7,4 тыс. га.

Среди почв преобладают легко- и среднесуглинистые разновидности, имеющие гумусовый горизонт до 30 см, содержание гумуса 0,5—2,0%, удовлетворительные водно-физические свойства и недостаточно обеспеченные элементами питания.

Объемный вес почв увеличивается с глубиной от 1,32 до 1,70 г/см^3. Микроагрегированность низкая — фактор структурности по Н. А. Качинскому составляет 66—77%. Кайма капиллярно-восходящая от грунтовых вод токов по сезонам года колеблется в интервале глубин 50—100 см, поэтому увлажнение профиля близко к наименьшей влагоемкости — 29—36% от объема почвы. Водопроницаемость почв (по С. В. Астапову) средняя: за 1-й час — 1,10; 2-й — 0,35 мм/мин.

До 85% почв засолено, начиная с поверхности. Содержание солей в слое 0—100 см достигает 0,45%, 100—200 см — 0,37% (табл. 1). Незасоленные почвы района используются в земледелии, засоленные находятся в залежном и целинном состоянии.

Для повышения плодородия почв района необходимо понижение уровня грунтовых вод и поддержание его ниже критического, промывки нормами от 3,5 до 14,0 тыс. м^3/га с отводом дренажных вод; систематическое внесение органо-минеральных удобрений. Солонцовые почвы (2100 га), кроме того, нуждаются в гипсовании нормами от 2 до 7 т/га*.

Район 3 занимает выровненные участки II-й надпойменной террасы на площади 30,1 тыс. га.

Слабая дренированность и близкий уровень (2,0—2,5 м) слабо- и среднеминерализованных хлоридно-сульфатных вод обусловили формирование на территории района преимущественно засоленных (до 75% площади) сероземно-луговых почв, близких по физико-химическим показателям к луговым почвам 2-го района.

Среди почв по механическому составу преобладают легко- и среднесуглинистые разновидности, по степени засоления — солончаковые, по типу засоления — сульфатные с участием соды. Часто встречаются почвы солонцеватые. Для солончаковатых почв содержание солей в слое 0—100 см составляет 0,19—0,41%, солончаковых — 0,5% (табл. 1).

Верхние горизонты тяжелых почв уплотнены — 1,39—1,41 г/см^3, легкие — сложены более рыхло — 1,16 г/см^3. В слое 100—200 см объемный вес для всех почв почти одинаковый — 1,60—1,71 г/см^3. Наименьшая влагоемкость составляет 27—29%. Водопроницаемость почв средняя — 1,11 мм/мин.

Почвы обладают низкими агропроизводственными качествами. Для

* Учитывая, что почвы будут орошаться, для рассолонцевания приняты 1/2 эквивалентные дозы гипса (по И. Н. Антипову-Каратаеву, Г. Н. Самбур и др.).

Таблица 1

Земельный фонд и мелиоративное состояние основных почвенно-мелиоративных районов

Район	Подрайон	Площадь, га	Грунтовые воды		Содержание солей (%) в слое, см		Допустимый предел засоления, %	Подлежит удалению (т/га) из слоя, см		Всего подлежит удалению (т/га) из слоя (см)		Норма	
			глубина, м	минерализация, г/л	0—100	100—200		0—100	100—200	0—100	100—200	промывки, тыс. м³/га	гипсования, т/га
2	а*	780	1,87	1,23	0,04	0,04	0,052	0	0	0	0	0	0
	б, в	2 503	1,70	1,60—10,10	0,18—0,45	0,10—0,39	0,052	19—23	0—10	47 949	2 931	3,5—7,5	0
	г	998	1,68	1,15	0,10	0,32	0,052	11	46	10 978	45 908	9,5	0
	д, е	1 034	нет данных		нет данных		0,052			10 200	3 500	14,0	0
	ж	333	1,39	8,55	0,26	0,26	0,052	38	45	12 654	14 985	3,5	2,0
	з	1 377	1,83	3,80	0,20	0,13	0,052	15	14	20 655	19 278	9,5	5,0
	и	434	1,88	11,30	0,35	0,37	0,052	36	38	15 624	16 492	1,40	7,0
	Всего по району	7 458								332 990	68 364		
3	а	4 090	нет данных		0,10	0,10	0,052	1,7	0,9	7 076	3 681	0	0
	б, в	4 378	2,0—2,1	2,35	0,21—0,33	0,20—0,24	0,052	8—28	35—38	36 544	166 136	3,5—7,5	0
	г	1 963	1,81	3,40	0,33	0,28	0,052	33	41	64 779	80 483	9,5	0
	д, е	3 943	2,00	3,70	0,76—1,16	0,41—1,18	0,052	53—226	29—276	656 823	1 103 601	14,0	0
	ж	754	нет данных		0,14	0,27	0,052	13	40	9 802	30 160	3,5	2,0
	з	11 752	1,87	4,87	0,43	0,32	0,052	53	26	622 856	305 552	9,5	5,0
	и	3 237	2,05	4,53	0,41	0,29	0,052	49	29	158 613	93 873	14,0	7,0
	Всего по району	30 117								1 556 493	1 783 486		
4	а	19 476	нет данных		0,06	0,09	0,052	1,3	3	26 318	58 428	0	0
	б, в	5 327	1,80	1,60	0,13—0,53	0,045—0,19	0,052	11	0—23	58 597	122 521	3,5—7,5	0
	г	1 253	1,93	1,60	0,40	0,20	0,052	50	22	62 650	21 566	9,5	0
	ж	7 266	2,13	2,10	0,06	0,08	0,052	3	5	21 798	36 530	3,5	2,0
	з	11 286	нет данных		0,39	0,39	0,052	46	53	519 110	598 105	9,5	5,0
	и	3 835	„		0,32	0,16	0,052	48	19	146 730	72 865	14,0	7,0
	Всего по району	48 542								835 203	909 815		
		47 496			0,16	0,15	0,3	0	0	0	0	0	0

Примечание. а* — незасоленные, б, в — очень слабо и слабо засоленные, г — среднезасоленные, г — среднезасоленные, д, е — сильно и очень сильно засоленные почвы; ж — солонцеватые, з — среднесолонцеватые, слабо и средне засоленные, и — средне- и сильносолонцеватые, сильно засоленные почвы.

повышения плодородия незасоленных и слабозасоленных почв, используемых в земледелии, необходимо понижение уровня грунтовых вод и улучшение режима питания; на засоленных почвах, помимо этого, нужны промывки нормами 3,5—14,0 тыс. м³/га на фоне коллекторно-дренажной сети. Солонцовые почвы (площадь — 8241 га) нуждаются в гипсовании (от 2 до 7 тонн гипса на га) и улучшении водно-физических свойств.

Район 4 занимает наиболее дренированную часть II-й надпойменной террасы. Площадь района — 48,5 тыс. га.

Грунтовые воды пресные или слабоминерализованные, преимущественно гидрокарбонатно-сульфатного типа, залегают на глубине более 3—5 м.

Почвенный покров состоит из лугово-сероземных почв, до 40% из них имеют реликтовое засоление. Широко развиты комплексы с солонцами и солончаками, остаточными особенно в северной части района. Содержание солей в слое 0—100 см у солончаковатых почв достигает 0,28%, солончаковых — 1,1% (табл. 1).

Почвы обладают средним плодородием. Микроагрегированность лугово-сероземных почв относительно высокая — 25—35%, но уплотнение верхних горизонтов неудовлетворительное — 1,38—1,41 г/см³. Предельная полевая влагоемкость для средних и тяжелых почв составляет 28 и 32%, легких — 18—23%; водопроницаемость несолонцеватых видов средняя (2—3 м/сут), солонцеватых — низкая (0,05—0,43 м/сут.).

Значительная часть почв района используется в орошаемом земледелии. При интенсивном орошении возможна угроза подъема уровня грунтовых вод и вторичного засоления почв, поэтому все почвы района нуждаются в профилактическом дренаже. Освоение засоленных почв может осуществляться только на фоне систематического дренажа.

Район 5 занимает предгорную равнину в границах подпровинции.

Для равнины характерна неодинаковая в разных частях глубина залегания местного водоупора: в восточной части — 5 м, центральной и северной — 20—30 м, вблизи гор — 3 м. Дренированность территории хорошая, но при орошении через 4—11 лет возможен подъем уровня грунтовых вод до критического, поэтому перед освоением почв необходимо строительство профилактического дренажа.

Основная часть района занята сероземами светлыми. В южной части они полноразвитые, в центральной — неполноразвитые на гипсоносных породах, в северной — малоразвитые защебненные. В юго-западной части встречаются лугово-сероземные почвы.

Почвы района не засолены, содержание солей не превышает 0,15%, в солевом составе доминируют гидрокарбонаты кальция.

Физико-химические показатели свидетельствуют о среднем (или ниже среднего) плодородии почв, несмотря на благоприятные физические свойства — относительно рыхлое сложение, высокую скважность и среднюю водопроницаемость (1,55—2,37 м/сут.). Малое количество атмосферных осадков обусловливает неудовлетворительный для растений водный режим почво-грунтов. Уже к лету влажность корнеобитаемого слоя почв снижается до «мертвого» запаса.

По физико-химическим особенностям, глубине залегания водоупора и прогнозным изменениям при орошении в пределах района выделено три подрайона.

Для повышения плодородия сероземов необходимо соблюдение зонального комплекса агротехнических мероприятий и систематическое внесение органо-минеральных удобрений.

Район 6 занимает древнее русло р. Чу и прилегающие к нему участки. Площадь района — 3,6 тыс. га. Русло тянется на протяжении всего массива преимущественно вдоль борта предгорной равнины, служит коллектором и дреной для подземных вод и временных водотоков с гор.

Поверхность района неоднородная — выровненные участки чередуются с понижениями. Почвенный покров разнообразен: понижения заболочены или заняты озерками, на повышенных участках сформировались полугидроморфные почвы. Подавляющее большинство почв засолено с поверхности.

Основная часть района используется под выгоны и сенокосы. Освоение под земледелие возможно после углубления русла Кок-Озек и промывки почв. В таком случае русло будет выполнять функцию отсечной дрены, не давая возможности грунтовому потоку с предгорной равнины подпитывать правобережную часть II-й надпойменной террасы.

В район 7 отнесены участки бугристых песков. Площадь района — 3,4 тыс. га. Амплитуда колебания высот бугров — 0,5—7 м. Уровень и минерализация грунтовых вод определяются местоположением участка песков на массиве.

Песчаные бугры чередуются с понижениями, где распространены засоленные лугово-сероземные или сероземно-луговые почвы. Пески служат низкопродуктивными пастбищами и нуждаются в дополнительном закреплении растительностью для предотвращения процессов эрозии и повышения продуктивности.

Район для орошения не перспективен из-за неблагоприятных почвенных и рельефных условий.

ВЫВОДЫ

Массив делится на предгорную аллювиально-пролювиальную равнину и долину р. Чу, имеет единый водоносный горизонт и частично обеспечен подземным стоком.

Грунтовые воды на предгорной равнине пресные, залегают глубоко; в долине — минерализованы, залегают в пределах 0—5 м.

По геоморфологическим, почвенным и геолого-гидрогеологическим условиям на массиве выделено 7 почвенно-мелиоративных районов.

Сероземы светлые предгорной равнины (5-й район) наиболее перспективны для освоения. Освоение лугово-сероземных почв 4-го района потребует слабых и средних мелиораций по регулированию водно-солевого режима, луговых и сероземно-луговых почв 2 и 3-го районов — коренных мелиораций.

Освоение 1, 6 и 7 районов нецелесообразно.

ЛИТЕРАТУРА

Астапов С. В., Долгов С. И. Методы изучения водно-физических свойств почв и грунтов. В сб. «Почвенная съемка», изд. АН СССР, М., 1959.

Базилевич Н. И., Панкова Е. И. Опыт классификации почв по засолению. «Почвоведение», № 11, 1968.

Егоров В. В. Почвенно-мелиоративное районирование зоны орошаемого земледелия. В сб. «Научные основы мелиорации почв», М., 1972.

Методическое руководство по гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям для мелиоративного строительства, вып. 1, М., 1972.

Орлова М. А., Аханов Ж. У., Соколенко Э. А., Корниенко В. А. Почвы долины реки Чу. «Наука», Алма-Ата, 1971.

Розанов А. Н. Почвенно-мелиоративные исследования земель в целях орошения. В сб. «Почвенная съемка», изд. АН СССР, М., 1969.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Том I *1975 г.*

В. А. Коробкин, И. Д. Галинский,
главные специалисты-почвоведы института «Казгипроводхоз»

ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ УСЛОВИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ В ДОЛИНАХ РЕК СЕМИПАЛАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

УДК 631.6 : 528.91

По биоклиматическим условиям долины рек Егинсу и Кусак относятся к пустынно-степной, а долины рек Коктерек, Карабута и Каракол — к пустынной зонам.

Температурные условия здесь благоприятны для земледелия: продолжительность безморозного периода составляет 93—128 дней, теплого (выше +10 градусов) — 200—226 дней, сумма положительных температур последнего — от 2828 (ст. Аягуз) до 3500 (ст. Урджар и Бахты) градусов, среднегодовая температура — от 2,6 до 6,2 градусов. Но осадков выпадает мало — от 219 до 415 мм в год; только в низкогорном поясе Западного Тарбагатая осадков сравнительно много — 539 мм. До 60% общегодового количества осадков приходится на теплый период с весенним максимумом для пустынной зоны и зимним — для пустынно-степной, лето отличается крайней засушливостью, чему способствуют ветры северных направлений, приносящие обычно сухость.

В геоморфологическом отношении южная часть долины р. Каракол относится к Балхаш-Алакульской впадине, северная часть и остальные массивы — к южным предгорьям Западного Тарбагатая, представленным низкогорным поясом (северная часть массива Кусак) и южной волнисто-увалистой предгорной равниной, постепенно переходящей в Балхаш-Алакульскую впадину. Четкой границы между провинциями не прослеживается, но условно она проходит в интервале высот 400—500 м.

Низкогорный и предгорный пояса сложены рыхлообломочными отложениями, перекрытыми сверху маломощным пластом щебнистых элювиоделювиальных суглинков. С удалением от гор мощность отложений уменьшается, в нижней части предгорной равнины они постепенно сменяются осадочными средне- и тяжелосуглинистыми отложениями Балхаш-Алакульской впадины.

Особенности геоморфологического и геологического строения территории долин предопределили их гидрогеологические условия. Грунтовые воды, формируясь на территории предгорных шлейфов за счет фильтрации поверхностных вод, подземными потоками движутся в направлении к впадине. Вблизи нижней границы предгорной равнины, где начинают преобладать осадочные породы, уменьшается сечение водоносного горизонта. Это вызывает подпор грунтовых вод, приближение потока к поверхности земли и выклинивание его местами на поверхность. Вследствие этого глубина и минерализация грунтовых вод подвержены зональности; в низкогорном поясе грунтовые воды пресные, гидрокарбонатного типа и залегают глубже 10—20 м; в нижней части предгорной равнины минера-

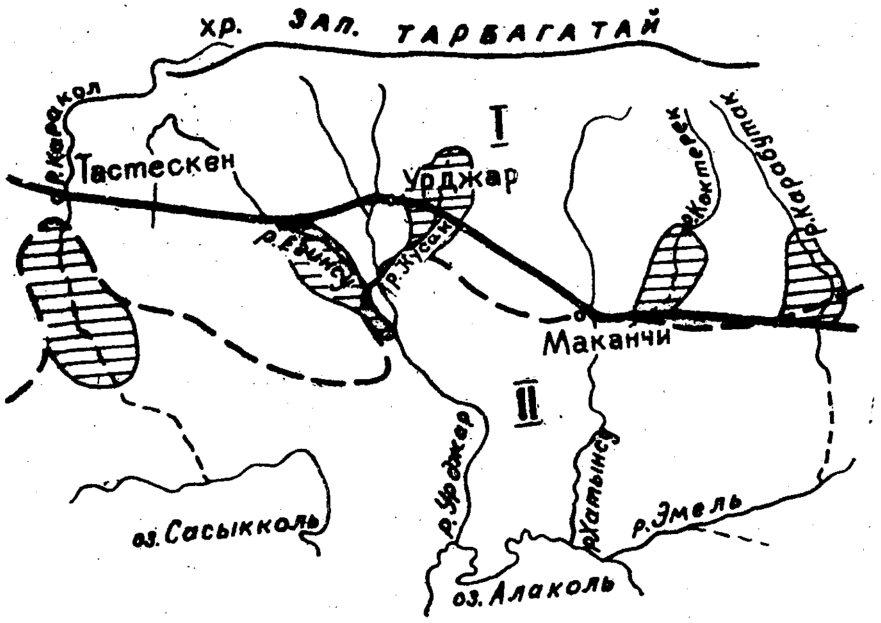


Рис. 1. Схема геоморфологического деления территории и размещения массивов (I — предгорная равнина, II — Балхаш-Алакульская впадина)

лизация их достигает 1 г/л и более, уровень грунтовых вод находится на глубине 5—3, 3—2 м; а в верхней части впадины — 3—2, 0—2 м.

Низкогорный пояс и предгорная равнина покрыты автоморфными темно- и светло-каштановыми почвами, участки с близким залеганием грунтовых вод — полугидроморфными и гидроморфными почвами. В зонах формирования и транзита грунтовых вод почвы выщелочены от легкорастворимых солей, в зонах с близким уровнем грунтовых вод — в большинстве случаев засолены.

Для выявления современного мелиоративного состояния почвенного покрова массивов, рациональной разработки мероприятий по его улучшению и выбора участков, перспективных для орошения, в 1973 г. под нашим руководством проведено почвенно-мелиоративное обследование массивов и изучение водно-физических свойств почво-грунтов*. Полученные материалы позволяют дать характеристику почвенного покрова и произвести оценку земельного фонда массивов (табл. 1).

Массив Егинсу. По устройству поверхности западная часть массива относится к предгорной волнисто-увалистой равнине, сложенной облессованными средними и легкими суглинками, остальная часть — ко II-ой надпойменной террасе реки Егинсу (1-я терраса выражена фрагментарно).

В северной части массива II-я надпойменная терраса возвышается над пойменными валунно-галечниковыми отложениями на 0,5—1,0 м, в южной превышение достигает 5 м и более. Мощность покровных суглин-

* В полевых работах принимали участие ст. инженеры-почвоведы Е. А. Верблюдова и К. Х. Иксанов, инженер-почвовед А. Хаиров, ст. техник А. П. Плынина.

Таблица 1

Качественный состав земельного фонда массивов, га

Массивы	Площадь		В том числе										
			не требующих мелиораций				требуют несложных мелиораций						
				из них				из них					
	обследовано	намечается под орошение*	всего	среднего качества	ниже ср. качества	плохого качества	всего	понижения уровня грунтовых вод	предупреждение эрозии	промывки	требуют средних мелиораций	требуют сложных мелиораций	неудобн -
Егинсу	16 377	11 911	10 748	826	436	—	5 434	4 824	—	610	—	—	195
Кусак	27 342	12 000	20 081	505	551	4 558	5 714	5 714	—	—	—	—	1547
Коктерек	15 611	7 500	12 394	5 287	3 259	—	2 865	—	2 865	—	—	—	352
Карабута	15523	5 600	10 944	4 335	419	—	4 085	1 360	1 760	965	—	—	494
Каракол	41 902	13 100	27 567	—	3 131	227	4 786	—	—	4 786	2 586	6 578	385
Всего	116 755	50 111	81 734	10 953	7 796	4 785	22 884	11 898	4 625	6 361	2 586	6 578	2973

Примечание. *Имеется в виду регулярное орошение.

ков, защебненных в северной части, увеличивается в направлении с севера на юг от 0,3—0,5 до 5—7 м.

Грунтовые воды в северной части долины залегают глубже 19 м, в центральной — на глубине 5—7 м, в южной — 3—5, а местами — 0—2 м.

Предгорная равнина занята светло-каштановыми почвами, II-я надпойменная терраса — полугидроморфными и гидроморфными почвами. По генетическим признакам почвы северной части долины являются лугово-каштановыми остепняющимися. В южной части долины развитие почв происходит с участием грунтовых вод и покров представлен лугово-каштановыми и луговыми почвами.

Характерными признаками светло-каштановых почв, относящихся преимущественно к нормальным видам, являются: гумусовый горизонт светло-серого цвета, его мощность — до 40—50 см, содержание гумуса — 1,4—2,2%, слабое уплотнение профиля — от 1,26 г/см^3 в пахотном горизонте до 1,50 г/см^3 на глубине 100—200 см, наименьшая влагоемкость 25—27% от объема почвы, хорошая водопроницаемость.

Для лугово-каштановых почв северной части долины характерна мощность мелкоземистого защебненного слоя до 30, 50 и 100 см. Гумусовый горизонт у них не превышает 20—30 см, а содержание гумуса едва достигает 1,5%. Профиль почв уплотнен. Водопроницаемость при отсутствии в контактной с гравийно-галечниковыми отложениями части песчаного прослоя близка к водопроницаемости полноразвитых почв, а при наличии прослоя — значительно выше.

Лугово-каштановые почвы центральной части массива имеют полноразвитый профиль, карбонатны, в основном средне- и легкосуглинистые. Гумусовый горизонт, содержащий до 3% перегноя, достигает 40—46 см. Обеспеченность почв элементами питания низкая. В почвах южной части несколько большие мощность гумусового горизонта и содержание гумуса, но отмечается слабое засоление профиля*. Почвы уплотнены, объемный вес поверхностного горизонта — 1,32 г/см^3, на глубине 100—200 см — 1,61 г/см^3; наименьшая влагоемкость в среднем для метрового слоя составляет 32%. Водопроницаемость почв средняя — 1,06 мм/мин.

Почти все почвы массива по физико-химическим показателям пригодны для орошаемого земледелия, наиболее перспективны почвы центральной части и предгорной равнины. Полное освоение этой равнины под орошение невозможно по условиям рельефа. Почвы южной части массива перед освоением нуждаются в понижении уровня грунтовых вод, легких промывках, при эксплуатации — в промывном режиме орошения, поддержании уровня грунтовых вод ниже критического и внесения органо-минеральных удобрений.

Массив Кусак. Значительная площадь массива в северной части занята Тастаком — галечниковыми отложениями реки Кусак и ее притока Кольденен. На удалении от реки галечники покрыты слоем защебненных суглинков от 0,5 до 1,5—2,0 м. Остальная территория северной части занята эрозионной предгорной равниной, сложенной лессовидными суглинками и расчлененной руслами временных водотоков. Южная часть массива более выравнена и плавно переходит в Балхаш-Алакульскую впадину.

Уровень грунтовых вод в северной части глубже 10 м, в южной —

* Степень и тип засоления почв устанавливались в соответствии с «Указаниями по инженерным изысканиям для мелиоративного строительства», вып. 4, ММ и ВХ СССР, 1970 г.

3—5 и 1—3 м, минерализация грунтовых вод увеличивается соответственно от 0,5 до 1,0 г/л.

Низкогорный пояс предгорной равнины занят темно-каштановыми, преимущественно нормальными почвами, имеющими мощный перегнойно-аккумулятивный горизонт (до 60 см) с содержанием гумуса до 3%, но слабо обеспеченных азотом и фосфором. Почвы успешно используются в богарном земледелии. В связи с пересеченностью рельефа руслами временных водотоков под орошение может быть освоено не более 50% общей площади.

Предгорная равнина занята неполно- и полноразвитыми защебненными светло-каштановыми почвами. Плодородие зависит от мощности профиля, степени защебненности поверхности и механического состава почво-грунта. Большая часть почв бедна элементами питания и гумусом (до 1,5—2,0%), имеет гумусовый горизонт до 35 см, уплотнена. Объемный вес пахотного горизонта достигает 1,44—1,50 г/см^3, увеличиваясь с глубиной до 1,65 г/см^3. Водопроницаемость за первый час опыта составила 0,85 мм/мин. Провинциальной особенностью почв является серый цвет пахотного горизонта, несмотря на невысокое содержание в нем гумуса, и зернистая структура, образованная капролитами дождевых червей. Это вызывает необходимость называть почвы серо-каштановыми.

В южной части массива формирование почв происходит под влиянием грунтовых вод, покров представлен луговыми и лугово-каштановыми почвами, близкими по физико-химическим показателям к почвам южной части долины р. Егинсу, но отличающимися от них отсутствием засоления.

До 6 тыс. га массива относится к неудобям («Тастак») и низкопродуктивным землям, их использование возможно в виде пастбищ (табл. 1). До 21 тыс. га земель может использоваться под орошение без мелиораций и с несложными мелиорациями. Наиболее перспективны из них светло-каштановые почвы с мощностью мелкоземистого слоя более 0,5 м. При эксплуатации почвы нуждаются в строгом режиме орошения, повышении содержания элементов питания и соблюдении зонального агротехнического комплекса.

Массив Коктерек. Он расположен в нижней части предгорной пологонаклонной на юг равнины, расчлененной руслами временных водотоков. Мощность покровных (в основном защебненных) суглинков в направлении с севера на юг уменьшается от 3,5 м до 1 м.

Грунтовые воды пресные, в северной части массива залегают глубже 15 м, в южной — около 5 м.

Почвенный покров представлен исключительно автоморфными почвами: светло-каштановыми — в северной части, сероземами обыкновенными — в центральной, бурыми — в южной. По площади на массиве преобладают последние. Для первых характерна мощность профиля более 100 см, для сероземов и бурых почв — 50—100 см. Бурые почвы южной части еще менее мощны (30—50 см), сильно защебнены с поверхности и подвержены ветровой эрозии.

С уменьшением мощности профиля и увеличением защебненности ухудшаются физико-химические показатели и агропроизводственная ценность почв. Так, имея почти одинаковую мощность гумусового горизонта (35—45 см), почвы различаются содержанием органического вещества: для светло-каштановых оно составляет 1,59—2,85%, серозе-

мов — 1—2% и бурых — 1,09—1,45%. Различно у них и содержание азота: соответственно 0,107—0,189, 0,05—0,112 и 0,08—0,094%.

Все почвы массива очень слабо обеспечены воднорастворимым фосфором, но хорошо — калием, малокарбонатны и не засолены.

Светло-каштановые почвы массива имеют близкие аналогичным почвам массива Кусак водно-физические свойства. Для сероземов также характерно высокое уплотнение профиля — 1,43 г/см³ в пахотном горизонте и 1,69 г/см³ на глубине 80 см. В связи с этим порозность колеблется по профилю от 46 до 38%. Наименьшая влагоемкость в гумусовом горизонте суглинистых почв составляет 26%, уменьшается с глубиной до 24% (50 см и ниже). В связи с высокой скелетностью почвы подвержены быстрому иссушению. Почвы низководопроницаемы — 0,47 мм/мин, что вероятно, связано с уплотненностью профиля и низкой агрегированностью.

Водно-физические свойства неполноразвитых бурых почв, имеющих мощность профиля до 40 см, характеризуются такими показателями: объемный вес пахотного горизонта равен 1,47 г/см³, на глубине 30—40 см — 1,54 г/см³, скважность — 46—44%; наименьшая влагоемкость, в среднем по профилю — 25%, водопроницаемость низкая — 0,27 мм/мин.

Таким образом, наиболее перспективны для орошения светло-каштановые почвы, имеющие хорошие агропроизводственные качества, и сероземы обыкновенные (качество среднее и ниже среднего). На всех почвах массива при орошении необходим строгий режим орошения, регулярное внесение органо-минеральных удобрений, а на бурых почвах, кроме того,— противоэрозионные мероприятия.

Массив Карабута. Он расположен на полого-наклонной пролювиальной равнине в интервале высот 720—517 м. Поверхность западной части массива выровнена и нарушается единичными руслами временных водотоков с гор, восточной — слабоволнистая.

Покровные отложения представлены слабо- и среднезащебненными суглинками, подстилаемыми гравийно-галечниковыми отложениями в северной части с глубины более 2 м, западной, восточной и южной — 1,5—2 м и центральной — 0,5—1,0 м.

Грунтовые воды на большей части территории, кроме южной и юго-восточной частей, залегают глубже 5 м, на последних — в пределах 3—5 и 1—3 м. Это определило формирование на массиве соответственно светло-каштановых, лугово-каштановых и луговых почв; часть луговых почв поверхностно засолена — средневзвешенный в слое 0—100 см плотный остаток составляет 0,162%.

Наибольшее распространение на массиве получили светло-каштановые почвы с мощностью почвогрунтовой толщи более 1 м. Значительная площадь занята почвами с мощностью толщи 0,5—1,0 м. В зависимости от механического состава, мощности покровной толщи и степени защебненности почвы различаются содержанием гумуса и элементов питания, с ухудшением этих показателей от тяжелых почв к легким и от полноразвитых к неполноразвитым.

Мощность гумусового горизонта светло-каштановых почв колеблется в пределах 50—40 см, содержание в нем гумуса — 1,86—0,82%, валового азота — 0,115—0,068%. Почвы хорошо обеспечены калием и слабо — фосфором. Уплотнение профиля значительное: 1,46—1,36 г/см³ в пахотном горизонте и 1,55—1,63 г/см³ в нижних горизонтах. Порозность колеблется соответственно от 46—50 до 43—44%. Наименьшая влагоемкость в зависимости от механического состава и степени скелетности состав-

ляет: 24—29% в пахотном горизонте и 16—24% — в нижних горизонтах. Водопроницаемость почв средняя — 2,14—1,08 мм/мин.

Лугово-каштановые и луговые почвы массива имеют гумусовый горизонт до 70 см, содержание органического вещества в его верхней части — 2,41% и азота 0,16%. Агрономическая ценность почв снижается переувлажнением профиля и засоленностью выше допустимого предела.

Наиболее благоприятны для орошения по условиям рельефа и физико-химическим показателям светло-каштановые почвы правобережной части массива. Полугидроморфные и гидроморфные почвы нуждаются в создании оптимального водно-солевого режима (дренаж, на засоленных почвах — промывки нормой до 5000 м³/га). При эксплуатации почв массива необходим строгий режим орошения, соблюдение зонального агротехнического комплекса и регулярное внесение органо-минеральных удобрений, а на легких почвах, кроме того,— мероприятия по защите от ветровой и ирригационной эрозии.

Массив Каракол. По общему устройству поверхности территория этого массива аналогична массиву Егинсу. В северной части долина реки Каракол ограничивается волнистой предгорной равниной, на юге переходит в Балхаш-Алакульскую впадину. Переходная часть между равниной и надпойменной террасой сложена облессованными суглинками, подстилаемыми с 0,5—2 м и более гравийно-галечниковыми отложениями. Для надпойменной террасы р. Каракол характерно увеличение мощности аллювиальных отложений от 0,5—2,0 м и более в направлении с севера на юг.

Распространение грунтовых вод подчинено общим для предгорных равнин закономерностям. В северной части массива они пресные и находятся глубже 5 м, в южной части становятся среднеминерализованными и приближаются к поверхности (до 0—1, 1—2 м).

Все это определило развитие в переходной части долины светло-каштановых карбонатных и нормальных почв, в северной части долины — нормальных и выщелоченных, большей частью защебненных почв, подстилаемых с 2—0,5 м пролювиально-аллювиальными отложениями. В средней и южной частях долины получили распространение полугидроморфные и гидроморфные почвы, степень их гидроморфности наряду с увеличением площади усиливается к югу.

Светло-каштановые почвы, как и на других массивах, имеют гумусовый горизонт до 35—45 см, серой окраски, с содержанием органического вещества в верхней части 1,07—1,29%. Азота содержится 0,09—0,12%, обеспеченность подвижным фосфором низкая, а калием — высокая. Содержание легкорастворимых солей не превышает 0,09%. Уплотненность верхних горизонтов — 1,29—1,36 г/см³, с глубиной уплотнение увеличивается до 1,55—1,67 г/см³. Порозность изменяется соответственно в пределах 52—49%. Наименьшая влагоемкость пахотного горизонта составляет 26—30%, на глубине 100—200 см — 25—29%. Водопроницаемость почв средняя — 2—2,3 мм/мин.

Лугово-каштановые почвы распространены преимущественно в центральной и северной частях долины. По своим показателям они близки к лугово-каштановым остепняющимся почвам массива Егинсу. Незначительная часть их засолена.

Гидроморфные почвы, среди которых преобладают луговые, распространены в основном в южной части долины. Большая часть из них поверхностно засолена. Для них характерно высокое содержание гумуса

(до 4,8%) и азота (до 0,3%). По механическому составу среди луговых почв преобладают супесчаные и легкосуглинистые разновидности, луговo-болотных — средне- и легкосуглинистые. Часто они образуют комплексы с солонцами и солончаками луговыми.

Почвы предгорной равнины, незасоленные и слабо засоленные почвы долины освоены под земледелие; гидроморфные засоленные почвы используются под сенокосы и пастбища.

По физико-химическим показателям наиболее благоприятны для орошения почвы северной части массива. Почвы средней части после проведения несложных мелиораций по осушению, предотвращению ветровой эрозии и промывок нормами до 5,0 тыс. м³/га могут с успехом использоваться в орошаемом земледелии. Освоение почв южной части массива потребует сложных мелиораций по осушению, рассолонцеванию и промывкам.

ВЫВОДЫ

По геоморфологическим условиям основная площадь массивов относится к предгорной равнине Западного Тарбагатая, южные части могут быть отнесены к Балхаш-Алакульской впадине.

Предгорная равнина сложена облессованными суглинками, которые на значительной площади массивов подстилаются аллювиально-пролювиальными отложениями с глубины 0,5—2,0 м; нижние части долин сложены аллювиальными суглинками.

Грунтовые воды в верхних частях массивов пресные и залегают глубже 5—10 м; в нижних частях — слабо и среднеминерализованные, залегают близко от поверхности.

Почвенный покров представлен светло-каштановыми почвами, часть которых неполноразвита и защебнена. В долинах рек Егинсу и Каракол и нижних частях Кусака и Карабуты развиты полу- и гидроморфные почвы, часть из них засолена. Водно-физические свойства почв удовлетворительные.

Почвы предгорной равнины и полугидроморфные почвы долин являются основным фондом для развития орошения, часть из них нуждается в несложных мелиорациях.

Все почвы массивов нуждаются в улучшении питательного режима, соблюдении зонального агротехнического комплекса; часть почв нуждается в строгом режиме орошения и защите от ветровой и ирригационной эрозии.

ЛИТЕРАТУРА

Астапов С. В., Долгов С. И. Методы изучения водно-физических свойств почв и грунтов. В сб. «Почвенная съемка», Изд-во АН СССР, М., 1959.

Ахмедсафин У. М. Подземные воды Казахстана. В сб. «Очерки по физической географии Казахстана». Алма-Ата, 1952.

Волобуев В. Р. Промывка и дренаж засоленных почв. В сб. «Проблема засоления почв и водных источников». Изд-во АН СССР, М., 1960.

Годунов И. Б. Семипалатинская область. Труды института почвоведения АН КазССР, т. 10, 1960.

Колходжаев М. К., Котин Н. И., Соколов А. А. Почвы Казахской ССР, Семипалатинская область, вып. 10, Алма-Ата, 1968.

Розанов А. Н. Почвенно-мелиоративные исследования земель в целях орошения. В сб. «Почвенная съемка». Изд-во АН СССР, М., 1959.

Розов Л. П. Мелиоративное почвоведение. М., 1956.

Соколов А. А. Почвы предгорных равнин и межгорных долин Алтая и Саур-Тарбагатая. В сб. «Агрохимическая характеристика почв СССР (Казахстан и Челябинская область)». «Наука», М., 1968.

«Указания по инженерным изысканиям для мелиоративного строительства», вып. 4 (почвенно-мелиоративные изыскания), ММиВХ СССР, М., 1970.

Шлыгин Е. Д. Геологическая история и геологическое строение Казахстана. В сб. «Очерки по физической географии Казахстана», Алма-Ата, 1952.

Шраг В. И., Долгов С. И., Зайдельман Ф. Р. К вопросу орошения почв, близко подстилаемых галечниками. «Почвоведение», № 5, 1956.

Том I *1975 г.*

А. И. Околович,
старший научный сотрудник КазНИИВХ

РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЮГО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА

УДК 626.81/85 : 633.1

Основной зерновой культурой на орошаемых землях юго-востока Казахстана является озимая пшеница. Ее урожаи на поливных землях в полтора-два раза превосходят урожаи на богаре. Поэтому на ближайшее время намечено значительное расширение орошаемых площадей под озимой пшеницей при увеличении ее урожайности до 30—35 ц/га. Успешное решение этой задачи требует применения всего комплекса агротехнических мероприятий, соблюдения режима орошения.

КазНИИВХ в течение трех лет (1967—1969) проводил исследования по режиму орошения озимой пшеницы, который базировался на определении сроков и норм поливов по дефициту влажности в основном корнеобитаемом слое почвы.

Почвы опытного участка — типичные сероземы, по механическому составу — тяжелые суглинки. Грунтовые воды залегают на глубине 2,8—3 м, предельная полевая влагоемкость почвы — 24—25%, объемный вес 1,50 т/м^3.

Опытами установлено, что эффективность возделывания озимой пшеницы наиболее полно проявляется при сочетании влагозарядкового полива с вегетационными.

Влагозарядковые поливы. Исследования научных учреждений и опыт передовых хозяйств показывают, что в условиях юго-востока Казахстана первостепенная роль в установлении оптимального режима орошения озимой пшеницы принадлежит влагозарядковому поливу. Необходимость влагозарядки вызывается тем, что в допосевной период при высокой испаряемости ощущается недостаток влаги.

Как показали наши исследования, к началу сева озимой пшеницы по зерновому предшественнику, убранному в июле, влажность пахотного горизонта (0—20 см) очень низка и составляет 4,5—6% от веса сухой почвы, что исключает возможность проведения вспашки и последующих работ высокого качества. Содержание влаги в основном корнеобитаемом слое крайне недостаточно для водоснабжения растений озимой пшеницы в начальный период ее развития и составляет 46—50% от предельной полевой влагоемкости.

Нами установлено, что лучшее время для посева озимой пшеницы в зоне исследования — сентябрь. Влагозарядковые поливы под нее проводятся в конце августа — начале сентября с таким расчетом, чтобы разрыв между поливом и севом не приводил к иссушению почвы. Величина нор-

мы влагозарядкового полива определяется в основном предполивной влажностью почвы и глубиной слоя увлажнения, устанавливаемой с учетом распространения корневой системы растений.

Проведенные исследования подтверждают, что интенсивное потребление влаги при возделывании озимой пшеницы на фоне влагозарядкового полива происходит и из второго метрового слоя. Поэтому при установлении нормы влагозарядкового полива необходимо исходить из создания запасов влаги в глубоких слоях почво-грунта. Отсюда глубина увлажнения при влагозарядке должна составлять 1,5—2 метра.

Нормы влагозарядковых поливов колеблются в широких пределах (от 1200 до 2500 м³/га) и в большинстве случаев зависят от конкретных условий поливного участка. Влагозарядковые поливы, проведенные большими нормами, создают в глубоких слоях почво-грунтов запасы воды, которая не теряется в процессе испарения, расходуется на создание урожая.

Исследованиями установлено, что при влагозарядке потребление влаги озимой пшеницей до середины апреля происходит в основном из первого метрового слоя. К фазе трубкования увеличивается потребление влаги из более глубоких слоев почво-грунтов (до 200—250 см). Запас влаги, созданный влагозарядковым поливом, сохраняется в почве до молочно-восковой спелости зерна, увеличивая среднесуточное водопотребление поля озимой пшеницы.

Применение предпосевной влагозарядки в засушливые годы ускоряет появление всходов озимой пшеницы на 5—10 дней, увеличивает густоту стояния на 1,2—1,4 млн. растений на гектаре, повышает урожай на 6—8 ц. Опыты показали, что применение влагозарядки под озимую пшеницу сокращает количество вегетационных на один полив. Для поддержания влажности 0,8—1,0 метрового слоя почвы в летний период не ниже 70% от предельной полевой влагоемкости на фоне осенней влагозарядки нормой 1500 м³/га потребовалось проведение двух вегетационных поливов нормой 800—1000 м³/га, обеспечивающих получение урожая по 46 ц/га. Для создания в почве этих же условий влажности без применения влагозарядки необходимо было проведение трех вегетационных поливов, при увеличении оросительной нормы на 1000 м³/га.

Вегетационные поливы. Составной частью режима орошения сельскохозяйственных культур, и в частности, озимой пшеницы, являются сроки проведения поливов. Критический период по отношению к воде у растений озимой пшеницы наблюдается дважды: от конца кущения до колошения и от заложения «пяточки» до конца молочной спелости. Поэтому цель вегетационного полива состоит в том, чтобы во время критического периода развития растений в почве были созданы для них оптимальные условия водообеспечения.

Границы оптимальной влажности изменяются в зависимости от биологии растения, почвенно-климатических условий, агротехники возделывания и др. В условиях юго-востока республики нижняя граница оптимальной влажности метрового слоя колеблется в пределах 70—75% от предельной полевой влагоемкости почвы. Поэтому наступление указанного порога влажности обусловливает сроки проведения вегетационных поливов. Кроме сроков полива, правильность режима орошения определяется также и величиной поливных норм, определяемых в основном глубиной распространения корневой системы. Чрезмерное увлажнение приводит к потерям влаги на глубинную фильтрацию, а недостаточное промачивание увеличивает число поливов. Оптимальная норма вегета-

ционного полива увлажняет весь активный корнеобитаемый слой почвогрунта.

Размеры норм вегетационных поливов также зависят от механического состава почвы и глубины распространения основной массы корневой системы растений в различные фазы развития и колеблются в широких пределах (табл. 1).

Таблица 1

Примерные нормы вегетационных поливов озимой пшеницы, м³/га

Фазы развития растения	Расчетная глубина, см	Почвы		
		легкосуглинистые	среднесуглинистые	тяжелосуглинистые
Кущение	60	400—500	500—600	600—700
Трубкование	80	550—600	700—800	750—850
Колошение — цветение	100	800—900	950—1000	1000—1100

На основании полевых исследований КазНИИВХ, опыта передовиков, а также многолетних агроклиматических данных разработан и рекомендуется производству оптимальный режим орошения озимой пшеницы Безостая 1, представленный в табл. 2.

Необходимо отметить, что оптимальные оросительные нормы не всегда являются экономически целесообразными. Рациональный режим орошения, обеспечивающий наибольший уровень рентабельности и создающий влагообеспеченность 0,8—1,0 метрового слоя почвы в течение

Таблица 2

Оптимальный режим орошения озимой пшеницы (для средних по механическому составу почв)

Поливы	Номер полива	Поливная норма, м³/га	Сроки поливов	Межполивной период	Фаза развития растений
Средне-влажный год (25% обеспеченности)					
Влагозарядковый полив	—	1500	20/VIII—1/IX	—	—
Вегетационный	1	900	10/VI —15/VI	—	налив зерна
Оросительная норма	—	900			
Средний год (50% обеспеченности)					
Влагозарядковый	—	2000	20/VIII—1/IX	—	—
Вегетационный	1	900	25/V —30/V	—	колошение
	2	1000	15/VI—20/VI	15	налив зерна
Оросительная норма	—	1900	—	—	—
Средне-сухой год (75% обеспеченности)					
Влагозарядковый	—	2000	20/VIII—1/IX	—	—
Вегетационный	1	600	10/IV —17/IV	—	кущение
	2	800	10/V —25/V	40	трубкование
	3	1000	15/VI —18/VI	25	налив зерна
Оросительная норма	—	2400			
Маловодный год					
Влагозарядковый	—	1500	20/VIII—1/IX	—	—
Вегетационный	1	1100	1/VI—5/VI	—	колошение, цветение

вегетации обеспечивается при влажности не ниже 70% от ППВ. При этом режиме орошения в средний по осадкам год проводится два вегетационных полива нормой 800—1000 м³: первый — в период выколашивания, второй — в начале молочной спелости. Оросительная норма — 1800—2000 м³/га.

Юго-восток Казахстана по природно-климатическим условиям делится на ряд зон, обусловленных вертикальной зональностью, разностью температур и влагообеспеченностью территории, что вызывает необходимость дифференцирования режимов орошения по конкретным природным зонам. На основании применения биоклиматического метода расчета поливных режимов с использованием биологического коэффициента, установленного экспериментальным путем, произведено распространение разработанного методом полевого опыта режима орошения озимой пшеницы по природным зонам (табл. 3).

Таблица 3

Поливной режим озимой пшеницы для среднего по климатическим условиям года

Природные зоны и пояса	Оросительная норма, м³/га	Число поливов	Распределение поливов по периодам развития растений	Норма полива, м³/га	Межполивной период	Примерные сроки вегетационных поливов
Джамбулская область						
Горно-степная, умеренно-засушливая	800—1500	1—2	трубкование, налив зерна	700—800	30	10—20/V 1—10/VI
Предгорно-пустынно-степная засушливая	1400—1600	2	трубкование, налив зерна	700—800	30	1—10/V 1—10/VI
Пустынная, очень засушливая	2100—2400	3	кущение,		—	10—20/IV
			трубкование,	700—800	30	20—30/V
			налив зерна		20	10—15/VI
*Алма-Атинская область**						
Подгорно-степной недостаточно влажный пояс	600	1	колошение—цветение	600	—	25/V—5/VI
			трубкование	700	25	1/V—10/V
Предгорно-пустынно-засушливый пояс	1600	2	колошение цветение	900		25/—5/VI
			кущение	600	—	20/—30/IV
Пустынная зона	2100	3	трубкование	700	20	10/—20/V
			налив зерна	800	25	5/—10/VI

* Данные Н. В. Данильченко и А. П. Попыкина.

Производственная проверка разработанного режима орошения и приемов подготовки площадей к поливам проводилась нами в колхозе им. XXII партсъезда КПСС Джамбулского района Джамбулской области. В 1970 г. здесь на опытно-производственном участке площадью 100 га получен урожай пшеницы Безостая 1 по 71 ц/га. Себестоимость одного центнера продукции на опытном участке составила 1,75 руб. против 2,90 руб. на участке, где озимая пшеница возделывалась по технологии, принятой в хозяйстве. Чистый доход на один рубль издержек составил соответственно 3,0 и 2,03 руб.

Том I *1975 г.*

А. Я. Рабинович,
зав. лабораторией стационарного орошения КазНИИВХ, кандидат технических наук

Н. Ю. Креккер,
зав. сектором машинного орошения КазНИИВХ, инженер

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАКРЫТЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПОЛИВА ПО БОРОЗДАМ В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРИЙ

УДК 631.67 : 626.84

За последние годы в нашей стране получили распространение закрытые оросительные системы с сетью подземных поливных (перфорированных) трубопроводов для полива по бороздам. Основным элементом таких систем является стационарный закрытый поливной трубопровод с выпуском воды в каждую борозду, предложенный в 1958 г. академиком И. А. Шаровым. Существующие закрытые оросительные системы (рис. 1а) включают транспортирующие трубопроводы длиной от 800 до 2500 м (в некоторых системах до 5000—6000 м) и подвешенные к ним через 75—250 м (длина поливной борозды) поливные перфорированные трубопроводы длиной по 150—200 м. Для работы перфорированных трубопроводов на таких системах необходим напор 5—10 м водяного столба, поэтому их строительство целесообразно осуществлять в предгорьях при уклонах до 0,02—0,03.

Оптимальная площадь таких систем должна составлять не менее 250—400 га, то есть столько, сколько закрепляется за одной полеводческой бригадой при возделывании пропашных культур. На системе одновременно поливается площадь, равная или кратная суточной производительности тракторного агрегата на междурядной обработке посевов. Система площадью 250—400 га при оптимальной длине участка 800—1000 м должна иметь ширину 2500—4000 м и включать 8—10 транспортирующих трубопроводов, которые поочередно работают на протяжении вегетационного периода.

Существенными недостатками систем с закрытой сетью поливных перфорированных трубопроводов являются большая протяженность сети закрытых трубопроводов и поочередная работа по одному или группой транспортирующих трубопроводов и, как следствие этого,— низкий, не превышающий 10%, коэффициент использования трубопроводов.

На 1 га орошаемой площади закрытых транспортирующих трубопроводов требуется 25—35 п. м, а закрытых поливных — 40—80 п. м. Увеличение длины поливных трубопроводов до 300—500 м сохраняет достаточную для качественного полива равномерность распределения воды по участку и снижает потребное количество транспортирующих до 10—20 п. м/га, однако вследствие увеличения при таком удалении диаметров транспортирующих и поливных трубопроводов технико-экономические показатели системы ухудшаются.

Для устранения вышеперечисленных недостатков в Казахском НИИВХ разработана закрытая оросительная система (авторское свидетельство № 259542) для бороздкового полива (рис. 1б), которая обеспечивает поочередное проведение полива из отдельных звеньев поливного

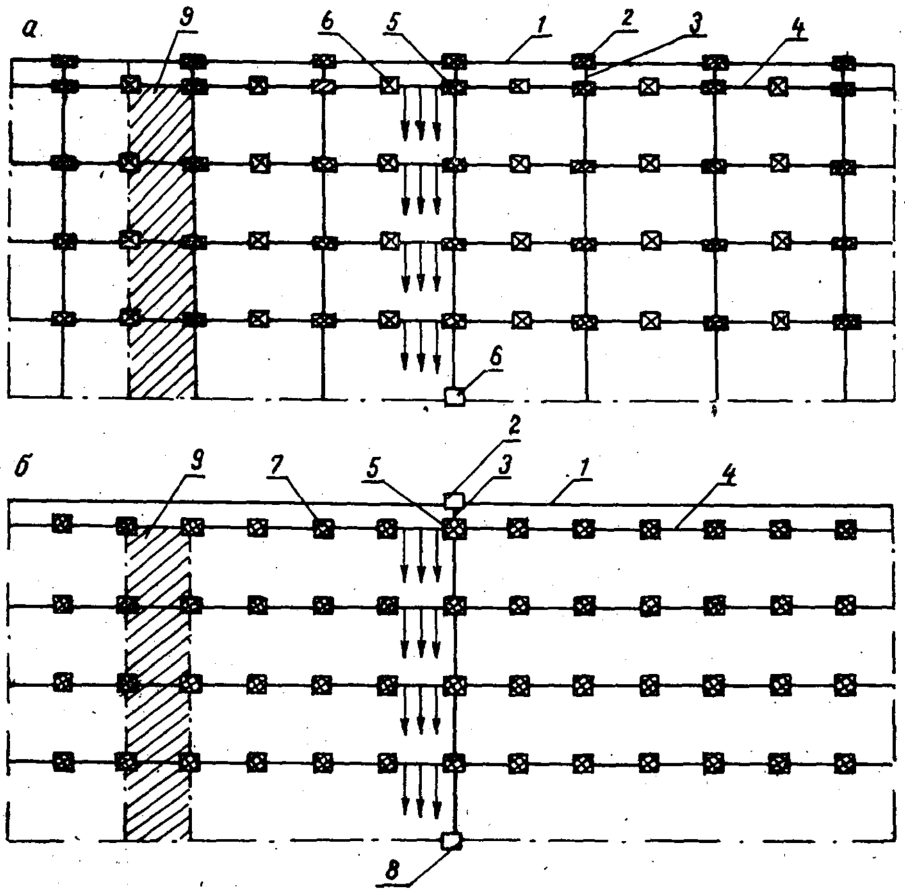


Рис. 1. Схемы закрытой оросительной системы:

а — распространенная система; *б* — система КазНИИВХ; *1* — участковый распределитель; *2* — водозаборный колодец; *3* — транспортирующий трубопровод; *4* — закрытый поливной трубопровод; *5* — распределительный колодец; *6* — промывной колодец; *7* — колодец с управляющими задвижками; *8* — сбросной колодец; *9* — участок одновременного полива

трубопровода. В этой системе отдельные звенья поливного трубопровода соединяются управляющими задвижками, а внутри каждого звена установлен шланг из эластичного материала (например, мелиоративной ткани на капроновой основе). При таком устройстве каждое звено поливного трубопровода может использоваться и как поливное, и как транспортирующее. Создается возможность для значительного увеличения длины поливного трубопровода при сохранении его диаметра. Технология полива обработок почвы в междурядьях при этом не претерпевает существенных изменений.

Для установления экономической эффективности системы конструкции КазНИИВХ проведено ее сопоставление с прежними в идентичных природно-хозяйственных условиях и при аналогичных элементах техники полива. Площадь опытной системы — 400 га, длина участка — 1000 м, ширина — 4000 м, величина поливной струи — 0,25 л/с, длина поливной борозды — 250 м, поливная норма — 600—700 м³/га, продолжительность межполивного периода — 10 суток. Площадь участка одновременного

полива для обоих вариантов систем принята равной 20 га. Трубопроводная сеть — из асбоцементных труб ВТ-6.

Для упрощения технико-экономического расчета стоимость колодцев с управляющими задвижками на системе КазНИИВХ принята одинаковой со стоимостью на существующих системах колодцев со сливными (для смежных поливных трубопроводов) и водозаборными (из транспортирующего трубопровода в поливные) задвижками, так как конструктивно они отличаются незначительно. Стоимость строительства водоводов из асбоцементных труб (включая их стоимость, а также стоимость земляных и монтажных работ), водозаборных и сбросных колодцев принималась согласно укрупненным сметным нормам на сооружения водоснабжения (2). Стоимость гибкого трубопровода принята в соответствии с действующими расценками на транспортирующие капроновые шланги (1) с учетом стоимости монтажных работ.

Основные технико-экономические показатели сравниваемых систем приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Спецификация основных элементов закрытых оросительных систем

Наименование элементов систем	Единица измерения	Количество элементов на системах	
		существующей	разработанной в КазНИИВХ
Участковый (зонный) распределительный трубопровод (диаметр — 300 мм)	м	4 000	4 000
Водозаборные колодцы	шт.	10	1
Транспортирующий трубопровод (телескопический, диаметр — 150—300 мм)	м	10 000	1 000
Колодцы с управляющими задвижками	шт.	120	120
Поливной трубопровод (перфорированный, диаметр — 150 мм)	м	16 000	16 000
Гибкий трубопровод из мелиоративной ткани (диаметр — 150 мм)	м	—	16 000
Сбросные колодцы на транспортирующих трубопроводах	шт.	10	1

Таблица 2

Стоимость строительства закрытых оросительных систем по их отличительным элементам

Наименование отличительных элементов систем	Стоимость элементов на системах, руб.	
	существующей	разработанной в КазНИИВХ
Водозаборные колодцы	6 250	625
Транспортирующий трубопровод (телескопический)	47 640	4 764
Гибкий трубопровод	—	24 000
Сбросные колодцы	3 000	300
Всего	56 890	29 689
из них на 1 га	142	74

Как видно из таблиц 1 и 2, в новой системе при прочих равных условиях снижается удельная протяженность транспортирующих трубопроводов с 25 до 5 п. м/га, что, несмотря на значительную стоимость капро-

нового шланга в системе КазНИИВХ, уменьшило капитальные затраты на строительство системы на 68 руб/га. При уменьшении ширины участка одновременного полива на поливном трубопроводе достигается еще большее снижение затрат на строительство системы за счет уменьшения при этом диаметров поливных и транспортирующих трубопроводов. Однако уменьшение ширины участка одновременного полива рационально только до определенных пределов, так как за пределами увеличивается количество межучастковых колодцев на поливном трубопроводе. Оптимальная ширина участка одновременного полива может быть найдена расчетным путем по минимуму затрат на строительство системы с учетом конкретных природно-хозяйственных условий; величины поливной струи, длины добегания поливной струи (расстояния между поливными трубопроводами), возделываемой культуры, режима ее орошения и т. д.

Опытная система конструкции КазНИИВХ построена в совхозе «Бурненский» Джамбулской области на производственном участке картофельного севооборота. В качестве транспортирующих использованы трубы ВТ-3 из асбоцемента, поливные полиэтиленовые трубы с размещенными внутри их шлангами из мелиоративной ткани.

Транспортирующий трубопровод был расположен на глубине 50 см, а поливной — на 30—40 см от поверхности земли. Уклон в направлении транспортирующего трубопровода, соответствующем направлению полива, составлял 0,01—0,02. Диаметр отверстий поливного трубопровода — 6,5—8,0 мм, что обеспечивало получение поливной струи 0,25 л/с. Учитывая значительную величину поливных отверстий, над перфорированным трубопроводом был устроен фильтр из отсортированного гравия с фракциями 15—20 мм высотой 10—20 см.

Между участками поливного трубопровода устанавливались колодцы из железобетонных колец диаметром 1000 мм, в которых размещались управляющие задвижки. Длина борозд для участка на системе в соответствии с типом почв (средней водопроницаемости) и уклоном в направлении полива была равной 250 м.

Монтаж системы на участке включал работы по установке транспортирующего и поливного трубопроводов, а также монтажные работы по устройству колодцев с управляющими задвижками. Поливные трубопроводы соединялись непосредственно на участке с применением специального оплавителя торцов полиэтиленовых труб, разработанного в КазНИИВХ.

Отверстия в поливном трубопроводе просверливались после его установки в траншее. Гибкий трубопровод вкладывался внутрь полиэтиленового поливного после рассверливания в нем отверстий так, чтобы стыковая образующая его располагалась вдоль линии поливных отверстий.

Работа системы производилась следующим образом. В начальном положении все задвижки *5* (рис. 2) закрыты, а задвижки *4* и концевая промывная задвижка *6* открыты. При подаче воды по транспортирующему трубопроводу *1* задвижка *4* в голове первого участка закрывается, задвижка *5* открывается и при необходимости проводится промывка этого участка. При этом вода поступает в межтрубную полость первого участка поливного трубопровода *2*, гибкий трубопровод *3* под действием напора воды сжимается и имевшаяся в нем вода выдавливается через открытые задвижки *4* второго и последующих участков в гибкие трубопроводы этого и других участков и далее через промывную задвижку *6* идет на слив. Затем закрывается задвижка *4* второго участка и вода из

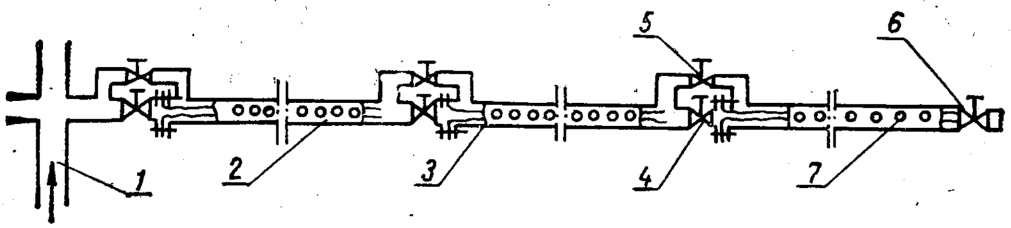


Рис. 2. Схема закрытой оросительной системы конструкции КазНИИВХ:

1 — транспортирующий трубопровод; *2* — поливной трубопровод; *3* — гибкий шланг; *4* — магистральная задвижка; *5* — перепускная задвижка; *6* — сбросная задвижка; *7* — поливные отверстия

межтрубной полости первого участка через поливные отверстия *7* выдавливается вверх через почвенный слой в борозды. После завершения полива из первого участка задвижка *5* этого участка закрывается, а задвижки *4* первого и *5* второго участков открываются. После промывки второго участка закрывается задвижка *4* третьего участка и начинается полив из второго участка. Процесс полива из последующих участков поливного трубопровода протекает аналогично.

Эксплуатация системы включала работы по управлению распределением воды из отдельных участков поливного трубопровода и периодическому контролю за нормальным истечением воды из его отверстий. Наблюдениями установлено, что в процессе каждого полива засоряется от 6 до 14% поливных отверстий. Затраты времени на их прочистку, по данным хронометража, составляют от 28 до 34 мин. в течение смены. Подготовительно — заключительное время на управление подачей воды в каждый участок системы составило 18,7 мин., что при поливной норме 700 м^3/га не превышает 0,5% от общего времени полива.

Применение системы в совхозе «Бурненский» снизило затраты механизированного и ручного труда на уход за посевами картофеля до 30 руб/га. Кроме того, за счет более равномерного распределения воды и повышения коэффициента земельного использования достигнуто некоторое увеличение урожайности картофеля, урожайность составила 248 ц/га.

Нагрузка на одного поливальщика при применении системы — 40—60 га, что в 2—3 раза выше, чем при обычных способах поверхностного полива.

В КазНИИВХ разработаны устройства с подземными водовыпусками, что позволяет размещать в них межучастковые управляющие запорные органы. Водовыпуски в нерабочее время располагаются ниже пахотного горизонта и не создают препятствий при механизированной обработке посевов, что повышает коэффициент использования земли орошаемого участка до 1,0.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сурин В. А. Механизация и автоматизация поверхностных самотечных способов полива. Россельхозиздат, М., 1970.

2. Укрупненные сметные нормы на сооружения водоснабжения и канализации. Сборник № 10—1 «Внешние сети». Стройиздат, М., 1972.

3. Шаров И. А. Эксплуатация гидромелиоративных систем. Сельхозгиз, М., 1959.

4. Шейнкин Г. Ю. Техника и организация орошения в Таджикистане. «Ирфон», Душанбе, 1970.

Том I *1975 г.*

В. М. Петрунин,
кандидат сельскохозяйственных наук

РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ РИСА

УДК 626.81/85 : 633.1

Производство риса в Казахстане до 60-х годов базировалось в основном на неинженерных оросительных системах. Рис сеяли на неспланированных землях, на небольших массивах, к тому же неправильной конфигурации. Регулирующие подпорные сооружения на магистральных каналах и распределителях первого и второго порядка чаще всего отсутствовали, что затрудняло необходимый забор воды на рисовые поля, приводило к недополиву и снижению урожая, а порой и к полной гибели посевов.

Значительную роль в развитии ирригационного строительства и совершенствования рисосеяния сыграли решения XXIII съезда КПСС и майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС. Развитие рисоводства в Казахстане пошло по новому пути — по пути строительства современных рисовых оросительных систем и внедрения научно обоснованной технологии возделывания риса.

Народнохозяйственным планом на текущее пятилетие предусмотрены крупные капиталовложения на строительство новых и реконструкцию старых рисовых оросительных систем. Выполнено и предстоит еще выполнить большой объем научно-исследовательских, проектных и строительных работ.

За последние годы в Казахстане посевная площадь риса и его производство значительно возросли. С 1960 по 1973 г. посевы риса в республике увеличены с 18,5 тыс. до 106,8 тыс. га, а производство зерна риса — с 24,2 тыс. т до 428,4 тыс. тонн.

Казахстан превращается в одну из основных и перспективных республик по производству риса. Значительный рост посевных площадей риса обусловливается благоприятными почвенно-климатическими условиями и наличием достаточных водных ресурсов. Основные рисоводческие массивы здесь сосредоточены в поймах рек Сыр-Дарьи, Или и Каратал. Ведущее место по производству риса в республике принадлежит Кзыл-Ординской области, где в 1973 г. его посевами было занято 76,5 тыс. га, или более 70% от всей площади посева риса в республике.

Однако следует заметить, что во многих колхозах и совхозах с производством зерна риса, размещенном на неинженерных и инженерных оросительных системах, обстоит не совсем удовлетворительно. За средними цифрами урожайности скрывается не мало хозяйств, где она составляет 20—25 ц/га и ниже, а себестоимость центнера продукции весьма высокая. Нередки случаи, когда даже на вновь построенных инженерных оросительных системах продолжают бытовать старые примитивные приемы агротехники, в течение поливного периода применяется проточность воды в чеках, что приводит к увеличению оросительной нормы почти в 2—2,5 раза. Анализ отчетов по водопользованию за 1966—1967 гг. по Кзыл-

Ординской области показывает, что фактически водозабор на орошение риса здесь превышал плановый на 25—30 тыс. м³/га. В 1966 и 1967 гг. фактическая оросительная норма составила соответственно 53,2—45,2 тыс. м³/га против плановой 25 тыс. м³/га.

Следует также отметить, что во многих рисоводческих хозяйствах в предуборочный период воду в чеках держат до восковой и даже полной спелости риса, и лишь после этого приступают к форсированному ее сбросу. Но поздние сбросы воды из чеков не позволяют своевременно готовить поля к механизированной уборке, в результате сроки уборки затягиваются, потери урожая увеличиваются.

Учитывая сложившуюся обстановку в рисоводческих районах республики, Казахский научно-исследовательский институт водного хозяйства провел специальные исследования по разработке рационального режима орошения риса в Кзыл-Ординской области, установлению составляющих оросительной нормы (нетто) и сроков прекращения подачи воды в предуборочный период. Завершены аналогичные работы и на Акдалинском массиве орошения в Алма-Атинской области.

Режима орошения риса на незасоленных почвах

Как известно, колхозы и совхозы нашей республики издавна на незасоленных почвах применяют постоянный и укороченный (с переменным слоем и проточностью оросительной воды) типы затопления чеков.

Между тем, научными исследованиями установлено, что при постоянном затоплении в результате наличия слоя воды и создания анаэробных условий происходит менее дружное прорастание семян и появление всходов, чем при укороченном затоплении, когда в период прорастания риса в чеке нет слоя воды и обеспечен свободный доступ кислорода к семенам. Подсчет показал, что энергия прорастания семян и густота всходов во влажной почве, но без поверхностного слоя воды происходит интенсивнее и полнее. Только за счет применения укороченного типа затопления можно увеличить густоту стояния растений на 7—11%.

Ухудшение роста и развития растений риса наблюдается при температуре воды в чеках свыше 40 градусов. На этом основании многие рисоводы считают необходимым обеспечивать постоянную проточность воды в чеках. Однако наблюдения за микроклиматом, температурой воды в картовых оросителях и чеках показали, что проточность от 10 до 30% от общей водоподачи не вызывает охлаждения воды в чеках.

В самый жаркий летний месяц — июль, когда у риса происходит трубкование и выбрасывание метелки, разница в температурах дня и ночи достигает 17—19 градусов. В результате резких понижений температуры в ночные часы небольшая глубина воды в чеках (10—15 см) быстро охлаждается. В то же время в подводящих оросительных каналах в результате большой глубины вода почти не охлаждается. Самая низкая температура воды в чеках отмечена в 7 часов: в мае — 8,5; в июне — 15,2 и в июле — 20 градусов. Соответственно этим датам в картовых оросителях температура воды составила: в мае 17,5; в июне — 21,6 и в июле — 23,5 градусов. Температура воды в чеках как при проточности, так и без нее в течение дня в основном не поднималась выше 32 градусов. Только дважды за поливной период с 13 до 15 часов температура воды в чеках достигала 35—36 градусов. С заходом солнца температура воды в чеках быстро понижалась.

Следовательно, в утренние часы температура воды, поступающей из

картового оросителя, оказывается всегда выше по сравнению с температурой воды, покрывающей поверхность чека.

Применение проточности воды в чеках, как показали исследования, не обеспечивает повышения продуктивности растений и прироста урожая зерна риса. Разность в урожае между вариантами применения постоянной проточности и без проточности находится в пределах ошибки опыта. Следовательно, необходимость в проточности воды отпадает. Больше того, она ведет к увеличению оросительной нормы на 3—5 тыс. м³/га.

Прерывистое затопление (по схеме 6×9 и 6×6 суток) при современной технологии возделывания риса также не дает должного эффекта. На фоне прерывистого затопления наряду со снижением расходов оросительной воды почти пропорционально снижался урожай зерна риса. Это объясняется, с одной стороны, повышенной засоренностью участков, с другой — несоответствием режима орошения биологическим требованиям испытуемых сортов риса. Кратковременные перерывы в подаче воды хотя и непродолжительны, однако совпадают с наиболее ответственными периодами жизни и этапами органогенеза риса, когда слой воды для растений необходим. По сравнению с укороченным затоплением высота растений снизилась здесь на 14%, вес зеленой массы — на 20%, а урожай зерна — на 27%. Прерывистое затопление может найти применение лишь в маловодные годы, при наличии хорошо действующих гербицидов и соответствующих сортов риса.

В маловодный 1974 г. большинство хозяйств на рисовых полях выдерживали прерывистый тип затопления. На участках, где соблюдался правильный водооборот между рисовыми полями, урожайность риса составила 40—50 ц/га.

Таким образом, из испытуемых типов затопления лучшим показал себя укороченный. Этот режим орошения при существующей технологии возделывания и климатических условиях наиболее полно удовлетворяет физиологическую потребность районированных сортов риса.

Сущность укороченного затопления заключается в следующем. К затоплению чеков приступают сразу же после посева риса. При этом слой воды в чеках доводят до 10—15 см и поддерживают его 4—6 суток. Затем подача в чеки прекращается. Вода из чеков не сбрасывается, а остается в них до полного впитывания в почво-грунт. Возможны и увлажнительные поливы до появления всходов. С появлением всходов (обозначением рядков) чеки вновь затопляются водой слоем 10—15 см. Перед кущением риса подача воды в чеки уменьшается с таким расчетом, чтобы слой воды снизился до 5 см и так поддерживался до конца кущения растений. После кущения растений до молочной спелости зерна риса слой воды в чеках поддерживается на уровне 10—15 см. Подача воды в чеки прекращается в фазу молочной спелости зерна. Вода из чеков не сбрасывается, а расходуется на испарение и фильтрацию.

В целях уничтожения просянок на рисовых полях применяется прием глубокого затопления почвы, разработанный Кубанской опытной рисовой станцией, а также химические меры борьбы.

Режим орошения риса на засоленных почвах

До исследований КазНИИВХ четких рекомендаций по режиму орошения на засоленных землях не имелось. Поэтому проектировщики, как правило, планировали 25—30% проточность от общей водоподачи на засоленных землях, а поливальщики полностью открывали водовыпуски и доводили проточность до 100%.

КазНИИВХ испытывал различные промывные режимы орошения риса на засоленных почвах: укороченный и постоянный типы затопления, различная интенсивность и продолжительность проточности, полная и частичная замена воды в чеках. Наивысший урожай риса при наименьших затратах воды получен при полной и частичной смене воды в чеках. Проточность при возделывании риса на засоленных почвах малоэффективна. Взамен проточности воды КазНИИВХ рекомендует при возделывании риса на засоленных почвах проводить полное и частичное опорожнение чеков. Этим достигается полная замена воды и сброс вредных растворенных солей в равной мере со всей поверхности рисового поля. На засоленных почвах лучшим типом затопления является укороченный, с отсутствием слоя воды только в конце вегетационного периода.

Для получения дружных всходов и их сохранения необходимо применять форсированные сбросы, которые понижают минерализацию воды в чеках. Приемы осуществления этого режима следующие. На четвертые сутки после посева и создания слоя воды 10—15 см производится полное опорожнение чеков и сразу же их затопление свежей водой. Между сбросами воды и последующим затоплением разрывы не допускаются. При этом до кущения риса на слабо- и среднезасоленных почвах полную смену воды в чеках следует проводить 1—2 раза, а на сильно засоленных — 3—4 раза. С фазы кущения до выметывания метелки в зависимости от степени засоления почв проводится периодическая (до 4 раз) сработка слоя воды на 5%. В дальнейшем глубина затопления почвы аналогична вышеуказанному укороченному типу на незасоленных почвах.

Сбросы и проточность воды рассоляют поверхностный слой почвы, но не оказывают влияния на весь почвогрунтовый профиль. Более эффективны сбросы. В среднем за три года исследований за первый сброс выносится в 2 раза больше солей, чем за это же время на чеках с 50-процентной проточностью.

В результате форсированного сброса воды из чеков и вертикального перемещения ее по почвенно-грунтовому профилю вымыв солей на третий день после создания слоя и сброса составил: по сухому остатку из слоя почвы 0—10 см — на 81,6%, а по хлор-иону — на 92,8%. Только за счет сбросных вод вымыто из верхнего (0—10 см) слоя почвы солей по сухому остатку более 7 т/га, а по хлор-иону — 1,3 т/га (табл. 1).

Таблица 1

Вымыв солей из слоя почвы 0—10 см сбросными водами

Показатели	По сухому остатку	По хлор-иону
Вымыто всего солей из слоя почвы 0—10 см за поливной период, т/га	9,63	1,06
Вымыто солей сбросными водами за поливной период, т/га	7,36	1,32
в %	76,5	124,5
Затрачено воды на промывку, м³/га	4455	—
Затрачено воды на вымыв 1 т солей, м³/га	605	—

Полная замена воды в чеках способствует наибольшему выносу и растворению солей из верхнего (0—10 см) и даже 0—20 см слоя почвы, а также лучшему обновлению воды в равной мере с пониженных — застойных и повышенных — затопляемых участков. Поступающая из оро-

сителя свежая вода по всей почвенной поверхности в равной мере способствует диффузионному передвижению солей из почвенного раствора большей концентрации в водную среду, в сторону меньшей концентрации.

Затраты воды, связанные с растворением вредных солей и их вымывом из верхних слоев почвы, особенно в начальный период вегетации, вполне себя оправдывают. В результате опреснения верхнего (0—10 см) и 10—20 см слоев почвы создаются благоприятные условия для набухания и прорастания семян, роста и развития растений. Главный корень при прорастании семян с ростом удлиняется вертикально вниз и быстро покрывается боковыми корневыми волосками, т. е. становится более жизнеспособным. Это в условиях нашего опыта позволило увеличить густоту стояния растений на 11%, кустистость — на 9,8%, число продуктивных стеблей — на 14%, длину метелки — на 0,7 см, снизить пустозерность на 0,6%, увеличить вес 1000 зерен на 4,1%.

Режим орошения со сбросами воды при существующей передовой технологии возделывания на засоленных почвах хлоридно-сульфатного типа позволил в первые годы освоения земель получать урожаи риса 24—47 ц/га.

Плановые эксплуатационные сбросы воды в целях понижения концентрации растворимых солей за счет периодического опорожнения чеков составили 4—6 тыс. м³/га, или 18—25% от оросительной нормы. В тяжелых мелиоративных условиях затраты воды на сброс могут быть увеличены до 30%.

Глубина и степень рассоления почво-грунтов под затопляемой культурой риса зависят от степени дренированности рисовых полей, т. е. от глубины и густоты размещения картовых и групповых сбросов. На фоне картовых сбросов опреснение происходит в среднем на глубину 0,5 м. В наших опытах вынос солей по сухому остатку составил 35—45, по хлориону — 54—86%. Опреснение почвенного профиля произошло за счет выноса легкорастворимых вредных солей, в основном солей хлористого натрия. На участках, расположенных у групповых сбросов (глубина 2,0—2,5 м) рассоление произошло более чем на 1,5 м. Вымыв солей по сухому остатку составил 62—80%, а по хлор-иону — 92—96%. При повторном возделывании риса на чеках у группового сброса происходит дальнейшее рассоление 150 см почво-грунтового профиля.

Грунтовые воды с минерализацией 14—91 г/л на опытных участках находились на уровне 325—375 см. Смыкание грунтовой воды с поверхностной происходило на 2—4 сутки с момента подачи ее в чеки. В предуборочный период с прекращением подачи вода удерживалась на поверхности почвы 6—10 суток. Опреснение грунтовых вод происходило только после повторного возделывания риса, причем на участках, размещенных у групповых сбросов.

Таким образом, при возделывании риса на засоленных почвах хлоридно-сульфатного типа и строгом соблюдении рекомендуемого режима орошения можно без предварительной промывки получать хорошие урожаи риса (более 20 ц/га). Однако созданный фон опреснения почво-грунтов и грунтовых вод не позволяет после риса возделывать суходольные культуры (люцерну и другие), так как постоянная близость засоленных грунтовых вод будет всегда угрожать развитием сильного и быстрого процесса вторичного засоления почв при периодических поливах. Пуск воды в оросительные каналы для полива суходольных культур быстро поднимет уровень грунтовых вод, что и послужит интенсивному засолению почв.

О сроках прекращения подачи оросительной воды на рисовые поля в предуборочный период

Опыт показал, что поздние сбросы воды из чеков в предуборочный период не позволяют своевременно подготовить поля к механизированной уборке. Запоздалые сроки просушки поверхности почвы препятствуют проходимости уборочной техники и транспортным средствам.

В значительной части рисоводческих хозяйств к вопросу прекращения подачи воды на рисовые поля в предуборочный период подходят по старинке (когда рис убирали вручную, специальной подготовки рисовых полей не требовалось).

Теперь же, когда в производстве риса произошли коренные изменения, введены в сельскохозяйственный оборот крупные рисовые массивы, хорошо оснащенные гидросооружениями, спланированные и выровненные крупные чеки позволяют внедрять высокопроизводительную технику, способную в короткий срок завершать посевную или уборочную кампании, причем при наименьших затратах ручного труда на единицу площади.

Механизированная уборка риса требует специальной подготовки рисовых полей. Одним из важных вопросов подготовки является установление рациональных сроков прекращения подачи воды на рисовые поля. Раннее освобождение от воды почвы, ее подсушка могут привести к ухудшению химических и семенных качеств зерна риса, так как недостаток воды в фазу цветения и налива зерна снижает образование продуктов фотосинтеза и замедляет поступление углеводов к метелке. А поздние сроки (в полную спелость зерна), как правило, ведут к затягиванию сроков уборки на 8—10 суток, к увеличению потерь зерна и убыткам.

Следовательно, определение рациональных сроков прекращения подачи воды на рисовые поля — вопрос исключительно большой важности.

Оптимальные сроки прекращения подачи воды на рисовые поля определяются в основном фильтрационными особенностями почво-грунтов и эффективной работой коллекторно-сбросной сети, климатическими показателями и биологическими особенностями риса.

С формированием семян, накоплением питательных веществ и превращением их в запасные у риса проходят завершающие этапы органогенеза — десятый и одиннадцатый. С затуханием плодоношения растения еще в значительной мере реагируют на недостаток питательных веществ и влаги. Однако с завершением десятого этапа органогенеза, что совпадает с наступлением полной фазы молочной спелости риса, растения уже в меньшей мере реагируют на изменение жизненных факторов, так как созданные растением и почвой запасы вполне достаточны для завершения жизненного цикла.

Установлено, что при наличии в чеке 10—15 см глубины воды и общей сработки слоя (на испарение и фильтрацию) 1,0—1,5 см в сутки лучшим сроком прекращения подачи воды можно считать полную молочную спелость зерна. На вновь осваиваемых землях, где общая сработка слоя воды в чеках составляет 2 см в сутки и более, водоподачу следует прекращать в восковую спелость зерна риса. На массивах, расположенных в пониженных участках системы, при суточной потере воды на испарение и фильтрацию менее 1 см следует организовать в фазу молочной спелости зерна постепенный сброс воды в отводящую сеть.

Указанные выше сроки прекращения водоподачи на чеки позволяют к полной спелости зерна обеспечить хорошую подготовку рисового поля

к механизированной уборке, без снижения качеств убираемого урожая. Следует подчеркнуть, что с прекращением водоподачи вода с чеков не сбрасывается, а остается в них до полного впитывания. Постепенное понижение воды в чеке не вызывает полегания растений. Установлено: при прекращении водоподачи в молочную спелость зерна риса влажность почвы в слое 0—40 см не ниже 75% от предельной полевой влагоемкости, плотность почвы — 25,5 кг/см². Такая влажность почвы вполне удовлетворяет физиологическую потребность растений в конце их вегетации.

Исследованиями установлено, что прекращение подачи воды в чеки в полную молочную спелость не оказывает отрицательного действия на налив зерна риса (табл. 2).

Таблица 2

Влажность почвы и качество семян риса в зависимости от срока прекращения водоподачи

Варианты	Годы	Влажность почвы в слое 0—40 см в полную спелость зерна			Вес 1000 зерен, г	Энергия прорастания семян, %	Поливной период, суток,
		ППВ	от сухого веса, %	% к ППВ			
Слой почвы в чеках поддерживался до полной спелости зерна, затем вода сбрасывалась	1970	23,1	23,1	100	32,60	89	129
	1971	18,7	18,7	100	28,00	92	128
	1972	19,8	19,8	100	28,70	93	126
Слой воды в чеках поддерживался до восковой спелости зерна, затем вода сбрасывалась	1970	23,1	22,9	99,0	32,45	86	113
	1971	18,7	17,0	91,0	27,80	92	119
	1972	19,8	19,5	98,4	28,70	93	116
Водоподача в чеки прекратилась в полную молочную спелость зерна, без сброса воды	1970	23,1	18,9	81,7	33,00	89	101
	1971	18,7	15,7	84,0	28,00	92	104
	1972	19,8	17,0	86,8	28,80	93	102

В 1972 г. в совхозе «50 лет Октября» Алма-Атинской области проводилась производственная проверка рекомендаций КазНИИВХ по срокам прекращения водоподачи на рисовые поля в предуборочный период. На опытном участке к уборке риса приступили на 9 суток раньше, чем на соседних производственных участках. Урожай риса на средне-засоленных почвах составил в среднем 35 ц/га, что на 6,5 ц/га выше по сравнению с соседними производственными участками. Прекращение подачи воды на рисовые поля в фазу молочной спелости зерна позволило сократить поливной период на 12—15 суток, а оросительную норму уменьшить на 2—4 тыс. м³/га.

Оросительные нормы риса

Возделывание затопляемой культуры риса требует больших расходов поливной воды на единицу площади. По расчетам, оросительная норма на рисосеющих массивах республики колеблется от 17 до 30 тыс. м³/га. Фактически она в некоторых хозяйствах превышает 40—50 тыс. м³/га. Большие оросительные нормы, превышающие установленные расчетным и опытным путем, зафиксированы при возделывании риса на легких по механическому составу почвах, а также на вновь осваиваемых участках при глубоком залегании грунтовых вод. Кроме этого, боль-

шие оросительные нормы установлены на производственных массивах за счет систематических сбросов и проточности воды с рисовых полей.

Таблица 3

Расходы оросительной нормы риса

Годы	Различия риса по срокам созревания	Расход воды, м³/га				Оросительная норма (нетто м³/га)
		испарение и транспирация	насыщение почво-грунта	потери воды на фильтрацию	проточность и сбросы	
	Кзыл-Ординская область					
	(массив орошения совхоза № 2)					
	а) незасоленные почвы					
1965	Скороспелый	8 270	3 780	7 250	—	19 300
1966	Скороспелый	8 150	3 600	6 090	—	17 840
	б) засоленные почвы					
1967	Скороспелый	8 970	4 020	7 500	4 300	24 800
1968	Позднеспелый	9 370	3 420	8 610	5 650	27 050
1969	Скороспелый	7 900	4 980	3 500	4 460	20 840
	в) производственный участок					
	Позднеспелый	10 760	3 520	5 680	31 800	51 770
	Неинженерная оросительная система					
	(орошаемое поле совхоза им. 1-го Мая)					
1964	Позднеспелый	9 160	4 100	12 320	3 850	38 430
	Алма-Атинская область					
	(Акдалинский массив орошения)					
1970	Скороспелый	9 840	24 900	12 360	—	45 100
1970	Скороспелый	9 840	6 400	4 970	—	21 210
1971	Скороспелый	10 450	13 100	10 650	2 000	36 200
1971	Скороспелый	10 450	2 980	4 450	890	18 770
1972	Скороспелый	9 700	4 820	8 680	4 500	27 700

Полученные данные о составляющих расходах оросительной нормы представлены в таблице 3. Из таблицы следует, что на инженерных оросительных системах на незасоленных почвах при стоянии грунтовых вод около 3 м оросительная норма находилась в пределах 17,8—19,3 тыс. м³/га, а на засоленных землях, с учетом плановых эксплуатационных сбросов, она увеличилась на 21—27%. Наибольший расход воды здесь приходится на суммарное водопотребление (испарение и транспирацию). Учет за расходованием воды показал, что на производственных участках в результате применения усиленной проточности (31 810 м³/га) оросительная норма увеличилась до 51 770 м³/га. На неинженерных системах на небольших рисосеющих полях площадью 30—50 га большие фильтрационные расходы обусловливаются неправильной организацией территории, сложной конфигурацией и большим удельным периметром.

В условиях Акдалинского массива на вновь осваиваемых землях

первого гидромодульного района при глубине грунтовых вод ниже 7 м оросительная норма риса составила в первый год возделывания — 45 100 м³/га, второй год — 21 210 м³/га и в третий — 18 720 м³/га. В условиях второго гидромодульного района в первый год освоения оросительная норма составила 36 200 и второй год — 27 700 м³/га. Как видим, в первый год освоения земель наибольшие расходы воды были затрачены на насыщение почво-грунтов, подпитывание и подъем грунтовых вод. Возделывание затопляемой культуры риса на целинном массиве привело к изменению природной основы сложившейся столетиями в естественных условиях. Так, в условиях первого гидромодульного района до возделывания риса грунтовые воды находились на глубине 7,7 м, влажность почво-грунтов — 4,7%. После первого года возделывания риса грунтовые воды поднялись до 4,7 м, влажность почво-грунта — до 17,3%. На третий год весной грунтовые воды уже достигли 2,95 м, а влажность — 20,5%.

Установленные оросительные нормы риса (нетто) являются фактическими для рисового поля. В них не входят потери воды в подводящих каналах и боковой фильтрационный отток на прилегающую территорию, а служат лишь основой для расчета оросительной нормы (брутто).

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Том I *1975 г.*

Х. Карешов,

зав. кафедрой водоснабжения Джамбулского гидромелиоративно-строительного института

М. Удербаев,

инженер-гидротехник

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБВОДНИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ОТГОННО-ПАСТБИЩНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

УДК 633.2 : 626.81/85

К числу основных мероприятий, предопределяющих дальнейшее развитие животноводства в нашей республике, следует отнести обеспечение пастбищ и ферм хорошей питьевой водой путем строительства новых и более эффективного использования существующих сооружений по водоснабжению. Последнее особенно необходимо на участках отгонно-пастбищного животноводства.

Огромное количество обводнительных сооружений, построенных на пастбищах республики (29 826 шахтных и 6124 трубчатых колодцев, 5567 прудов и копаней, 3377 км обводнительных, 230 км водопроводов, 9373 некаптированных и 516 каптированных родников), требует постоянного ухода, своевременного ремонта. Количество обводнительных сооружений продолжает расти. В ближайшее время в республике будет обводнено 32 млн. га пастбищ, улучшаются ранее обводненные пастбища на площади 23 млн. га.

Многолетняя практика показала, что рациональное, эффективное использование обводнительных сооружений на пастбищах невозможно без хорошо налаженных служб технической эксплуатации. К сожалению, такие службы организованы не на всех пастбищных массивах, а многие из созданных находятся на крайне низком техническом уровне, к тому же в них работают недостаточно квалифицированные люди. Структура эксплуатационных служб не соответствует видам обслуживаемых сооружений, объемам и характеру выполняемых ими ремонтных работ.

Водохозяйственные сооружения на пастбищах эксплуатируются без постоянного надзора, нередко при незначительных неисправностях забрасываются, подвергаются дальнейшему разрушению. В результате многие дорогостоящие сооружения вместо 30—60 лет эксплуатации выходят из строя через 3—5 лет.

Результаты инвентаризации 1968 г. показали, что только в одной Джамбулской области площадь обводненных пастбищ уменьшилась на 1,5 млн. га. Некоторых обводнительных сооружений совсем не оказалось на месте, а подвешенные к ним и считавшиеся обводненными площади из учета не исключены. Многие сооружения списаны как негодные к дальнейшей эксплуатации.

Неквалифицированное решение вопросов организации технической эксплуатации объектов обводнения, неправильная их эксплуатация снижают экономическую эффективность капитальных вложений на обводнение. Вследствие этого затрачиваемые средства на строительство обвод-

нительных сооружений нередко омертвляются, снижаются и сдерживаются темпы обводнения новых земель, наносится огромный ущерб сельскому хозяйству.

В нашей республике на современной стадии освоения пастбищных земель утвердились две основные формы службы эксплуатации механизированных обводнительных сооружений: служба эксплуатации при водохозяйственных организациях и служба эксплуатации колхозов, совхозов.

Первая форма эксплуатации охватывает сооружения на землях Госземфонда и на скотопрогонных трассах. Эти сооружения обычно на большие расстояния удалены от основных землепользований хозяйств (более 100—150 км). Служба эксплуатации представлена в виде обводнительных участков, организованных в восьми южных, западных и центральных областях республики.

Эксплуатация, обслуживание обводнительных сооружений, расположенных на землях основного долгосрочного землепользования хозяйств, осуществляются силами колхозов и совхозов, относятся ко второй форме служб эксплуатации. Все сооружения находятся на балансе совхозов и колхозов.

Организация и применение двух форм службы эксплуатации объектов обводнения обусловлены особенностями организации системы пастбищного содержания скота по сезонам года.

Обводнительно-эксплуатационные участки, относящиеся к первой форме служб эксплуатации, подчинены водохозяйственным организациям. В них работают чаще всего практики, не имеющие специальной квалификации, здесь вообще нет специалистов с высшим образованием. В некоторых областях участок представлен одним работником. В Чимкентской области на трех участках заняты 5 человек.

Из технических средств эксплуатационно-обводнительные участки в большинстве случаев имеют по 1—2 автомашины, мотопомпе; у некоторых имеются автоводовозы. В Алма-Атинской области на 10 участков приходится только 2 автомашины, 2 трактора, 1 прицеп, 1 колодцекопатель типа КШК и 1 электростанция.

Слабая оснащенность техническими средствами, ничтожный штат работников участков не позволяют охватить обслуживанием и качественным ремонтом все сооружения, вследствие чего большая их часть остается безнадзорной. Эти затруднения особенно ощутимы на скотопрогонных трассах в периоды перегона по ним скота.

Осенью 1969 г. Косчингельдинский обводнительный участок Джамбулской области, считающийся относительно лучшим и наиболее технически оснащенным, не смог обеспечить водопоем перегоняемый скот по Уланбельской трассе протяженностью 330 км, хотя на трассу была выставлена вся техника участка (4 автоводовоза, одна автомастерская и мотопомпа). Кроме того, совхоз «Чуйский» в порядке помощи дополнительно выделил участку автоводовоз, автомастерскую, на нескольких основных колодцах установил водоподъемное оборудование. И вот даже при такой максимальной мобилизации наличной техники на отдельных водопойных пунктах подъем воды осуществлялся вручную, а на других скот не останавливали на водопой ввиду отсутствия воды в резервуарах.

Указанные выше недостатки произошли не столько вследствие нехватки технических средств, сколько из-за отсутствия согласованных с хозяйствами планов работ эксплуатационных участков и планов перегона скота по скотопрогонным трассам, отсутствия на участках графиков

обслуживания объектов с рациональным распределением имеющейся техники. Это исключало единство действий участков с хозяйствами, приводило к перегрузке одних и недоиспользованию других сооружений.

Каждый эксплуатационный участок Джамбулской области за год на ремонтные цели осваивает около 10 тыс. рублей. Следовательно, такие средства при стоимости среднего ремонта одного шахтного колодца в 500 руб. (по данным Джамбулского облмелиоводхоза) один участок сможет отремонтировать около 20 шахтных колодцев, или 10—15% от общего количества обводнительных сооружений, обслуживаемых одним участком.

Из-за ограниченности технических возможностей и отсутствия специалистов в службе эксплуатации обводнительные сооружения в лучшем случае подвергаются мелкому ремонту: производится окраска и побелка его наземных частей, заменяется и ремонтируется водоподъемное оборудование. Очистка и ремонт водоприемной части колодцев не производится.

Средняя стоимость ремонта одного колодца, в рублях

Наименование областей	Шахтного колодца		Трубчатого колодца	
	за счет средств мелиоводхоза	за счет средств хозяйства	за счет средств мелиоводхоза	за счет средств хозяйства
Алма-Атинская . . .	635,0	122,0	810,0	785,0
Джамбулская . . .	400 (60)	—	—	744,0

Примечание. В скобках указана стоимость текущего ремонта.

Трата средств на ремонт колодцев довольно высокая. Так, в Джамбулском районе Джамбулской области один трубчатый колодец отремонтирован за 4034 рубля из средств хозяйства. Этой суммы достаточно на строительство нового колодца с наземными сооружениями.

Обследованиями КазНИИВХ установлено, что эксплуатация обводнительных сооружений в колхозах и совхозах находится в еще более запущенном состоянии. Хозяйства не имеют (за редким исключением) даже элементарной службы ремонта сооружений. Единственное, что предпринимается хозяйствами — это ремонт и замена водоподъемного оборудования для шахтных колодцев. Ремонт насосно-силового оборудования трубчатых колодцев производится подрядным способом.

Такое обслуживание обводнительных сооружений в хозяйствах, рассчитанное на ремонт только водоподъемного оборудования и не предусматривающее ремонт основных узлов сооружений, не может обеспечить нормальную эксплуатацию всего комплекса объектов обводнения, а следовательно, и его эффективное использование.

Как видно из вышеизложенного, существующие службы эксплуатации обводнительных сооружений несовершенны, малоэффективны. Они нуждаются в совершенствовании как в организационном, так и в техническом отношениях.

Том I *1975 г.*

Г. Б. Бегалиев,
кандидат экономических наук

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛИМАННЫХ СИСТЕМ

УДК 338.1 : 626.86(574)

Основными источниками грубых кормов для скота в Казахстане являются естественные сенокосы и пастбища. Однако их продуктивность очень низка, особенно в маловодные годы, когда выход сена снижается от 7—5 до 2—1 ц/га. Поэтому в Казахстане довольно широкое распространение получило лиманное орошение — однократное увлажнение кормовых угодий талыми водами с помощью сооружаемых земляных плотин, дамб, валов и перемычек. Как показала практика, лиманное орошение не только служит источником дополнительных кормов, но и предотвращает эрозию почв, препятствует образованию оврагов.

В настоящее время удельный вес сена, заготавливаемого на лиманах колхозов и совхозов республики, составляет 20—40% от всего объема заготавливаемого грубого корма с естественных кормовых угодий. Наибольший удельный вес корма с лиманов занимают Актюбинская (60—80%), Уральская (51—58%) и Семипалатинская (46—52%) области. Средняя урожайность трав на лиманах колеблется от 6 до 15 ц/га, а при инженерной системе и правильной эксплуатации — до 25—30 ц/га.

Несмотря на явное преимущество лиманов инженерной системы они еще не заняли достойного места. В настоящее время в нашей республике из имеющихся 300 лиманных систем 167 представляют собой неинженерные и 93 — полуинженерные; из общей площади лиманного орошения 740 тыс. га инженерные системы занимают 219,7 тыс. га (29,6%), полуинженерные — 199,2 тыс. га (25,4%), временные или неинженерные — около 321,5 га (45%). Особенно много неинженерных систем в Уральской (88,5 тыс. га, или 40%), Семипалатинской (48 тыс. га, или 60%), Гурьевской (39,5 тыс. га, или 61%) и Актюбинской (46 тыс. га, или 40%) областях.

Наличие большого количества неинженерных и полуинженерных лиманов некоторые руководители хозяйств объясняют простотой, а главное — дешевизной их устройства. Но при этом обычно не говорят об эффективности различных по устройству лиманных систем. А ведь именно в этом заключается целесообразность того или иного устройства.

Как показала практика, слабая оснащенность неинженерных и полуинженерных лиманных систем гидротехническими сооружениями не позволяет регулировать глубиной, продолжительностью и сроками затопления, а следовательно, надлежащим образом управлять потоком воды в половодье, порождает засоление и заболачивание лиманов, а главное — снижает продуктивность лиманов.

Глубина воды на неинженерных и полуинженерных системах весной

Таблица 1

Удельные капитальные затраты на устройство лиманных систем в Казахстане

Области	Средние удельные капитальные затраты на 1 га, тыс. руб.		В том числе по системам					
			инженерные		полуинженерные		неинженерные	
	всего	в т. ч. стоимость земляных работ	всего	в т. ч. стоимость земляных работ	всего	в т. ч. стоимость земляных работ	всего	в т. ч. стоимость земляных работ
Актюбинская . . .	28,2	22,0	38,5(20—135)	29(10—110)	6(9—80)	5(4—70)	7(2—87)	7(2—87)
Карагандинская . .	20,0	16,0	76(60—80)	53(52—55)	10(5—130)	9(0,5—75)	7(0,3—25)	7(0,3—25)
Кустанайская . . .	18,0	8,1	18,1	6,8	17,5	17,5	—	—
Павлодарская . . .	5,2	5,2	—	—	17(5—200)	17(5—200)	0,7(0,1—9)	0,7(0,1—18)
Семипалатинская . .	18,0	11,0	70(1—270)	32(1—60)	37(3—140)	28(3—87)	1,3(0,1—30)	1,3(0,1—30)
Тургайская	20,0	14,0	55	35	8(5—80)	6(4—80)	10(0,2—30)	10(0,2—30)
Уральская	8,4	4	16(3—60)	8(2—50)	22(2—30)	8(2—30)	1(0,4—25)	1(05—25)
Целиноградская . .	16,2	13,2	41	27	18(7—135)	14(3—116)	6(0,3—25)	6(0,3—25)

Примечание. а) цифры перед скобкой — средняя величина капитальных затрат на устройство 1 га лимана, в рублях;
б) цифры в скобках — минимальные и максимальные значения капитальных затрат на 1 га лиманного орошения, в рублях.

нередко превышает 0,8—2,0 м, причем такое затопление участка продолжается от 8 до 60 дней. В связи с этим на одном гектаре лимана задерживается от 10 до 25 тыс. м³ паводковой воды вместо оптимальной оросительной нормы 3—4 тыс. м³, что резко снижает эффективность использования паводковых вод, особенно в маловодные годы, ухудшает мелиоративное состояние лиманных систем. На неинженерных и полуинженерных лиманах практически невозможно соблюдать оптимальный режим орошения, поэтому урожайность на них низка и неустойчива, размеры площади затопления в зависимости от водного года колеблются в больших пределах.

Площадь затопления (орошения) на неинженерных и полуинженерных лиманных системах, не имеющих необходимых гидротехнических сооружений, в зависимости от водности каждого года резко колеблется, чем создается неустойчивость урожайности и производства кормов. Так, за период с 1960 по 1969 год площадь фактически залитых лиманных систем в республике колебалась от 21 до 90% к общей площади лиманов, подготовленных к заливу. За этот период было залито шесть раз около 50—71%, три раза — 85—90% и один раз — только 21% подготовленной к заливу площади лиманов. Не заливались или плохо заливались в основном полуинженерные и неинженерные системы. Это свидетельствует о серьезных недостатках существующих лиманов и о необходимости их реконструкции.

Одна из причин резкого колебания площадей фактического залива лиманов заключается в маловодности рек и временных водотоков. Надо сказать, что районы с более развитым лиманным орошением, находящиеся в зонах недостаточного увлажнения, отличаются малым количеством осадков и большими испарениями. Сток рек и временных водотоков здесь формируется почти исключительно за счет зимних осадков, водный режим рек создается весенним половодьем, на которое приходится большая часть годового стока и даже весь его объем. Величина весеннего стока колеблется в больших пределах как во времени, так и по территории рассматриваемых нами районов. На величину охвата заливом подготовленных к этому площадей большое влияние оказывают конструктивные недостатки существующих лиманов, отсутствие разработанных мероприятий по наиболее полному и рациональному использованию талых вод, особенно в маловодные годы, хозяйственные и другие причины.

Наблюдения на полуинженерном лимане Акчий в Иргизском районе Актюбинской области показали, что левая его часть с проектной площадью около 9,6 тыс. га в течение пяти лет полностью затоплялась один раз, причем продолжительность затопления площади от пониженной части до краев была различной: от 31 до 0,5 суток. Различия наблюдались и в другие годы.

Расчеты показали, что для обеспечения полного залива левой части лиманной системы Акчий требуется не более 64 млн. м³ воды, что обеспечивается стоком р. Иргиз даже в маловодные годы (75% обеспеченности).

Неравномерность затопления и большие колебания во времени пребывания площади лимана под водой приводят к ухудшению мелиоративного состояния почвы и изменению травостоя, его урожайности. По нашим многолетним наблюдениям, оптимальная продолжительность стояния воды на лимане, обеспечивающая получение высоких урожаев ценных в кормовом отношении трав, составляет: для разнотравно-злаковой растительности — не более 10 суток; житняковой — 15 суток; раз-

нотравно-пырейной — 15—20 суток, чисто пырейной и пырейно-костровolисохвостной — 20—25 суток.

Приведенные выше величины продолжительности стояния воды в лиманах в каждом отдельном случае должны уточняться в зависимости от почвенных, рельефных и других условий. Например, в условиях слабоводопроницаемого тяжелого суглинка создание оптимального запаса воды в корнеобитаемом слое до 1,5—2 м возможно при продолжительности затопления 15—20 суток, а на отдельных участках с еще менее водопроницаемым покровом — 25—30 суток.

Таблица 2

Площадь и время затопления паводковыми водами левобережной части лимана Акчий

Годы	Продолжительность паводка, в сутках	Залитая паводковой водой площадь, га	В том числе находилось под водой							
1961	до 31	4220	0,5 4220	3 4090	7 3390	11 1845	15 1576	31 175	— —	
1962	до 33	4110	0,5 4110	2 4000	9 3270	19 1645	21 1376	33 175	— —	
1963	до 29	2990	1,0 2990	6,0 2920	9,5 1670	14,0 1240	29,0 175	— —	— —	
1964	до 38	9755	1,0 9755	9,0 9755	4,0 5055	17,0 4090	23,0 2960	30,0 1950	32,0 1510	0 3818
1965	до 34	4580	1,0 4580	2,0 4420	5,0 4250	9,0 3790	17,0 2445	34,0 138	— —	

Примечание. В числителе показано число суток пребывания лимана под водой, в знаменателе — площадь затопления.

Следует отметить, что, несмотря на несовершенство большинства лиманных сенокосов, урожайность трав на них в 3—6 раз выше, а себестоимость заготовляемого сена во столько же раз ниже, чем на суходольных сенокосах. Однако этих преимуществ при нынешних потребностях животноводства недостаточно.

Научными исследованиями и передовой практикой доказано, что при создании оптимальных условий на нынешних лиманах урожайность трав может быть повышена до 20—30 ц/га. Поэтому в Казахстане лиманное орошение может и должно явиться весьма существенным фактором в увеличении кормовой базы, придании ей устойчивости.

Мы считаем крайне необходимым осуществление комплекса мероприятий по улучшению нынешнего состояния лиманов, в том числе:

переустройство всех неинженерных и полуинженерных лиманных систем на инженерные; общая площадь таких систем составляет 349 тыс. га;

реконструкцию пойменных глубоководных лиманных систем в мелководные инженерные системы;

посевы и подсевы высокоурожайных кормовых культур на лиманах;

внесение на лиманах удобрений;

повышение просачиваемости и равномерности увлажнения лиманов путем щелевания слабоводопроницаемых почв на лиманах.

Реконструкция глубоководных пойменных лиманов в мелководные, как показывает практика, резко повышает оросительную способность весеннего стока рек, увеличивает площадь лиманного орошения в два раза и более.

Реконструкцией существующих глубоководных лиманных систем достигается максимальное и рациональное использование талых вод, особенно в маловодные годы. Кроме того, она будет способствовать сохранению хорошего мелиоративного состояния лиманов и получению высокого урожая трав.

При реконструкции существующих глубоководных лиманных систем производятся: дополнительное обвалование отдельных, глубоко и долго затопляемых участков для поддержания на них оптимальной глубины и продолжительности затопления; осушение заболоченной части; обвалование новых участков, орошаемых за счет высвободившейся воды от перевода глубоководных, слабо или нерегулируемых лиманов в инженерные, мелководные регулируемые; строительство регулирующих дополнительных гидротехнических сооружений: строительство плотин и дамб на источнике орошения, а в отдельных случаях — постройка канала для раздельного накопления лиманных секций и т. д. Разумеется, объем и состав работ при реконструкции в каждом отдельном случае будет различен.

По расчетам, на реконструкцию лиманных систем общей площадью 416,7 тыс. га требуется капитальных затрат на сумму 27557 тыс. руб., в среднем по 71,7 руб. на гектар. Зато валовой сбор сена с реконструированных систем достигнет 1000—1200 тыс. т, а все лиманы Казахстана будут давать 2200—2500 тыс. т, то есть почти столько, сколько накашивается в настоящее время со всех сенокосных лугов республики.

Одной из мер значительного повышения продуктивности лиманных систем может явиться применение-минеральных удобрений.

Таблица 3

Влияние удобрений на лиманный луг в совхозе «Каракол» Аягузского района Семипалатинской области

Данные Казахского научно-исследовательского института лугопастбищного хозяйства

Удобрения	Количество действующего вещества, кг/га	Урожай сена, ц/га	Прибавка урожая за счет удобрения, ц/га
Контроль (без удобрения)	—	13,7	—
Аммиачная селитра	N_{60}	16,5	2,8
Суперфосфат	P_{60}	17,0	3,3
Калийная соль	K_{60}	13,3	0,2
Суперфосфат+калийная соль	$P_{60}K_{60}$	16,0	2,3
Аммиачная селитра+суперфосфат	$N_{60}P_{60}$	16,9	3,2
Аммиачная селитра+суперфосфат+калийная соль	$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,8	7,1
Навоз — 30 т/га	—	21	7,3
Аммиачная селитра+калийная соль	$N_{60}K_{60}$	15,7	2,0

Как видно из таблицы, максимальная прибавка урожая сена на лиманном лугу с естественным травостоем получена при внесении полного минерального удобрения (7,1 ц/га) и навоза (7,3 ц/га).

В племзаводе «Просторненский» Семипалатинской области на лиманном лугу в 1972 г. с участка, где удобрения не вносились, валовой сбор сена составил 17,9 ц/га, а там, где внесли на гектар по 120 кг

аммиачной селитры, 120 кг суперфосфата и 30 кг калийной соли, сбор сена достиг 34,2 ц/га.

Весеннее половодье на водотоках почти всегда приходит одной, двумя и редко тремя волнами со средней продолжительностью в 5—20—50 дней. Подъем половодья происходит в течение нескольких дней со средней интенсивностью 0,5—2,0 м³ в сутки (иногда до 4 м³ в сутки). Спад половодья сначала бывает резким, затем постепенно замедляется.

Уклоны водотоков, на которых созданы лиманные системы, колеблются от 0,02 до 0,002. Следовательно, при средней интенсивности подъема и спада половодья в 0,5—2 м в сутки периферийные участки лиманов находятся под водой в течение 0,5—1—2 суток. Площадь таких периферийных участков при указанных уклонах в зависимости от мощности водотока может составить до 1000 га и более.

Для нормального роста растений и формирования высокого урожая необходимо определенное время стояния воды на лиманах. Многолетними исследованиями установлено, что в зависимости от почвенных условий и растительных группировок на лиманах оптимальная величина продолжительности их затопления колеблется в пределах от 5 до 20—25 дней. Следовательно, затопление периферийных участков лиманных систем в течение 0,5—2—3 суток не позволяет увлажнить почву на нужную глубину 1,5—2 м и создать запас влаги, достаточный для получения нормального урожая. Это вызывает необходимость в проведении специальных мероприятий — щелеваний для относительно равномерного накопления и регулирования запасами почвенной влаги на этих участках.

Полив по щелям разработан Южным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации по предложению академика Б. А. Шумакова. Сущность способа состоит в том, что каждый год перед паводком на лимане специальным орудием нарезают щели глубиной до 25—40 см и шириной в 3 см.

При кратковременном затоплении окраин лимана щели создают условие для быстрого и глубокого впитывания воды в почву. По данным Б. А. Шумакова, устройство щели почти в два раза ускоряет впитывание воды в почву; особенно это важно на мерзлых почво-грунтах лиманных систем.

Повышенная поглотительная способность щелей делает их применение целесообразным и эффективным в маловодные годы при нерастаявшем почво-грунте. Щелевание позволяет рационально использовать водные ресурсы, увеличить урожай трав на всей затопленной площади лиманов на 20—30%. Расходы на щелевание окупаются в один год за счет дополнительного урожая.

Даже в благоприятные по водности годы, когда достигается залив всей проектной площади лимана, высокие урожаи сена получаются на более или менее систематически затопляемых участках со злаковой растительностью — преимущественно пыреем; здесь урожайность достигает 25—30 и нередко 40 ц/га, составляя в среднем не менее 15 ц/га; на окраинах же лиманов, которые затопляются редко, урожай сена мало отличаются от урожаев на прилегающих неорошаемых участках. Таким образом, из-за этого средняя урожайность лиманных сенокосов даже в год полного затопления составляет обычно 15 ц/га, а в маловодные годы снижается до 8—10 ц/га.

Известно, что на территории северных, центральных, восточных и западных областей сток паводковых вод имеет большую изменчивость. В многоводные годы величина его превышает норму в 4—7 раз, а мало-

водные годы характеризуются крайне низкими значениями модульных коэффициентов стока. Отличительная черта многолетнего хода стока — большая повторяемость лет с низкой водностью, нередко следующих один за другим и образующих маловодные периоды, длительность которых достигает иногда 2—12 и более лет. В редких случаях высокий сток наблюдается в течение нескольких лет подряд.

Анализ многолетнего изменения весенних и годовых расходов рек Тобол, Уил, Тургай и объемов годового стока по рекам Ишим и Нура показывает, что, во-первых, реки северного, западного и центрального Казахстана имеют почти одинаковую по продолжительности и времени повторяемость лет с низкой водностью; во-вторых, при расчетной обеспеченности стока в 50% маловодный период достигает 8 лет, а при 25% обеспеченности — 12 лет и более; в-третьих, согласно этим закономерностям при высокой изменчивости стока рек в пустынных, полупустынных и степных районах республики и объединения маловодных лет в маловодные периоды неминуемо должны быть отдельные резкие сокращения площадей лиманного орошения.

Обследования лиманов Актюбинской области показали, что участки лимана, ежегодно затопляемые паводковой водой, дают урожай трав до 20—30 ц/га, а участки, заливающиеся один раз в 2 года — 10—20 ц/га, в 3 года — 6—7 ц/га, а в 4—5 лет — почти остепняются, урожайность на них снижается до 3—4 ц/га.

Представляют интерес данные проектного института «Ленгипроводхоз» о влиянии нерегулярного затопления лугов в пойме реки Иртыш на их урожайность. Здесь при затоплении один раз в 2 года потеря урожайности сена на лугах, независимо от продолжительности затопления, достигла 30—40%, при затоплении лугов один раз в 4 года урожайность сена снижалась в 2—3,5 раза, а отдельные растительные формации (костровая, донниковая, люцерновая, типчаковая, острецовая, осочковая) совершенно не давали урожая.

Кратковременное (5-дневное), но ежегодное затопление дает более устойчивый урожай, чем затопление длительное (в течение 20—30 дней), но с перерывами в 2—4 года.

Таким образом, ежегодный объем валового сбора сена с лиманных систем может колебаться в очень широких пределах, что приводит к неустойчивости в развитии животноводства, тем самым наносит огромный ущерб экономике колхозов и совхозов. Во избежание этого и в целях покрытия недостатка сена в маловодные годы, создания прочной и ежегодно растущей кормовой базы, целесообразно устройство на каждом лиманном массиве участка с гарантированным лиманным орошением и посевом кормовых трав. Такой участок устраивается на сток 80—90% обеспеченности и оснащается гидротехническими сооружениями для полного регулирования режима орошения возделываемых на нем высокоурожайных и ценных в кормовом отношении трав.

Устройство участка с гарантированным орошением заключается в следующем. На каждой существующей или вновь проектируемой лиманной системе в непосредственной близости от головного сооружения отгораживается от основного лиманного массива земляными валами участок, примыкающий к дамбе или валу головного сооружения с пригодной для орошения и возделывания сельскохозяйственных культур землей. Валы оснащаются сооружениями для впуска расчетного объема воды и регулирования сроком, глубиной и продолжительностью затопления. Участок разбивается на секции, засеивается и поливается строго по режиму оро-

шения, установленного для данной культуры. Для получения большого объема кормов на лиманах используются однолетние и многолетние травы, а также силосные культуры — кукуруза, сорго, просо.

Примером реальной возможности и необходимости устройства участков с гарантированным лиманным орошением может служить Урало-Кушумская обводнительно-оросительная система. На этой системе раздельного наполнения каждая секция может быть затоплена по усмотрению эксплуатационников в любое весеннее время и выдержать необходимую продолжительность затопления. По данным директора совхоза «Красноярский» Тайпакского района Уральской области тов. Куспанова, при интенсивном использовании лиманных участков средний урожай с одного гектара составляет 60—100 ц люцерны, 16—18 ц проса.

Казахским научно-исследовательским институтом водного хозяйства в 1968—1970 гг. в целях повышения продуктивности Карагандинской системы и выявления наиболее урожайных трав, на лиманной системе построен микролиман площадью 4 га, засеян травосмесью.

Таблица 4

Урожай зеленой массы естественных и сеяных трав по годам

Продолжительность затопления, сутки	Вес зеленой массы, ц/га			
	1969 г.	1970 г.	1971 г.	среднее за 3 года
Естественные травы				
12	24,8	19,8	18,9	21,2
10	22,2	22,3	20,9	21,8
7	27,6	26,8	26,8	27,1
4	15,1	20,7	19,4	18,6
без затопления	10,2	9,7	9,8	9,9
Сеяные травы				
12	142,1	107,1	131,2	126,7
10	150,5	119,2	159,8	143,2
7	137,3	102,2	134,6	126,6
4	83,6	72,1	82,9	79,5
без затопления	52,4	49,6	52,8	51,6

Подтверждением целесообразности устройства на лиманном массиве участка с гарантированным лиманным орошением служат также данные за 11 лет Карагандинского совхоза в Карагандинской области, где опыты проведены на бедных светло-каштановых почвах легкого механического состава. Результаты показаны в таблице.

Таблица 5

Урожай сельскохозяйственных культур в Карагандинском совхозе на суходолах и на лимане

Культуры	Урожай, ц/га	
	на богаре	на лимане
Пшеница озимая Алабасская	5,7	11,3
Пшеница Карагандинская	7,4	9,7
Овес Лоховский	7,8	12,7
Ячмень Персикум	7,8	11,7
Просо Долинское 3151 и Долинское 036	5,6	8,1

Развитие животноводства в нашей республике настоятельно требует дальнейшего расширения и совершенствования лиманных систем, всемерного повышения их кормовой продуктивности.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Том I *1975 г.*

Т. К. Абишев,
кандидат сельскохозяйственных наук

МЕТОДИКА ИСЧИСЛЕНИЯ И АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБВОДНЕНИЯ ПУСТЫННЫХ ПАСТБИЩ

УДК 633.2.03 : 628

Советское государство всегда уделяло и уделяет большое внимание обводнению пастбищ, как одному из эффективных способов получения на них дешевой животноводческой продукции. За период 1918—1960 гг. в СССР на обводнение пастбищ было израсходовано 154,2 млн. руб., в том числе в Казахской ССР — 51,9 млн. руб.

К началу 1973 г. в нашей республике из 178 млн. га пастбищ было обводнено 106 млн. га. Однако из-за отсутствия службы эксплуатации и недостатков в строительстве на площади более 40 млн. га уже обводненных пастбищ обводнительные сооружения и системы требуют реконструкции и переустройства.

Огромное народнохозяйственное значение обводнения пастбищ и большие объемы водохозяйственного строительства, связанные с крупными капитальными вложениями, требуют всестороннего изучения и дальнейшего совершенствования методики оценки эффективности обводнительных мероприятий.

Как известно, в настоящее время методических проработок по оценке эффективности обводнения пастбищ сравнительно мало. Мы располагаем «Типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений», разработанной АН СССР в 1960 и 1969 гг., «Инструкцией по определению экономической эффективности капитальных вложений в орошение и осушение земель», разработанной Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР в 1972 г., предложениями и рекомендациями отдельных ученых. Однако все эти методики не охватывают всего комплекса видов и объемов затрат. В настоящее время эффективность обводнения пастбищ определяется в основном по показателям: себестоимость 1 м^3 воды, размеры капвложений на 1 га и на 1 голову скота. Остается совершенно не выясненной эффективность ведения животноводства в целом.

По нашему мнению, следует учитывать все фонды, связанные с сельскохозяйственным освоением территории при водопойном пункте, включая капиталовложения на строительство жилых и животноводческих помещений, ветеринарных пунктов и т. д., а при широком, более полном освоении пастбищных территорий — и затраты на строительство дорог, средств связи, культурно-бытовых очагов и пунктов. Необходимо также учитывать все производственные издержки, включая не только затраты, связанные с использованием водных и земельных ресурсов, но и по уходу за животными. Такой подход, по нашему мнению, методически будет более правильным, так как обводнение производится в первую очередь

для нужд животноводства, без достаточного обеспечения водой невозможно наиболее полное использование пастбищ. В зависимости от степени обводненности и потенциальной кормоемкости пастбищ определяется состав и количество скота, а в конечном счете объем животноводческой продукции.

Для оценки эффективности обводнения пастбищ необходимо учитывать их специфические особенности. Учитывать и то, что пастбищные массивы (или территории) могут обводняться различными типами обводнительных сооружений (шахтные, трубчатые колодцы, пруды и копани, родники и т. д.) или обводнительных систем (водопроводы и каналы). Каждое из этих обводнительных сооружений и систем в отдельности выполняет самостоятельную функцию так же, как и ирригационная система, хотя площадь, обводняемая отдельными сооружениями или обводнительной системой, может быть значительно меньше площади оросительной системы. В то же время наличие и запасы водных и кормовых ресурсов, характер их использования для целей обводнения позволяет сравнить между собой по технико-экономическим показателям отдельные виды обводнительных систем и сооружений. (Например, шахтные колодцы могут сравниваться с трубчатыми, обводнительные водопроводы — с каналами и т. д.).

Другой отличительной чертой обводнительных мероприятий от ирригационных является четко выраженная сезонность использования пастбищ. В сложившейся отгонной системе содержания скота в республике пастбища используются в соответствии с их природными условиями и возможностями. Например, пастбища, размещенные на основном землепользовании хозяйств или недалеко от них, используются более продолжительное время в году (до 12 мес.). Пастбища, размещенные в песковой и предпесковой пустынной зонах, используются в основном зимой, в течение 5—6 месяцев, а горные и предгорные пастбища — летом.

Особенностью обводнительных мероприятий является и то, что кормовые ресурсы пастбищ используются в основном в естественном состоянии. Наибольшая урожайность трав (3—6 ц/га и более) наблюдается на горных и предгорных пастбищах, более обеспеченных атмосферными осадками, а наименьшая (1—3 ц/га) — в пустынных, песчаных пастбищах, используемых в зимний период.

Все вышеперечисленные особенности обводнения пастбищ по существу являются исходными при технико-экономической оценке эффективности обводнительных мероприятий и потому обязательно должны учитываться при выявлении экономической эффективности обводнения. При этом возможны два основных направления расчетов: первое — общая оценка эффективности капвложений на обводнение осваиваемого пастбищного массива, второе — выбор наиболее экономичного типа обводнительного сооружения на обводняемом участке. Для каждого из этих направлений могут быть использованы одни и те же технико-экономические показатели.

Систему технико-экономических показателей для оценки эффективности обводнительных мероприятий, как предлагает проф. Д. Т. Зузик, можно разбить на пять групп:

Первая группа — состав и размеры основных средств производства и их использование. При обводнении и освоении пастбищных территорий основные средства производства складываются из производственных фондов, земельно-кормовых и водных ресурсов.

Производственные фонды предназначены как для обводнения, так и для освоения пастбищного массива и участка. Фонды на обводнение включают в себя объем капиталовложений в строительство обводнительных сооружений, состав и стоимость средств механизации и автоматизации водопользования из этих сооружений.

Земельно-кормовые ресурсы должны характеризовать сезонность использования пастбищ, урожайность трав и кормоемкость обводняемой территории, их использование и другие показатели.

Водные ресурсы характеризуются дебитом или расходом водоисточника, коэффициентом его использования, объемом водозабора, комплексностью использования водоисточника и т. д.

Важным показателем является наиболее полное, рациональное использование кормовых и водных ресурсов. При этом большое значение имеет сезонность использования (продолжительность сезона) и урожайность пастбищ. Чем продолжительнее используются пастбища, тем полнее используются его кормовые и водные ресурсы. Но в таких случаях возможны дефицит кормов на пастбищах, если естественная урожайность их низкая, или дефицит воды на участках, богатых кормами, но бедных водоисточниками.

Вторая группа — издержки производства и себестоимость продукции. Издержки производства при обводнении, освоении и использовании пастбищ представляют собой не только ежегодные издержки на использование водных и земельных ресурсов, но и на уход за животными. Удельные размеры их, отнесенные к получаемой продукции, дают показатели ее себестоимости. В условиях пастбищного хозяйства целесообразно определять себестоимость животноводческой продукции, в частности, овцеводства (мясо, шерсть, смушки и т. д.) и себестоимость использованной воды.

Третья группа — затраты труда и производительность труда. В условиях отгонного животноводства участие труда человека в производстве животноводческой продукции гораздо меньшее, чем в животноводстве на основном землепользовании, особенно в орошаемом, где производство продукции требует значительных трудовых ресурсов. Это в основном и определяет низкую себестоимость продукции отгонного животноводства, в частности, овцеводства. Основные трудовые ресурсы здесь приходятся на долю постоянно работающих чабанских бригад, меньше — временным рабочим, участвующим в окотной кампании и работающим в периоды стрижек, заготовки кормов и т. д.

Четвертая группа — количество и стоимость продукции. Эта группа представляет собой совокупность показателей о валовом выходе животноводческой продукции (мясо, шерсть, смушки и т. д.), их стоимость, качество и т. д. как в целом по общему поголовью содержащихся на обводняемой территории, так и на одну голову животных.

Зная удельный выход продукции, можно определить валовой выход с учетом направления овцеводства и по государственным закупочным ценам — стоимость валовой продукции.

Пятая группа — экономическая эффективность. Состав средств производства и характер их использования, произведенные издержки производства, полученные объемы животноводческой продукции — все это определяет результаты хозяйственной деятельности и степень экономической эффективности обводнительных мероприятий. В эту группу показателей входят размеры получаемого чистого дохода, уровень рентабельности производства, коэффициенты использования основных фондов,

сроки окупаемости капвложений, затраченных на создание основных фондов.

Рассматриваемая выше система технико-экономических показателей, по нашему мнению, является всеобъемлющей, отражает все стороны производства. С ее помощью подробно анализируется состав основных средств производства, использование этих средств. Все эти показатели могут быть использованы как для выявления экономической эффективности обводняемого массива пастбищ вообще, так и для сравнения различных обводнительных сооружений, имеющих идентичные (в основном, гидрогеологические и гидрологические) условия, и выбора из них наиболее экономичного сооружения.

Проведенный нами условный расчет эффективности обводнения пастбищного массива площадью в 100 тыс. га (для условий Джамбулской области) при использовании его в течение 12, 6 и 3 месяцев в году показал, что обводнение и освоение пастбищ является экономически выгодным мероприятием. Достаточно сказать, что при средней урожайности пастбищ в 2—3 ц/га стоимость получаемой валовой продукции, отнесенная на 1 га, в 2,4—2,6 раза превышает размеры произведенных удельных затрат, а чистый доход с гектара изменяется в зависимости от продолжительности использования пастбищ от 1,5 до 6 рублей. Затраты на обводнение окупаются в 1—3 года.

Анализ экономической эффективности обводнения показывает, что затраты на создание основных производственных фондов окупаются тем быстрее, чем продолжительнее используются пастбища. Поэтому на пастбищах, используемых кратковременно (например, весенне-осенние пастбища, скотопрогоны и др.), нецелесообразно строительство постоянных жилых и животноводческих помещений, а в некоторых случаях и обводнительных сооружений, применив вместо последних передвижную систему водоснабжения.

Большое значение имеют наличие и запасы естественных кормовых ресурсов. Наиболее полное их использование может быть достигнуто, с одной стороны, продолжительностью эксплуатации пастбища, а с другой стороны — сосредоточением скота, исходя из нормы кормопотребления, и длительностью выпасного периода. Экономическая эффективность может быть определена по этой же методике.

Для определения наиболее эффективного обводнительного сооружения автором в качестве примера проведены расчеты по двум вариантам. В первом варианте как при шахтном, так и при трубчатом колодце содержится одна отара овец (800 голов). Во втором варианте при шахтном колодце содержится одна отара, а при трубчатом — 2 отары.

Расчеты показали, что в идентичных гидрогеологических условиях обводнение шахтными колодцами эффективнее, чем трубчатыми. Особенно это заметно, когда как при шахтном, так и при трубчатом колодцах содержится одинаковое количество скота (вариант 1).

Такие расчеты по выбору более экономичных типов обводнительных сооружений по предлагаемой системе технико-экономических показателей и методике их расчета нетрудно произвести между обводнительными каналами и водопроводами, между шахтными колодцами и наливными («сухими») водопойными точками, где используется транспортирование воды.

Пример расчета эффективности обводнения пастбищного массива площадью в 100 тыс. га при использовании его в течение 6 месяцев (расчетное поголовье скота — 32 тыс. голов)

	Наименование показателей	Обозначение и расчетные формулы	Численные значения показателей при урожае (ц/га)		
			1,0—2,0	2,0—3,0	3,0—6,0
1	2	3	4	5	6
	I. Состав и размеры основных фондов и их использование				
1	Производственные основные фонды, тыс. руб.	$ПОФ = ПОФ_{обв} + ПОФ_{осв}$	1913	1913	1913
	В том числе по обводнению, тыс. руб.	$ПОФ_{обв}$	152	152	152
	по освоению, тыс. руб.	$ПОФ_{осв}$	1761	1761	1761
2	Обводненная площадь пастбищ, тыс. га	W	100	100	100
3	Кормовые ресурсы пастбищ (в среднем), тыс. цент.	КР	150	150	400
4	Скотоемкость пастбищ (в переводе на овец), тыс. голов	СП	16,5	27,5	49,5
5	Планируемое поголовье скота, тыс. голов	ППС	32,0	32,0	32,0
6	Кормопотребность, тыс. цент.	КП	196	196	196
7	Баланс кормов, тыс. цент.	БК	—46	+54	+204
8	Возможный водозабор, тыс. м³/год	N	26	26	26
9	В том числе на водопой, тыс. м³/сезон —	$N_{в/п}$	7	7	7
	на оазисное орошение, тыс. м³	$N_{орош}$	19	19	19
	Фактическое водопользование при норме 4 л/сут, тыс. м³	$N_ф$	7	7	7
10	Коэфф. использования воды, %	$\frac{N_ф}{N} \times 100$	27	27	27
	II. Издержки производства и себестоимость продукции				
11	Издержки по обводнению, тыс. руб.	$И_{обв} = И_{рем} + И_{в/п}$	33,27	33,27	33,27
	в т. ч. издержки на ремонт обв. соор., тыс. руб.	$И_{рем}$	25,32	25,32	25,32
	издержки на использование воды, тыс. руб.	$И_{в/п}$	7,95	7,95	7,95
12	Издержки по заготовке кормов, тыс. руб.	$И_{корма}$	48,2	—	—
13	Издержки (прямые и косвенные) по содержанию персонала, обслуживающего скот, тыс. руб.	$И^{чаб}_{з/пл}$	154,25	154,25	154,25
14	Издержки производства на 1 га обводняемой площади, руб/га	$\frac{И}{\omega}$	2,22	1,87	1,87
	В т. ч. обводнительные, руб./га	$\frac{И_{обв}}{\omega}$	0,33	0,33	0,33
	содержание чабанов, руб./га	$\frac{И_{чаб}}{\omega}$	1,54	1,54	1,54
	заготовка кормов, руб./га	$\frac{И_{кор}}{\omega}$	0,48	—	—
15	Себестоимость валовой продукции мяса, руб./ц	$\frac{И}{ВП_п}$	37	31	31
16	Себестоимость валовой продукции шерсти, руб./ц	$\frac{И}{ВП_п}$	511	425	425

Продолжение

1	2	3	4	5	6
	III. Затраты труда и производительность труда				
17	Количество рабочих, занятых в производстве, чел.	N	238	238	238
	в т. ч. в овцеводстве	$N_{ов}$	224	224	224
18	Общие затраты труда, тыс. чел.-дн	$ЗТ=ЗТ_{овц}+ЗТ_{обв}$	32,4	32,4	32,4
	в том числе в овцеводстве	$ЗТ_{овц}$	31,0	31,0	31,0
	в обводнении	$ЗТ_{обв}$	1,4	1,4	1,4
19	Удельные затраты труда на 1 га обводняемой площади, чел.-дн./га	$\frac{ЗТ}{\omega}$	0,32	0,32	0,32
20	Производительность труда в овцеводстве, руб./чел.-дн.	$\frac{СВП}{ЗТ}$	1,71	1,71	1,71
	IV. Количество и стоимость продукции				
21	Стоимость валовой продукции, тыс. руб.	$СВП$	554,5	554,4	554,5
22	Валовая продукция мяса (в живом весе), тыс. цент.	$ВП_{мяса}$	6	6	6
23	Валовая продукция — шерсти, вент.	$ВП_{ш}$	440	440	440
24	Стоимость валовой продукции мяса, тыс. руб.	$СВП_{мяса}$	288	288	288
25	Стоимость валовой продукции — шерсти, тыс. руб.	$СВП_{ш}$	266,5	266,5	266,5
26	Стоимость валовой продукции на 1 га обводняемой площади, руб.	$\frac{СВП}{\omega}$	5,55	5,55	5,55
	V. Экономическая эффективность				
27	Общие размеры чистого дохода, тыс. руб.	$ЧД = СВП - И$	339,5	367,5	367,5
	1) на 1 га обводняемой площади, тыс. руб.	$\frac{ЧД}{\omega}$	3,40	3,68	3,68
	2) на 1 сооружение, тыс. руб.	$\frac{ЧД}{n}$	9,97	10,80	10,80
	3) на 1 голову скота, руб.	$\frac{ЧД}{ППС}$	10,60	11,50	11,50
	4) на 1 руб. капвложений, руб.	$\frac{ЧД}{ПОФ}$	0,18	0,19	0,19
28	Уровень рентабельности, %	$У_р = \frac{ЧД}{И} \times 100$	16,1	19,6	19,6
29	Коэффициент эффективности	$К_{эф} = \frac{ЧД}{ПОФ}$	0,18	0,19	0,19
30	Срок окупаемости капвложений, затраченных на создание производственных основных фондов, лет	$t_{ок} = \frac{ПОФ_{обв}}{ЧД}$	5,63	5,21	5,21
	в т. ч. по обводнению, лет	$t_{ок} = \frac{ПОФ_{обв}}{ЧД}$	0,45	0,45	0,45
	по освоению, лет	$\frac{ПОФ_{осв}}{ЧД}$	5,18	4,76	4,76

Том I *1975 г.*

А. А. Акжанов,
кандидат технических наук

М. М. Мусекенов,
инженер-гидротехник

О. З. Зубаиров,
инженер-гидротехник

ОБ ОЦЕНКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРОШЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

УДК 628. 37.003.13

Масштабы развития промышленности и сельского хозяйства требуют все возрастающего, интенсивного вовлечения в хозяйственный оборот водных ресурсов, бережного их использования.

Уже сейчас на больших пространствах земного шара ощущается нехватка водных ресурсов. В связи с этим и быстрым ростом населения некоторые специалисты приходят к выводу, что пресные воды на суше в скором времени будут истощены и потому уже сейчас нужно изыскивать новые источники водных ресурсов.

По подсчетам специалистов, объем сбрасываемых в мировом масштабе сточных вод в настоящее время составляет более 420 км^3 в год. Хотя количество сточных вод по отношению к имеющимся ресурсам устойчивого стока пока еще невелико (около 3%), эти воды, сбрасываемые в реки и водоемы, даже с учетом того, что примерно половина их подвергается искусственной очистке, портят в 12—15 раз больший объем чистой естественной воды.

Таким образом, основная причина истощения водных ресурсов в значительной мере связана с проблемой сточных вод, и острота проблемы не столько в том, что современное хозяйство нуждается во все возрастающем количестве воды, сколько в качественном истощении водных ресурсов, вызванном использованием речных вод для удаления и обезвреживания сточных вод.

Основным направлением в устранении загрязнения водных ресурсов сточными водами, по мнению многих специалистов, является искусственная очистка сточных вод перед их сбросом в водоемы. Однако, как показывают последние исследования, даже самые совершенные способы очистки сточных вод полностью не устраняют загрязнения.

Основной путь предохранения водоемов от загрязнения — всемерное сокращение, а затем и полное прекращение сброса сточных вод в реки и водоемы. Решение этой задачи в настоящее время реально как с принципиальной, так и технической точек зрения. Примерно половина объема хозяйственно-бытовых сточных вод может быть повторно использована для орошения. Почвенное обезвреживание сточных вод считается в настоящее время наиболее совершенным из всех разработанных способов очистки сточных вод.

С другой стороны, использование сточных вод на земледельческих

полях орошения (ЗПО) является одним из путей интенсификации сельского хозяйства.

В Казахстане, с его быстро развивающимся народным хозяйством и ограниченными поверхностными водными ресурсами, использование сточных вод в сельском хозяйстве имеет огромное значение. Возможная площадь орошаемых земель сточными водами по областям республики определена «Казгипроводхозом» (табл. 1).

Таблица 1

Наличие сточных вод и возможный прирост орошаемых земель за счет их использования

Области	Количество сточных вод, млн. м³ в год	Возможный прирост площадей (М-6000 м³/га), тыс. га
Карагандинская	1602,6	267,1
Восточно-Казахстанская	525,4	87,6
Алма-Атинская	464,5	77,4
Джамбулская	289,1	48,8
Гурьевская	142,4	23,7
Чимкентская	106,4	17,7
Актюбинская	47,2	7,9
Кзыл-Ординская	45,3	7,5
Западно-Казахстанская	39,5	6,6
Кустанайская	38,7	6,5
Семипалатинская	35,3	5,9
Павлодарская	23,0	3,8
Целиноградская	12,3	2,0
Северо-Казахстанская	9,2	1,5
Кокчетавская	5,7	1,0
Всего по республике	3386,6	565,0

Ныне орошаемые сточными водами земли в республике не превышают 2 тыс. га. Даже не беря во внимание определенные методические недостатки в установлении «Казгипроводхозом» возможных площадей орошения имеющимися ресурсами сточных вод, при достаточно серьезном отношении заинтересованных ведомств уже сейчас можно оросить 500—600 тыс. га. В перспективе намечается увеличение объема сточных вод в республике на 40—50%, а значит, можно ожидать прироста площадей ЗПО до 0,8—1,0 млн. га.

Приведенные выше данные свидетельствуют об огромной народнохозяйственной роли сточных вод. Поэтому очень важно правильно установить полный эффект от использования сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур и экономически обосновать проводимые в этом направлении мероприятия.

Изучение и анализ литературных материалов и других источников показывает, что в настоящее время еще нет вполне разработанной методики определения экономической эффективности орошения сточными водами. Ряд авторов решают этот вопрос примитивно, определяя эффект от орошения сточными водами только в виде дополнительной продукции, получаемой в результате полива сельскохозяйственных культур.

Работами многих исследователей доказано, что при непосредственном использовании сточных вод для орошения достигается значительная экономия затрат на строительство очистных сооружений, уменьшается нагрузка и облегчается работа полей фильтрации и очистных сооружений.

Исследования института общей и коммунальной гигиены, Института питания АН СССР, Института имени И. И. Мечникова, Института имени Эрисмана Министерства здравоохранения СССР и Академии коммунального хозяйства показали, что почвенный метод очистки сточных вод в ЗПО и в санитарно-гигиеническом отношении является наиболее эффективным.

Использование сточных вод на орошение в значительной степени позволяет одновременно решать и проблему защиты водных ресурсов от загрязнения и истощения. Несмотря на то, что достижения в области химии, физики, биологии и техники позволяют очистить сточные воды до любой степени, современные искусственные очистные сооружения, к сожалению, еще не могут обеспечить обезвреживание сточных вод до предельно допустимой концентрации (ПДК) загрязняющих веществ. Сточные воды и после их очистки содержат растворенные биогенные и минеральные вещества, что нередко приводит к нарушению биологических процессов и ухудшению качества воды в водоемах. В ряде случаев очищенные сточные воды требуют многократного (в 8—10 и более раз) разбавления свежей водой. Сброс неочищенных стоков наносит огромный вред и рыбному хозяйству. Известно, что ежесуточно в водоемы нашей страны сбрасывается около 75 млн. м^3 сильно загрязненных сточных вод. Стоимость их очистки обычными способами очень высока, в среднем составляет 20—25 коп/м^3, а иногда доходит до 5 рублей.

Вместе со сточными водами на поля фильтрации поступают разнообразные питательные вещества (азот, фосфор, калий, кальций). Работы многих научных работников подтверждают повышающую роль орошения сточными водами в улучшении плодородия почвы, особенно легких и средних. Значительная экономия средств на удобрение полей тоже является одним из слагаемых эффекта от использования сточных вод для орошения сельскохозяйственных культур.

Особую актуальность использование сточных вод имеет в Алма-Атинской, Талды-Курганской, Джамбулской, Кзыл-Ординской и Чимкентской областях, где полное освоение пригодных для орошения земель сейчас в значительной степени лимитируется водными ресурсами.

Определение экономической эффективности использования сточных вод в сельском хозяйстве (в ЗПО) необходимо производить с учетом комплекса эффекта: получение дополнительной сельскохозяйственной продукции; экономия затрат (единовременных и текущих) на строительство и содержание различных искусственных очистных сооружений, снижение нагрузок и облегчение работы очистных сооружений и использование ЗПО в качестве очистных сооружений; защита рек и водоемов от загрязнения; удобрительная ценность сточных вод, выражающаяся в экономии средств на приобретение удобрений; особая роль сточных вод при использовании их для орошения в условиях ограниченных водных ресурсов; вовлечение в сельскохозяйственный оборот участков земель, отводимых под очистные сооружения (поля фильтрации и др.) при условии отсутствия ЗПО и др.

Для определения экономической эффективности орошения сточными водами можно пользоваться формулами, предложенными А. И. Львовичем:

$$Эр = \frac{ДЧД+С+Сд}{ДК-(0+0д+У)} \text{ или}$$

$$t_{ок} = \frac{ДК-(0+0д+У)}{ДЧД+С+Сд},$$

где Эр — коэффициент рентабельности капитальных вложений в мелиорацию;

$t_{ок}$ — срок окупаемости вложений в мелиорацию;

ДК — дополнительные капитальные вложения в мелиоративное строительство и связанные с ним мероприятия за вычетом капитальных вложений, необходимых на той же площади без мелиораций;

ДЧД — дополнительный чистый доход, получаемый в результате мелиорации, представляющий собой разницу между чистым доходом на тех же землях без мелиорации;

С — эксплуатационные расходы на биологическую очистку сточных вод;

СД — то же на доочистку сточных вод;

О — затраты на строительство сооружений биологической очистки вод;

ОД — то же на строительство сооружений для доочистки сточных вод;

У — величина ущерба от загрязнения природных вод.

Таким образом, при использовании сточных вод для орошения в предлагаемых формулах учитывают прирост сельскохозяйственной продукции (в виде ДЧД), экономию затрат на строительство и эксплуатацию различных искусственных очистных сооружений (О, ОД, С, СД) и защитный эффект ЗПО от загрязнения водных ресурсов (У), который принят в расчетах автором равным 13,6 коп/м^3.

Очевидно, величина ущерба от загрязнения водоисточников с каждым годом увеличивается. По нашим расчетам, в настоящее время величина этого ущерба в среднем по стране составляет 20—25 коп/м^3 и по экономическим районам колеблется в широких пределах. Например, в условиях Джамбулской области на борьбу с ущербом от загрязнения водоисточников затрачиваются мизерные средства, составляющие всего лишь 2,0—2,5 коп/м^3. Этих средств явно недостаточно на оздоровление водных ресурсов области.

Определение экономической эффективности орошения сточными водами по приведенным выше формулам все же вызывает ряд возражений.

Во-первых, затраты по борьбе с ущербом от загрязнений (У) в большей степени носят характер ежегодных текущих расходов, поэтому принятие их в формулах как единовременных капитальных вложений неправомерно.

Во-вторых, в формулах не учитываются отрицательные стороны использования сточных вод при использовании их в ЗПО. Например, сточные воды представляют серьезную опасность заражения инфекционными, инвазионными и другими болезнями, и для предупреждения вспышек эпидемий требуется проведение профилактических мероприятий, связанных с определенными затратами. С увеличением площадей ЗПО значительные средства требуются для осуществления контроля и проведения водоохранных мероприятий бассейновыми инспекциями и другими уполномоченными на это органами. Как показывает практика орошения сточными водами, при длительном круглогодовом использовании бытовых сточных вод ЗПО покрываются сорной растительностью и тогда приходится принимать дополнительные меры по очистке от сорняков массива орошения. Возможны и другие вредные последействия, вызванные

действием орошения сточными водами, на устранение которых требуются дополнительные затраты.

Исходя из основных положений «Типовой методики» А. И. Львовича и используя основные обозначения, принятые в ней, экономическую эффективность орошения сточными водами в общем виде можно определить по следующей зависимости:

$$Э_{кпд} = \frac{\Delta П + \sum_{i=1}^{n} ЭС_i - \sum_{j=1}^{m} \Delta C_j}{K_0 + \sum_{j=1}^{n} ЭК_i + \sum_{j=1}^{m} \Delta K_j} \text{ или}$$

$$t_{одп} = \frac{K_0 - \sum_{j=1}^{n} ЭК_i + \sum_{j=1}^{m} \Delta K_j}{\Delta П + \sum_{j=1}^{n} ЭС_i - \sum_{j=1}^{m} \Delta C_j},$$

где $Э_{кпд}$ — коэффициент общей экономической эффективности, определяемой по дополнительной прибыли;

$t_{одп}$ — срок окупаемости капитальных вложений;

K_0 — капитальные вложения на строительство ЗПО;

$\Delta П$ — дополнительная прибыль, получаемая в результате орошения сточными водами;

$\sum_{i=1}^{n} ЭК_i$ — экономия капитальных вложений (единовременных затрат) по мероприятиям, имеющим положительный эффект от орошения сточными водами;

$\sum_{i=1}^{n} ЭС_i$ — экономия ежегодных эксплуатационных расходов (текущих затрат) по мероприятиям, имеющим положительный эффект от орошения сточными водами;

$\sum_{i=1}^{m} \Delta K_j$ — дополнительные капитальные вложения по мероприятиям, имеющим отрицательный эффект от орошения сточными водами;

$\sum_{i=1}^{m} \Delta C_j$ — дополнительные ежегодные эксплуатационные расходы по мероприятиям, имеющим отрицательный эффект от орошения сточными водами.

Капитальные вложения на строительство ЗПО и их сельскохозяйственное освоение исчисляются в 1000—2500 руб/га, выход дополнительной прибыли в расчете на один га — 50—600 руб.

По данным немецких специалистов (Д. Крамер и К. Шварц), затраты на строительство полей орошения в условиях ГДР составляют 1000—1400 руб./га, эксплуатационные расходы — 100—120 руб./га, или на 1 м³ сточной воды — 3,2—4 коп., чистая прибыль — 255 руб/га; срок окупаемости затрат — 4—6 лет.

Состав объектов и мероприятий, обеспечивающих положительное влияние орошения сточными водами, а также размеры экономии затрат по ним устанавливаются в каждом конкретном случае отдельно. Также определяются состав и дополнительные затраты по объектам и мероприятиям, подвергающимся вредным воздействиям использования сточных вод на полях орошения.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕЛИОРАЦИИ И ИРРИГАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

Том I *1975 г.*

В. А. Белоусов,
кандидат экономических наук

НОРМАТИВНЫЙ МЕТОД УЧЕТА И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАКЛАДНЫХ РАСХОДОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 69 : 657. 471.11

Внедрение хозяйственного расчета, направленного на снижение себестоимости строительно-монтажных работ, образование прибыли и фондов экономического стимулирования в строительно-монтажных организациях немыслимо без правильной постановки контроля за расходованием средств на накладные расходы, их учета и распределения.

В целях соблюдения планового уровня накладных расходов строительно-монтажные организации должны систематически сопоставлять фактические величины этих расходов с плановыми нормами и лимитами. Такое сопоставление дает возможность определять отклонения, своевременно устанавливать их причины, правильно намечать мероприятия по сокращению затрат, выявлять неиспользованные резервы, обобщать для широкого распространения опыт передовых строительно-монтажных организаций и отдельных строек.

Сопоставимости фактических и плановых данных и возможности путем их сравнения выявлять причины отклонений от плана отвечают группировки затрат. Формы такого контроля на стройках применяются неодинаковые. В одних случаях отклонения фактических расходов от плановых выявляются путем сравнения по статьям сметы, в других — по элементам затрат, в третьих — учитываются только отрицательные отклонения от норм, выявленные по первичным документам. Контроль должен быть надежным и более глубоким. Поэтому отклонения от норм следует учитывать как по калькуляционным статьям, так и по экономическим элементам. Задачи, стоящие в области классификации издержек, успешно решаются путем использования двух группировок.

Затраты по экономическим элементам показывают, какие средства были израсходованы, а по данным в разрезе калькуляционных статей можно видеть и знать, куда направлены и на что израсходованы средства.

Построение учета затрат по элементам позволяет получить сводку однородных по экономическому содержанию видов расходов, их размер и уровень в зависимости от специфики строительно-монтажных организаций. Складывающееся сочетание экономических элементов на предприятии и определяет величину, уровень накладных расходов, так как каждый из них представляет собой однородный вид затрат. Группировка затрат по экономическим элементам служит критерием определения потребности и фактических затрат в планируемом периоде в заработной плате, материалах, отчислений на социальное страхование, амортизации основных средств и прочих денежных расходов. Более половины наклад-

ных расходов занимают затраты, зависящие от начисленной суммы заработной платы (52,7%).

В практике строительно-монтажных организаций не всегда придается важное значение расчетам за различного рода услуги. А как показывают отчетные данные, доля этих затрат велика и составляет 33,7% от итога накладных расходов.

Оборудование и инвентарь зачастую не рационально используют. В практике строительно-монтажных организаций нередко наблюдается безучетная выдача и преждевременное списание инструмента, инвентаря и спецодежды. А вместе с тем затраты строительно-монтажных организаций показывают, что износ инструмента и спецодежды рабочих составляет от 8 до 13%.

Уровни затрат по их видам указывают на особо существенную роль отдельных из них. С помощью группировки затрат по отдельным их видам устанавливается, через какой именно из бухгалтерских счетов производятся наибольшие затраты.

Для ограничения расходования средств на накладные расходы необходимо установление лимитов этих затрат для низовых звеньев и объектов строительства, надлежащий контроль за их расходованием. При этом номенклатуру затрат можно построить в разрезе строительных участков, объектов и этапов.

В бухгалтерском учете все затраты фиксируются первичными документами с последующим отражением их в соответствующих производственных счетах. Затраты, относящиеся к накладным расходам, концентрируются на собирательно-распределительном счете. Аналитический учет накладных расходов ведется непосредственно в журнале-ордере по учету затрат на производство или в годовой ведомости по форме № 19-с с заранее отпечатанными названиями статей расходов и корреспондирующих счетов (табл. 1).

Данные о расходе материалов берутся из расшифровки ведомости движения материалов или из расшифровки расхода материалов по учетным объектам.

Записи о заработной плате в ведомость производятся на основании ведомости распределения заработной платы и справки по начислениям на социальное страхование.

Денежные расходы записываются в ведомость на основании листка-расшифровки, составленного по данным журналов-ордеров по кредиту счетов кассы, расчетного счета, расчетов с подотчетными лицами, расчета с бюджетом, расчетов с разными дебиторами и кредиторами, внутрихозяйственных расчетов.

Данные об амортизации основных средств, износе и списании инвентаря, о расходах будущих периодов и резерва предстоящих платежей берутся из ведомости начисления этих затрат.

После записи в ведомость аналитического учета всех расходов из журналов-ордеров подсчитываются их итоги за месяц. Выведенные итоги по счету накладных расходов в целом сверяются с Главной книгой.

Состав затрат, учитываемых на счете 27, устанавливается министерствами и ведомствами применительно к утвержденным сметам и лимитам с той целью, чтобы обеспечить возможность ежемесячного сопоставления фактических расходов со сметными назначениями и осуществить постоянный контроль за соблюдением сметной дисциплины.

Все затраты по их видам относятся на указанный счет в размерах фактически начисленных за месяц. Вместе с тем ввиду особенностей от-

Таблица 1

Ведомость № 19-с учета накладных расходов

за _____ месяц 19 г.

Корреспондирующие счета / Статьи накладных расходов	07. Строит. материалы и оборуд. к установке	12. Малоценные и быстроизнашивающиеся предметы	13. Износ малоценных и быстроизнашивающихся предметов	31. Расходы будущих периодов	50 Касса	51 Расчетный счет	69. Расчеты по социальному страхованию	70. Расчеты с рабочими и служащими	71. Расчеты с подотчетными лицами

Продолжение таблицы 1

73. Расчеты с бюджетом	76. Расчеты с разными дебиторами и кредиторами	79. Внутрихозяйственные расчеты	86. Амортизационный фонд	89. Резерв предстоящих расходов и платежей	Расходы, проведенные по другим журналам-ордерам (согласно листку расшифровки)	Списано в уменьшение затрат в дебит счетов		Всего расходов за месяц (за вычетом списан)	С начала года	
						корреспондир. счет	сумма		фактические расходы	по смете

дельных видов, отнесение их на накладные расходы производится не в фактически произведенных затратах, а в размерах, относящихся к данному отчетному периоду. К примеру, в отношении оплаты отпусков применяется иной порядок, вызванный тем, что предоставление отпусков на практике производится не всегда равномерно на протяжении года — в отдельные месяцы отпуска предоставляются большему количеству рабочих, а в другие — меньшему.

Для того, чтобы данное обстоятельство не искажало показатели себестоимости строительно-монтажных работ за отдельные периоды, суммы, предусмотренные на оплату отпусков рабочих, включаются в накладные расходы путем ежемесячного резервирования. Фактические затраты по оплате отпусков рабочим списываются за счет этого резерва. По окончании года, в случае отклонения фактически выплаченной суммы отпускных от суммы, начисленной по плановой норме, производится соответствующая корректировка начисленной суммы.

В связи с тем, что период, в котором производятся затраты на устройство и разборку временных сооружений и приспособлений, не совпадает с периодом их использования при производстве строительно-монтажных работ, отнесение этих затрат на себестоимость работ производится в течение времени их использования частями, путем ежемесячного начисления износа. Износ временных сооружений и приспособлений начисляется, исходя из намеченного срока их службы, с учетом предстоящих затрат на разборку, исчисляемых предварительно по сметным нормам и ценам, а также предстоящего возврата материалов и списывается ежемесячно на счета в соответствии с назначением сооружений и приспособлений.

Затраты по устройству временных сооружений и приспособлений, учтенные на счете «Расходы будущих периодов», ежемесячно погашаются на сумму износа.

Износ временных нетитульных приспособлений и устройств, обслуживающих основное производство, включается в себестоимость строительно-монтажных работ в течение года проводкой: дебет счета «Накладные расходы»; кредит счета «Расходы будущих периодов».

По окончании года производят инвентаризацию временных приспособлений и устройств, выявляют стоимость их фактического износа и сопоставляют ее с суммой произведенного погашения. После разборки сооружений, а также сопоставления фактического и начисленного износа производится соответствующая корректировка произведенных записей по износу.

Стоимость малоценных и быстроизнашивающихся предметов, находящихся в эксплуатации, погашается ежемесячно, исходя из сроков их службы. Износ малоценного инвентаря и инструмента начисляется в момент сдачи малоценных предметов в эксплуатацию в размере 50% их стоимости. Остальная сумма списывается по мере выбытия этих предметов.

В настоящее время учет накладных расходов в некоторых строительно-монтажных организациях находится не на должной высоте. Технический персонал не всегда правильно шифрует первичные документы, фиксирующие произведенные затраты, а бухгалтеры не всегда осуществляют должный контроль, в результате затраты не получают отражение в соответствующих статьях расходов. Такого рода дефекты имеют место главным образом в шифровке документов, связанных с расходами по устройству, ремонту и разборке временных мелких нетитульных сооружений и приспособлений, благоустройству строительных площадок, сдаче работ и тому подобных, которые зачастую неправильно относятся на прямые затраты (материалы и основную заработную плату). Порой не находят полного отражения в учете и отчетности строительно-монтажных организаций расходы по противопожарной и сторожевой охране. В результате накладные расходы в учете и отчетности строительно-монтажных организаций отражаются не полностью.

Существующая в настоящее время отчетность о себестоимости строительно-монтажных работ не содержит полных данных о структуре накладных расходов. В разделе III отчета о себестоимости строительных и монтажных работ по форме 2-с (годовая) расшифровывается слишком мало статей накладных расходов. В нем приведены административно-хозяйственные расходы, жилищно-коммунальные расходы, расходы на противопожарную и сторожевую охрану, расходы по износу временных (нетитульных) сооружений и приспособлений, малоценного инвен-

Таблица 2

Номенклатура статей накладных расходов

Шифр счетов	Виды затрат
	А. Расходы на содержание аппарата управления
	1. Заработная плата персонала — всего
27—01	а) управленческого
27—02	б) производственного
27—03	2. *Отчисления органам социального страхования*
	3. *Командировки и перемещения административно-хозяйственного персонала*
27—04	а) командировки
27—05	б) подъемные
27—06	в) служебные разъезды
	4. Обслуживание зданий и инвентаря
27—07	а) отопление, освещение, водоснабжение, канализация, амортизация и ремонт зданий и инвентаря.
27—08	б) канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы
27—09	5. *Содержание противопожарной и сторожевой охраны*
	Б. Расходы по обслуживанию рабочих
	1. Дополнительная зарплата
27—10	а) доплата до среднего заработка беременным женщинам и оплата перерывов в работе кормящим матерям
27—11	б) оплата очередных и дополнительных отпусков учащимся 7 и 10 классов школ рабочей молодежи, а также студентам-заочникам
27—12	в) выплата за выполнение государственных и общественных обязанностей
27—13	г) оплата простоев по атмосферным условиям
27—14	д) доплата бригадирам за руководство бригадой
27—15	е) оплата отпусков и выходных пособий
27—16	ж) отчисления органам социального страхования
27—17	и) доплата ученикам
27—18	2. *Содержание линейных жилищно-коммунальных хозяйств*
	3. *Охрана труда и техника безопасности*
27—19	а) износ спецодежды
27—20	б) оказание медицинской помощи
27—21	в) мероприятия по технике безопасности
27—22	*4. Отчисления на культурно-массовую и физкультурную работу*
27—23	5. *Отчисления в фонд министра и на централизованные расходы по подготовке кадров*
27—24	6. *Содержание отделов рабочего снабжения*
27—25	7. *Фонд мастера и производителя работ на премирование рабочих*
	В. Расходы по организации и производству работ
	1. *Содержание производственного оборудования и инвентаря*
27—26	а) расходы по эксплуатации производственных приспособлений
27—27	б) износ временных нетитульных приспособлений и устройств
27—28	в) износ малоценных и быстроизнашивающихся инвентаря и инструментов
27—29	2. *Расходы на рационализацию и нормирование труда*
27—30	3. *Содержание строительных лабораторий, включая расходы по испытанию материалов и конструкций*
27—31	4. *Содержание групп производственного проектирования*
27—32	5. *Содержание геодезических служб*
27—33	6. *Благоустройство строительных площадок*
27—34	7. *Расходы по сдаче работ*
27—35	8. *Отчисления на содержание вышестоящих организаций*
27—36	9. *Производственные командировки рабочих и линейного персонала*

таря и инструмента. То есть описывается половина общей суммы накладных расходов. Остальные виды затрат, такие, как дополнительная заработная плата, расходы по эксплуатации производственных приспособлений, производственным командировкам, содержанию групп производственного проектирования, благоустройству строительных площадок, не находят отражения в основном отчете подрядных организаций по себестоимости строительно-монтажных работ. Вместе с тем, перерасход по накладным расходам допускается, как правило, по этим статьям.

Такое положение, конечно, не способствует повышению контроля за расходованием средств на накладные расходы, наоборот дает повод к сокрытию истинных причин.

В годовых отчетах строительных организаций должен быть полный перечень статей накладных расходов, предусмотренный стройфинпланом, а в месячных и квартальных отчетах необходимо указать только те статьи, по которым произошел перерасход средств против плана.

Имеется объективная необходимость упорядочить номенклатуру накладных расходов, тем самым сделать ее устойчивой, стабильной и менее громоздкой. В ней должны найти отражение только те статьи, которые действительно нельзя отнести в прямые затраты.

При дополнении сведений, имеющихся в отчетности, данными первичного бухгалтерского учета получим номенклатуру накладных расходов в строительстве, определенную в табл. 2.

Задача учета накладных расходов состоит в том, чтобы своевременно и полностью выявить все расходы данного вида в соответствии с установленной номенклатурой и содержанием статей.

Поскольку расчеты между подрядными организациями и заказчиками в настоящее время ведутся, как правило, по законченным и сданным этапам внутри объекта строительства, а также по введенным в эксплуатацию объектам, то и учет накладных расходов должен строиться в зависимости от условий реализации строительной продукции по отдельным объектам строительства или этапам работ. Организация учета накладных расходов в поэтапном разрезе гарантирует полноту отнесения затрат на сооружаемый конкретный объект и дает возможность сократить бухгалтерскую обработку первичной документации.

Одним из методов, отвечающих современным требованиям, является нормативно-пообъектный или нормативно-поэтапный (в зависимости от формы расчетов за выполненные работы). Сущность этих методов состоит в том, что для каждого участка и объекта устанавливают расчетную смету этих затрат с доведением их до участков и других подразделений и служб. Нормативные размеры статей сметы строятся на базе действующих на данном предприятии норм. В основу таких нормативов закладываются практически достигнутые передовые нормы и действующие законоположения и другие нормативные акты, используемые в текущем планировании.

Особенностью этих нормативов является их непосредственная связь с условиями и способами ведения работ. Полученные таким образом суммы затрат по каждому калькулируемому объекту учета вбирают в себя все затраты, которые могут быть произведены на участке или объекте на протяжении определенного периода.

Поэтому если на строительстве нет отклонений от нормально протекаемого производственного процесса по устоявшейся и зафиксированной технологии, если качество выполняемых работ соответствует техническим условиям и, конечно, выполняется предусмотренный план, то на

таком предприятии, участке, объекте фактические размеры накладных расходов соответствуют нормативным.

Правильно установленные нормы ориентируют на самые прогрессивные рабочие приемы, наилучшую организацию производства и труда и наиболее рациональные методы управления.

С помощью плановых нормативов статей накладных расходов представляется возможным вести нормативный их учет. Успешному внедрению нормативного метода учета накладных расходов в строительстве может способствовать ряд условий. Это прежде всего постоянная и сравнительно небольшая номенклатура накладных расходов, соответствие планового перечня статей фактическому, наличие единой методологической основы разработки постатейных норм накладных расходов.

При нормативном методе планирования и учета накладных расходов сохраняются основные принципы и методы действующего учета затрат применяемого при журнально-ордерной форме счетоводства или при таблично-перфокарточном методе учета. При переходе на нормативный метод учета и планирования расходов в основном сохраняется и действующая первичная документация, предусмотренная альбомом форм первичного учета по капитальному строительству. Вводятся лишь отдельные специализированные формы первичных и учетных документов, главным образом сигнальных, для отражения отклонений от норм.

Фактическую величину накладных расходов (У) при нормативном методе учета можно выразить формулой:

$$У = У_{нф} + У_{и} + У_{о},$$

где: $У_{нф}$ — накладные расходы, установленные нормативно-факторно;
$У_{и}$ — изменение нормативов;
$У_{о}$ — отклонения от нормативов;

В ведомости или журнале-ордере № 10-с сумму накладных расходов по каждому строительному участку и объекту проставляют в плановых пределах. Отклонения от плановых затрат, выявленные в ведомости распределения этих расходов, показывают в отдельной графе. Каждому участку должно быть отведено определенное число страниц в зависимости от количества объектов учета.

Расходные нормы, составляющие основу нормативного размера накладных расходов, являются обязательными для участков.

Как известно, учет воздействует на деятельность хозяйства через выявление отклонений от норм по окончании месяца и по мере их возникновения, в оперативном порядке. Ежемесячные итоги подводятся путем суммирования отклонений от нормативов и тщательного их анализа, позволяющего устранять вызывающие их причины.

При внедрении нормативного контроля за расходованием средств на накладные расходы не ставится задача ежедневно иметь полную смету по всем статьям и элементам. Такая задача для стройорганизаций непосильна, да в этом и нет необходимости. Для оперативного руководства экономикой предприятий надо знать, где возникают отклонения по расходам и их причины. Устранением причин, порождающих перерасходы, достигается снижение накладных расходов и себестоимости строительно-монтажных работ.

В условиях, когда все элементы затрат на накладные расходы в течение месяца находятся под достаточным контролем, нет необходимости ставить исполнение сметы накладных расходов под ежедневный контроль. Анализ себестоимости строительно-монтажных работ за месяц показы-

вает, что отклонения по статье «Накладные расходы» образуются в основном не за счет прямого перерасхода средств по отдельным статьям, а в результате пересчета общей плановой суммы этих расходов на выполняемый объем подрядных работ.

При применении ежедневного учета накладных расходов важно, чтобы круг планируемых и учитываемых показателей был небольшим и не допускал перегруженности счетных работников, снижения эффективности учета, но обязательно осуществлялся контроль по основным экономическим элементам, по которым возможны значительные отклонения. Например, при начислении и выплате заработной платы работникам управленческого и линейного персонала необходимо предварительно проверить наличие должностей в штатном расписании; при оплате командировочных, приобретении канцелярских принадлежностей, инвентаря и других материалов проверяются остатки неиспользованных средств по этим статьям и т. д.

Для предупреждения превышений затрат над нормативными очень важно, чтобы ответственные работники предприятий внимательно следили за правильным исполнением затрат, не допускали отрицательных отклонений. Такой контроль позволяет в последующем определять размер премий в зависимости от наличия отрицательных и положительных отклонений.

Определение результатов хозяйственного расчета на участках производителей работ — один из этапов подведения итогов при нормативном методе учета. Некоторые экономисты предлагают разграничивать себестоимость выполненных работ на участковую и полную, ответственность за уровень первой возложить на начальников участков, а за уровень второй — на руководителей служб и строительной организации в целом. Во всех случаях укрепление хозяйственного расчета требует организации учета затрат по участкам производителей работ. Но участковую себестоимость следовало бы учитывать с включением в нее доли общестроительных затрат. Это позволит возложить ответственность на аппарат участка за перерасход средств при невыполнении плана работ и себестоимости, поощрять за экономию при положительных результатах работы.

Нормативный метод учета обеспечивает наиболее полный, достоверный и оперативный учет накладных расходов по объектам, конструктивным элементам и видам работ в неразрывной связи с определяющими их организационными и производственными условиями.

Нормативный метод учета позволяет вскрывать и мобилизовывать внутрипроизводственные резервы, добиваться сокращения издержек, закреплять достижения, совершенствовать внутрихозяйственный расчет. Он может служить основой снижения уровня накладных расходов и повышения эффективности производства.

Создание картотеки нормативов и норм на каждый вид затрат с механизированным методом их обработки может способствовать совершенствованию учета.

Накладные расходы по своему характеру являются общими и не относятся к какому-либо одному из производств или объекту строительства. Все они зависят от объективных факторов. Различия в уровнях специализации строительно-монтажных организаций в их низовых звеньях требуют более совершенных методов распределения накладных расходов по объектам строительства и хозрасчетным низовым подразделениям. Распределение накладных расходов должно обеспечить правиль-

ное отнесение этих затрат на каждый объект с учетом сроков строительства и его трудоемкости. Это имеет важное значение и для правильного калькулирования себестоимости строительно-монтажных работ. Выбор экономически обоснованного метода распределения накладных расходов по объектам калькулирования остается наиболее важным вопросом в проблеме совершенствования хозрасчетных отношений.

Между видами производства, видами работ и калькулируемыми объектами эти расходы распределяются ежемесячно в порядке, установленном инструкциями министерств и ведомств. Это распределение производится путем составления расчета, в котором указываются виды производств, сумма прямых затрат или заработной платы рабочих и соответствующая им сумма накладных расходов. Таким же образом происходит распределение накладных расходов между объектами строительства и хозрасчетными низовыми подразделениями строительно-монтажной организации.

В тех случаях, когда строительная организация одновременно выполняет работы, по которым применяются различные нормы и методы исчисления накладных расходов, допускается распределение их фактических размеров пропорционально суммам, исчисленным по установленным нормам.

Следует отметить, что ныне бытующий порядок распределения накладных расходов между объектами строительства не дает правильного отражения уровня расходов по отдельным объектам, так как не учитываются основные факторы, определяющие величину расходов.

Распределение накладных расходов пропорционально фактическим суммам прямых затрат, как это делается сейчас, неверно по отношению к таким видам накладных расходов, величина которых находится в непосредственной зависимости от трудоемкости строительно-монтажных работ, и которые связаны с производством строительных работ на определенных объектах и непосредственно не зависят от деятельности соответствующих участков, производителей работ и мастеров.

Распределение накладных расходов между объектами строительных работ пропорционально фактическим прямым затратам искажает также истинную величину накладных расходов и общую себестоимость строительно-монтажных работ в целом на объектах, по которым за тот или иной период в разной степени выполнены объемы работ. При таком методе распределения не находит отражение реальное снижение накладных расходов получаемое от сокращения продолжительности строительства. Заработная плата также не является объективным критерием распределения накладных расходов ввиду различий в трудоемкости выполняемых работ.

Таким образом, существующие методы учета и распределения накладных расходов в строительстве не отвечают возросшим задачам хозяйственного расчета в условиях работы строительно-монтажных организаций по новой системе планирования и экономического стимулирования; не точно отражают уровень этих расходов между отдельными объектами строительства, так как при этом не учитываются степень специализации и основные факторы, влияющие на размер накладных расходов.

Отдельные экономисты пытаются найти более совершенные методы распределения накладных расходов. Так, экономисты Г. Б. Полисюк и О. А. Овсянников предлагают распределять по объектам строительства накладные расходы, относящиеся к объему работ, исходя из размеров, приходящихся на 1 рубль в день сметной стоимости работ, а зависящие

от численности из расчета таковых на 1 чел.-день затраты, связанные с заработной платой, из отношения дополнительной заработной платы рабочих к основной. Подобное распределение накладных расходов допустимо лишь в том случае, когда в планируемом году не наблюдается значительных изменений по характеру и структуре работ, видам строительства, структуре материальных затрат и фактической стоимости строительно-монтажных работ. Но, как известно, характер и структура работ очень изменчивы.

Экономист Н. Спиваков высказывается за комбинированный метод распределения накладных расходов между участками. Участковые расходы (основная и дополнительная заработная плата рабочих, начисления на заработную плату, охрана труда, сторожевая охрана, содержание производственного инвентаря и оборудования, износ малоценных и быстроизнашивающихся инструмента, инвентаря и временных нетитульных сооружений, расходы на испытание материалов, конструкций и частей сооружения, благоустройство строительных площадок, подготовки объектов строительства к сдаче, производственные командировки рабочих высшей квалификации и ИТР по монтажу оборудования и другим специальным работам) он рекомендует относить прямо на участки. В общей сумме накладных расходов они составляют 50—65%. Для остальной части затрат, которая к тому же является более постоянной и относительно четко определяется нормативно для каждого участка и объекта, он считает необходимым сохранить принцип пропорциональности. Такие расходы, как отпускные и выходные пособия, отчисления в фонд начальника Главстроя, отчисления на премирование за создание и внедрение новой техники и на научно-исследовательскую работу, распределять пропорционально основной производственной заработной плате, а жилищно-коммунальные расходы, затраты на технику безопасности, рационализацию, издание многотиражных газет, подготовку кадров, перевозку рабочих к месту работы — пропорционально списочной численности рабочих строительных участков. Остальные административно-хозяйственные и общестроительные расходы автор предлагает распределять пропорционально сметным суммам. Затраты по отдельным объектам строительства предлагается распределять при помощи индексов.

По нашему мнению, предложения экономистов Г. Б. Полисюк, О. А. Овсянникова и Н. Спивакова не могут быть приемлемы без радикального решения коренного вопроса — обоснованного метода планирования и учета накладных расходов.

Накладные расходы, как элемент себестоимости строительно-монтажных работ, не зависят от прямых затрат. Они связаны с трудоемкостью и, как уже отмечалось, с другими факторами — выполнением производственной программы и производительностью труда, поэтому должны распределяться по отдельным объектам.

Распределение накладных расходов между отдельными объектами (этапами) производства строительно-монтажных работ и хозрасчетными подразделениями нами предлагается производить в порядке, соответствующем их лимитированию. Точность здесь обеспечивается за счет того, что в основу методики распределения заложены объем выполняемых работ, производительность труда и трудоемкость. Именно при различных степенях трудоемкости нежелателен единый усредненный подход к распределению накладных расходов относительно общего начисленного фонда заработной платы рабочих в целом по организации. Подтверждением может служить то, что в различных организациях требуются раз-

личные уровни затрат живого труда. К примеру, если в организациях, выполняющих отделочные работы, при удельном весе зарплаты в фактической себестоимости, равном 39,1%, размер зависимых накладных расходов от заработной платы составляет 62,3%, то в организациях, осуществляющих монтаж конструкций при крупнопанельном строительстве, доля накладных расходов, зависящая от зарплаты, составляет всего лишь 32,9%, к тому же удельный вес зарплаты в фактической себестоимости составляет 5,6%. Отсюда и резкое отличие размера накладных расходов к начисленной заработной плате основных рабочих: у первых на 1 рубль начисленной зарплаты приходится 51,3 коп., у вторых — 1 руб. 55,2 коп.

Приведенные выше данные являются также свидетельством различной степени механизации производственных процессов ввиду отличительного профиля выполняемых работ. Такое положение можно наблюдать как в отдельных трестах, так и в СМУ, на строительных участках, где производственные процессы механизированы по-разному, что также находит экономическое выражение в разной величине накладных расходов на единицу живого труда.

В таких условиях заработная плата, как база распределения, не улавливает различий в степени организации труда в той мере, в какой это необходимо для экономически обоснованного распределения накладных расходов. Изменение заработной платы и накладных расходов зависит от разных факторов, порой действующих в разных направлениях.

Распределение накладных расходов между отдельными объектами производства строительно-монтажных работ относительно установленных нормативов обеспечивает достоверность в исчислении себестоимости объектов и этапов строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Б. Полисюк, О. А. Овсянников. Управление производственно-хозяйственной деятельностью строительно-монтажных организаций методами сетевого планирования. М., 1969.

2. Н. Спиваков. Учет строительного производства. «Бухгалтерский учет», № 2, 1969.

Том I *1975 г.*

К. С. Молдабаев,
начальник планово-экономического управления Министерства мелиорации и водного хозяйства Казахской ССР

В. А. Белоусов,
зам. начальника планово-экономического управления Министерства мелиорации и водного хозяйства КазССР, кандидат экономических наук

ВЗАИМОСВЯЗЬ НАКЛАДНЫХ РАСХОДОВ, ПРИБЫЛИ И ФОНДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ

УДК 69 : 657.471.11

Уровни накладных расходов в строительных организациях Министерства мелиорации и водного хозяйства КазССР различны. Фактические их размеры (без включения расходов по компенсациям) по отношению к сметной стоимости выполняемых работ составляют по Министерству 14,5%, по организациям Казглавводстроя 14,9%, при средне-нормативном 15,2%. Различия в уровнях этих затрат отразились на рентабельности, которая за 1973 г. составила по Министерству в целом 17,17%, по организациям Казглавводстроя — 15,66%. Следовательно, сокращения накладных расходов могут явиться значительным резервом снижения себестоимости строительно-монтажных работ и увеличения прибыли хозяйственных органов.

Разница между полученными от заказчиков размерами и их фактическими величинами указывает на их снижение и направляется на образование прибыли.

Рассматривая использование прибыли, следует заметить, что вопросам эффективности использования накладных расходов — статьи, занимающей значительный удельный вес в себестоимости строительно-монтажных работ, до сего времени не придавалось должного внимания.

Основной недостаток при этом состоит в том, что действия как отдельных работников, так и предприятий в целом направляются на экономию прямых затрат, а не на сокращение накладных расходов, иногда даже в ущерб рациональному их использованию. Подтверждением сказанному является высокий удельный вес штатного персонала административно-хозяйственных работников сравнительно с численностью рабочих, который по строительно-монтажным организациям Казминводхоза в основном и подсобном производствах составляет 1 : 3,9. Такое положение нельзя признать нормальным, особенно если учесть, что в условиях высоких темпов технического прогресса усиливается действие экономического закона, согласно которому данная масса живого труда приводит в движение все большее количество овеществленного в средствах производства труда. В связи с действием этого закона возрастает значение сокращения административно-управленческого персонала. Это определяет необходимость в разработке научно обоснованной системы премирования, которая заинтересовала бы коллективы в реализации подобных мер. Материальное поощрение должно быть поставлено в зависимость от оценки использования накладных расходов.

Важной мерой высокопроизводительного использования средств на накладные расходы является введение в строительство дифференцированных средних и предельных норм.

Нам думается, что в данном случае формы премирования работников должны быть также дифференцированы. Повышение размера отчислений на премирование за сокращение накладных расходов заставит коллективы предприятий более экономно относиться к указанным издержкам.

Система поощрения должна быть построена так, чтобы самим работникам было выгодно изыскивать и вскрывать свои резервы на каждом рабочем месте. Здесь важную роль сыграла бы дифференциация размеров премии в зависимости от так называемой трудоемкости получения экономии государственных средств. В настоящее время добиться снижения стоимости за счет удельного сокращения затрат по накладным расходам при установлении жестких лимитов на содержание аппарата управления становится гораздо труднее, нежели по другим статьям себестоимости.

Видимо, показатель, оценивающий трудовой вклад работников в достижение общих результатов хозяйственной деятельности организации, должен стать основой стимулирования.

Общенародный интерес органически связан с личными интересами работников предприятий.

Личный материальный интерес рассматривается как функция от полученной прибыли и потребления. Таким образом, оба эти момента зависят от снижения уровня накладных расходов, как элемента снижения себестоимости и фактора образования прибыли.

На образование фондов экономического стимулирования работников предусмотрены средства плановыми накоплениями в размере 1,53% сметной стоимости строительно-монтажных работ. Но этого недостаточно. По расчетам организации на эти цели требуется, как правило, свыше 3%. Поэтому они при подготовке к переходу на новые условия хозяйствования привлекают дополнительные средства за счет других источников, в том числе и за счет снижения уровня накладных расходов.

Таким образом, изменение размера прибыли и фондов экономического стимулирования находятся в обратной зависимости от изменения уровня накладных расходов.

Применение дифференцированной шкалы премирования работников в зависимости от трудоемкости получения экономии может сыграть положительную роль в изыскании путей снижения накладных расходов.

К предложениям, направленным на совершенствование материального поощрения и снижения накладных расходов, относится также представление права предприятиям, самим за счет роста производительности труда высвобождать с действующих производств административно-хозяйственных работников, при стабильном фонде заработной платы.

Было бы приемлемым для стройорганизаций распространение на них опыта Щекинского комбината. При фактическом соотношении административно-хозяйственного персонала и рабочих в строительных организациях без ущерба для управления можно направить в сферу производства 20% всех работников этой категории. Для этого оставшуюся часть работников следует заинтересовать материально путем направления экономии средств от проведения этого мероприятия в фонд материального стимулирования.

Том I *1975 г.*

В. И. Лазарев,
инженер-гидротехник

ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ В МЕЛИОРАТИВНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 626.131 : 631.6

Взрывные работы в мелиоративном строительстве Казахстана применяются в основном с 1960 г.

Вначале энергия взрыва использовалась при устройстве прудокопаней, да и то только в зимнее время, значительный объем работ по транспортировке грунта переносился на теплое летнее время, выполнялся экскаваторами. Это усложняло работы, растягивало сроки их выполнения, повышало стоимость устройства прудокопаней.

Затем взрывные работы начали применяться при сооружении крупных плотин. Институт «Казгипроводхоз» разработал около десяти проектов, в которых предусмотрел взрывные работы.

Первым крупным объектом как в проектировании, так и в водохозяйственном строительстве Казахстана послужила плотина на р. Курты Алма-Атинской области. Проект водохранилища разрабатывал институт «Казгипроводхоз». В нем предусматривалось сооружение каменно-набросной плотины высотой 40 м. Тогда же был составлен проект сооружения карьера камня мощностью 400 тыс. м^3 и проходки строительного туннеля (объем проходки туннеля — 4 тыс. м^3). На этих объектах предполагалось применить буровзрывные работы.

За практическое осуществление буровзрывных работ взялось Алма-Атинское СМУ треста «Казбурводстрой» Минводхоза Казахской ССР. Однако из-за отсутствия опыта и квалифицированных кадров буровзрывников и проходчиков СМУ не смогло в полной мере выполнить намеченный объем работ, особенно на проходке туннеля.

Большие отступления от проекта допущены при организации работ на карьере камня. Из предусмотренных проектом трех опытных взрывов здесь произвели только один. Вследствие этого не был установлен оптимальный выход негабарита и расход взрывчатого вещества на один кубометр разрыхленной горной породы, не отработан сам метод взрывания. Опытный взрыв показал, что при взрывании способом минных камер получается большой выход крупных камней, для разработки которых необходимы специальные экскаваторы — прямая лопата с ковшами емкостью более 1 м^3. Таких экскаваторов в строительных организациях системы Минводхоза Казахской ССР не было.

Камень нужного размера, т. е. такой, который мог разрабатываться имеющимися экскаваторами, был получен только после того, как буровзрывные работы стали производить с помощью скважинных и шпуровых зарядов.

Вторым крупным объектом с применением большого объема буровзрывных работ явилась Каргалинская плотина в Актюбинской области. Проектом предусматривалось при строительстве паводкового водосбора произвести скальную выемку в объеме 883 тыс. м³. В левом борту плотины намечался рабочий водовыпуск туннельного типа, для чего требовалось выполнить скальную выемку в объеме 1,0 тыс. м³. При расчистке бортов плотины и основания предполагалось взорвать около 50 тыс. м³ скальной породы.

Правый берег, по которому проходит паводковый водосброс, сложен туфами, туфопесчаниками и туфобренчиями. Левый берег сложен в основном пепловыми туфами, туфопесчаниками и туфобренчиями. Трещиноватость пород, как правило, слабая и средняя.

Полное падение пластов горных пород усложняло строительство сооружений. Особенно большие трудности приходилось преодолевать при сооружении туннеля, проходящего почти параллельно напластованию пород. Вследствие этого при проходке туннеля имели место вывалы горных пород до устойчивой кровли. Во входном и выходном порталах вывалы породы происходили в пределах блоков, ограниченных крупными трещинами.

Для паводкового водосброса институтом был разработан проект производства работ, который после согласования с трестом «Казахвзрывпром» был принят за основу. Проект производства работ по строительству туннеля был разработан специалистами треста «Казахвзрывпром». Все буровзрывные работы по объекту были выполнены специализированными управлениями треста «Казахвзрывпром».

Рыхление горных пород производилось с помощью скважинных зарядов. После взрыва породы в котловане паводкового водосброса сильно дробились. Поскольку строители не располагали экскаваторами с ковшами емкостью более 1 м³, иногда приходилось производить повторное взрывание, после чего порода еще больше измельчалась.

В проекте производства работ по паводковому водосбросу предусматривалось предварительное устройство подъездов и горизонтальных площадок с помощью шпурового взрывания. Горизонтальную плоскость первого уступа предполагалось получить с помощью взрыва минными камерами. Однако ввиду отсутствия у взрывников «Казахвзрывпрома» проходчиков для устройства штолен был применен метод скважинных зарядов, что привело к частичному удорожанию работ. Буровые работы велись станками СБМК-5, которые бурят скважины диаметром 105 мм и работают от передвижных компрессоров. Подача электроэнергии производилась от ЛЭП.

Бригада, занятая на буровзрывных работах, состояла из бурильщиков, компрессорщиков, электрика и взрывников. Руководил работами прораб, в его задачу входило составление паспорта буровзрывных работ, где с учетом техники безопасности указывается глубина скважин, расстояние между ними, вес и расположение зарядов, вид взрывчатого вещества, детонатор, категория горных пород; после взрыва выводится расход ВВ, воздуха и электроэнергии на 1 м³ разрыхленной породы. Очередность взрыва устанавливалась в соответствии с характером залегания пород, их крепости и расстояний скважинных зарядов от плоскости проектного откоса. Учитывался разлет осколков взорванной породы, удар воздушной волны.

Правый берег паводкового водосброса достигал высоты 40 м; из условий техники безопасности на нем предусматривалось устройство

берм шириной 3 м через десять метров по высоте. Однако проектные решения не были выполнены, бермы при взрыве разрушались. Для защиты откосов от разрушения при взрывных работах предусматривалось оставление защитного слоя толщиной 1,5 м, его разрыхление следовало выполнить шпуровыми зарядами, однако и это условие не было выполнено.

Вследствие нарушения технологии взрывных работ откосы сооружения получены 1 : 1 вместо 1 : 0,5, предусмотренных проектом. Уположение откосов вызвало увеличение объемов работ. Дополнительный объем взрывных работ не оплачивался, но требовал дополнительных затрат на разработку камня и его транспортировку, что привело к удорожанию строительства.

Стоимость разрыхления взрывом 1 м³ горной породы IX группы скважинными зарядами при двух обнаженных поверхностях, когда скважины расположены в 3 ряда, составляет 0,91 руб. Дробление негабарита стоит 0,46 руб. за 1 м³ при разработке экскаваторами с ковшом емкостью до 0,65 м³. Наиболее дорогой вид работ — планировка поверхности горных пород IX группы шпуровыми зарядами при высоте уступа до 0,5 м — 3,08 руб. за 1 м³. В среднем по объекту стоимость разрыхления 1 м³ породы составила 2 руб.

Разработка разрыхленной скалы производилась экскаваторами — прямая лопата с ковшами емкостью 0,5 м³ и 1 м³. Для удешевления работ следовало применить экскаваторы с ковшами 2 м³, автосамосвалы грузоподъемностью не 5—7 т, а минимум 10 т. В этом случае стоимость разработки скалы удешевлялась на каждом кубометре на 15 коп.

В целом по объекту только за счет применения более мощных экскаваторов и автосамосвалов прямые затраты можно уменьшить как минимум на 500 тыс. руб. Следует учесть, что применение мощных механизмов повлекло бы удешевление взрывных работ и строительства в целом.

По причине значительной трещиноватости пород при проходке туннеля наблюдались вывалы породы, вследствие чего сечение туннеля получилось больше проектного, что также привело к удорожанию работ. Сказалось отсутствие опыта проходчиков, по вине которых была искривлена ось туннеля.

При взрывании горных пород во входном портале туннеля вместо берм, которые должны быть через десять метров по высоте, получена отвесная стена. Произошло это вследствие того, что разрыхление породы произведено сразу на всю высоту вместо предусмотренной в проекте поуступной разработки с оставлением защитного слоя.

По проектам института буровзрывные работы производились еще на двух объектах, один из которых введен в эксплуатацию — это Тентекский гидроузел на р. Тентек в Талды-Курганской области.

Какие же выводы можно сделать из накопленного в республике опыта?

Буровзрывные работы в ряде случаев являются единственно подходящим способом строительства гидротехнических сооружений на скальных основаниях. Эти работы наиболее эффективны, когда подрядная строительная организация располагает крупногабаритными экскаваторами и автосамосвалами большой грузоподъемности. При отсутствии мощной техники у строителей проектные организации вынуждены отказываться от проектирования каменно-набросных плотин и предусматривать каменно-насыпные, стоящие дороже.

Необходимо учитывать, что взрывные работы отрицательно влияют на целостность и устойчивость основания и откосов выемки. По своему характеру сооружения рассмотренных выше объектов относятся ко II группе, когда образование новых трещин и увеличение природных нежелательно.

Известно, что при устройстве котлованов в скальных породах взрывным способом повышается трещиноватость скального массива и ухудшаются его физико-механические свойства. Это приводит к уменьшению несущей способности пород, слагающих основание сооружений. Уменьшение взрывного воздействия на основания сооружений следует добиваться путем предварительного щелеобразования.

Образование щели, отделяющей взрываемый массив от основной породы, достигается путем контурного взрывания. В данном случае защитный слой на стенках котлована не предусматривается.

Следует учитывать, что в относительно прочных скальных породах взрыв заряда весом 14 кг изменяет свойства пород в зоне радиусом 13 м. Причем интенсивное влияние взрыва сказывается на расстоянии 5—7 м. В слабых породах влияние взрывов сказывается на большем расстоянии (15—16 м), даже при наличии щели предварительного откола. Опытом установлено, что щель предварительного откола почти в два раза снижает интенсивность воздействия взрывов. Для оценки характера взрывного воздействия единичных зарядов на скальные породы некоторые исследователи предлагают использовать метод инженерной сейсмоакустики. В этом случае при выборе параметров буровзрывных работ в скальных породах надо учитывать характеристику пород, полученную сейсмоакустикой. Для установления безопасных расстояний до охраняемой поверхности предварительно определяются зоны влияния взрывов в породах. В противном случае необходимо проведение дополнительных работ по уменьшению или ликвидации фильтрации воды.

Объем взрывных работ, выполняемых шпуровым методом, в среднем составляет около 20% общего объема разрыхляемой породы. Этот метод весьма трудоемок и, как правило, спецуправления не выполняют такие работы.

Метод контурного взрывания обеспечивает более точное соблюдение проектных очертаний выемок, ликвидирует многостадийность при разработке выемки. Борта выемки при этом методе имеют более устойчивые откосы, что особенно важно, если не производится облицовка откоса бетоном. Следовательно, контурное взрывание следует внедрять в строительство, для чего необходимо, по нашему мнению, создание специализированной организации в системе Минводхоза и ее оснащение соответствующей техникой, в частности экскаваторами с емкостью ковша не менее 2 м^3, автосамосвалов грузоподъемностью не менее 10 т.

Взрывные работы с большим успехом можно применять в зимних условиях для рыхления мерзлого грунта.

Для рыхления такого грунта лучше применять метод шпуровых зарядов, а для бурения — буровой станок БМГ-1,7, смонтированный на тракторе «Беларусь». Этот агрегат с успехом может быть применен при рытье котлованов под сооружения коллекторов, дренажных каналов и др.

На более крупных сооружениях возможно применение буровой установки на базе гусеничного трактора Т-75, что обеспечивает высокую скорость бурения.

Для рыхления грунтов вместо шпуровых зарядов можно применить метод щелевых зарядов. Нарезка щелей осуществляется траншейным экскаватором ЭТЦ-161, оборудованным барами от врубовой машины «Урал-33». Глубина щелей принимается на 15—20 см меньше глубины промерзания, что позволяет избежать образования «котлов». Применение щелевых зарядов позволяет производить рыхление мерзлого грунта на больших площадях.

При замене устаревших или расширении действующих сооружений зачастую возникает необходимость произвести разработку бетонных или железобетонных массивов. Особую трудность эти работы вызывают, когда рядом находятся действующие сооружения и их надо сохранить от разрушения. В этом случае следует воспользоваться методом гидровзрывания, предложенного и испытанного трестом «Днепроэкскавация». Сущность его состоит в том, что в стесненных условиях вместо траншеи, выполняемой с помощью отбойных молотков, создается щель способом гидровзрывания. Для образования щели по контуру разрушаемой части массива станком СБМК-5 бурятся скважины. Расстояния между скважинами принимаются в пределах 0,6—0,9 м, глубина — по высоте массива, вес заряда — не более 1,5 кг. При опытном взрывании все эти параметры уточняются. Скважины заполняются водой, уровень ее постоянно поддерживается. При этом работы удешевляются в 4,5 раза.

В некоторых случаях буровзрывные работы целесообразно заменить рыхлением трещиноватых горных пород рыхлителями на гусеничных тракторах мощностью до 425 л. с. С целью снижения динамических нагрузок на ряде рыхлителей устанавливаются специальные амортизирующие устройства в виде пружин или резиновых блоков.

Рыхлители со стойками изогнутого типа используются для разработки легких и сильно трещиноватых горных пород. Прямые стойки обеспечивают глубину рыхления на 20—30% больше, чем изогнутые и предназначены для рыхления тяжелых скальных пород и мерзлых грунтов.

Опыт показывает, что современные навесные рыхлители получают все большее применение при разработке мерзлых грунтов сезонного промерзания, осадочных и трещиноватых метаморфических горных пород. Основными факторами, определяющими производительность рыхлителей, является мощность и вес тягача, физико-механические свойства разрушаемого материала и характер разрабатываемого объекта. Использование все более мощных тягачей позволяет производить рыхление трещиноватых горных пород с коэффициентом крепости по М. М. Прододъякову до 10 единиц.

Производительность рыхлителей на горных породах может быть доведена до 1000 м³/час для известняка.

При рыхлении мерзлого грунта на глубину 0,5 м рыхлитель комплектуется тремя стойками. При глубине промерзания больше 0,5 м целесообразно работать с одной стойкой.

Энергию взрыва можно использовать не только в скальных, но и в мягких (связных и сыпучих) грунтах. Следует однако отметить ряд факторов, сдерживающих широкое внедрение взрывных работ в мелиоративное строительство. Во-первых, это относительно высокая стоимость взрывчатых веществ.

Во-вторых, отсутствие простой и в достаточной мере разработанной технологии взрывных работ не способствовало их применению в мелиоративном строительстве. Устройство зарядных камер, проходка скважин, шурфов зачастую производились не приспособленными для этих целей

механизмами, а в некоторых случаях даже вручную. Заряжение, как правило, до сих пор производится вручную.

В-третьих, определенное неудобство для строителей представляет доработка профильных выемок до проектных размеров после взрыва. Обычно готовность сооружения после взрыва составляет около 80%, а 20% приходится дорабатывать землеройными механизмами. Выброшенный взрывом грунт рассеивается на значительной площади и требует дополнительных затрат на его частичную уборку.

В последнее время разработан метод горизонтальных непрерывных траншейных зарядов при прокладке осушительных каналов малого сечения. Взрыв рассчитан на выброс грунта, доработки грунта сведены к минимуму, устройство зарядных камер механизировано. Это позволило в несколько раз сократить очень трудоемкий процесс заряжения.

Северным научно-исследовательским институтом гидротехники и мелиорации разработана технология строительства оросительных каналов сечением до 12 м^2 с помощью взрыва. Суть этого способа состоит в том, что взрывчатые вещества укладываются в виде непрерывных цилиндрических зарядов. Заряд предварительно засыпается в полиэтиленовые шланги, которые укладываются на дно щели, нарезаемой дреноукладочной машиной. Заполнение шлангов производится пневмозарядной установкой УЗС-1500. Для укладки шланга с зарядом используется навесная дреноукладочная установка ДПБН-1,8 на тракторе Т-100Б. Устройство по указанной технологии канала сечением 8,5 м^2 длиной 1500 м в суглинках с прослоями ракушечника и песка позволило сократить продолжительность строительства в 13 раз и снизить трудоемкость работ в 5 раз.

Важную роль во внедрении взрывных работ в мелиоративное строительство сыграет применение в сухих грунтах дешевых взрывчатых веществ — игданитов. Эти взрывчатые смеси можно приготовить на месте, в зарядной траншее из аммиачной селитры и дизельного топлива. По эффективности действия эта смесь достаточно надежна, мало отличается от таких взрывчатых веществ, как аммонит или тротил. В то же время стоимость игданитов в три-четыре раза ниже.

Строительство оросительных каналов с помощью взрыва, по-видимому, уже вышло из опытной стадии. Так, в 1971—1972 гг. взрывным способом были проложены участки Каракумского канала, осушительные каналы в Краснодарском крае, Палласовский магистральный канал в Волгоградской области.

Необходимо учесть, что взрыв при устройстве оросительных каналов производит уплотнение ложа и значительно сокращает потери воды на фильтрацию.

Более интенсивное внедрение взрывных работ в мелиоративное строительство позволит не только облегчить разработку горных пород, но и поможет в некоторой степени сократить сезонность работ. Рыхление мерзлых грунтов позволяет более равномерно распределить выполнение объемов работ в течение года.

Применение взрывных работ при прокладке каналов в несвязных грунтах при значительных объемах и протяженности ускорит введение орошаемых площадей в эксплуатацию.

Том I *1975 г.*

Б. И. Громов,
ст. научный сотрудник КазНИИВХ

М. С. Ким,
ст. инженер КазНИИВХ

А. А. Кемелев,
зам. директора по науке КазНИИВХ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ В СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ

УДК 628.17

Как известно, в основу ныне действующих нормативов по сельскохозяйственному водоснабжению и канализации (СН-267-63; СН 392-89) положены нормативы, разработанные для городов и рабочих поселков (СНИП П-Г 3-62; СНИП П-Г 6-62). Между тем сельские населенные пункты по оснащенности санитарно-техническим оборудованием в значительной мере уступают городским застройкам, к тому же имеют свои особенности. Нельзя не учитывать и того, что за последние годы в связи с улучшением благосостояния сельского жителя и переводом сельскохозяйственного производства на индустриальные основы удельные расходы воды на селе значительно возросли.

Поэтому систематическое и углубленное исследование водопотребления и водоотведения, как основных исходных данных при проектировании новых и реконструкции существующих водопроводных и канализационных систем, при современном уровне санитарно-технической оснащенности застройки сельских населенных пунктов имеет большое и важное значение.

Учтя вышеизложенное, специальная группа научных работников КазНИИВХ проводит комплексные исследования по режиму работы, нормам и балансу водопотребления и водоотведения в сельских населенных пунктах юга Средней Азии. Объектом исследования выбран совхоз им. XXIII партсъезда, расположенный в Голодной степи, как наиболее благоустроенное, оснащенное современным санитарно-техническим оборудованием хозяйство.

Центральная усадьба совхоза имеет планировку поселка городского типа, застроена одно-, двух-, трех- и четырехэтажными зданиями с полным благоустройством. Жилой поселок размещен в центре, максимальное расстояние от него до совхозных полей и лугов не превышает 10—12 км. Центральная усадьба имеет прямолинейные широкие улицы, пешеходные дорожки с асфальтированным или бетонным покрытием, стоит в стороне от основных грузотранспортных магистралей. Все производственные, жилые и общественные здания оборудованы внутренним водопроводом и канализацией, централизованным отоплением и газом; в квартирах — электрическое освещение, ванны, газовые плиты, радио.

Совхоз располагает хорошо оборудованной современной школой на 546 мест, деткомбинатом на 280 мест с бассейном для купания и душевыми установками; клуб на 400 мест по архитектурно-планировочному

решению не уступает лучшим образцам подобной застройки больших городов. Двухэтажное здание столовой на 100 посадочных мест, здание универмага из стекла и бетона, здание дирекции совхоза, совмещенное со службой связи, образуют центр поселка. Совхоз в 1969 г. на всесоюзном смотре по благоустройству сельских населенных мест завоевал диплом I степени ВДНХ СССР.

В совхозе имеется машинно-ремонтная мастерская на 200 условных ремонтов в год, хлопкоприемный пункт, хлебопекарня производительностью 3 т хлеба в сутки. К услугам населения баня на 26 мест, прачечная, быткомбинат на 15 рабочих мест и больница на 75 коек.

В систему водоснабжения центральной усадьбы входят: головные водозаборные узлы № 1 и № 2, водонапорная башня высотой 20 м, емкостью бака в 25 $м^3$ и разводящая сеть из чугунных труб общей длиной 13 км.

Система канализации совхоза включает канализационную сеть из керамических и чугунных труб различного диаметра общей длиной 9,2 км, насосную станцию перекачки № 1, оборудованную двумя фекальными насосами 4НФ, насосную станцию перекачки № 2, оборудованную двумя фекальными насосами 2,5НФ, очистные сооружения из песколовки производительностью 25 л/сек, три двухъярусных отстойника производительностью 26 л/сек, поля орошения площадью 19 га и иловые площади размером 600 $м^2$.

Изучение режима водопотребления и водоотведения нами велось путем ежегодной (по сезонам года) круглосуточной регистрации расходов водопроводной воды и сточной жидкости с автоматической записью показаний измерительной техники. Место установки прибора или точка наблюдения, в зависимости от характера замеров расходов воды или сточной жидкости, оборудовались различными измерительными приборами. Расход поданной воды в разводящую сеть совхоза насосными станциями второго подъема фиксировался порциональными водомерами конструкции ВОДГЕО с приставкой инженера Н. М. Голицина. Объем притока сточной жидкости в приемную камеру канализационных насосных станций перекачки фиксировался самописцами «Валдай». Объемы водопотребления отдельных потребителей фиксировались турбинными и крыльчатыми водомерами типа ВВ и ВК с приставками Н. М. Голицина.

Для измерения расхода сточной жидкости при данных уклонах и диаметре трубы канализационной линии необходимо знать глубину потока сточной жидкости. Используя таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей, составленные А. А. Лукиных и Н. А. Лукиных по формуле академика Н. Н. Павловского, устанавливаются расходы сточной жидкости.

Глубина потока сточной жидкости замерялась приборами поплавкового типа, разработанными в КазНИИВХ. Прибор состоит из корпуса, надеваемого на конец канализационной трубы, входящей в контрольный колодец. К корпусу приваривается поплавковая камера, а в нее вставляется направляющая сетка. Для прохода сточной жидкости в поплавковую камеру в корпусе прибора имеются отверстия. Для того, чтобы крупные частицы из сточной жидкости не попадали в поплавковую камеру, эти отверстия закрываются капроновой сеткой. В поплавковой камере свободно перемещается поплавок; в зависимости от уровня жидкости, протекающей через поперечное сечение канализационной трубы и прибора, отверстие которого равно диаметру канализационной трубы, поплавок всплывает на соответствующую высоту.

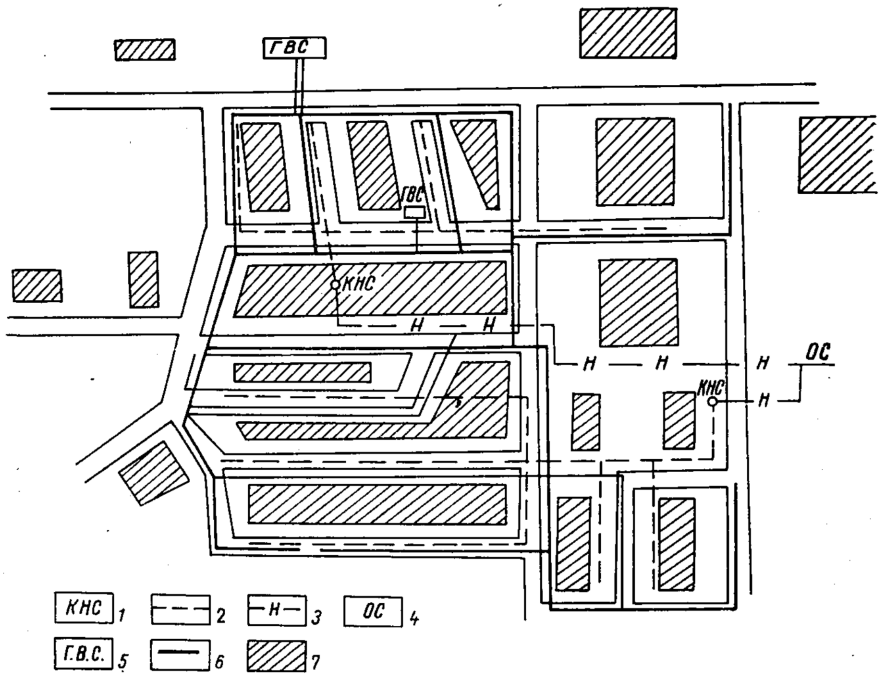


Рис. 1. Схема водоснабжения и канализации центральной усадьбы совхоза им. XXII партсъезда.

Условные обозначения: *1* — канализационная насосная станция; *2* — уличная канализационная станция; *3* — напорный канализационный трубопровод; *4* — очистная станция; *5* — головные водопроводные сооружения; *6* — водопровод; *7* — жилой сектор

Посредством передающего механизма глубина потока записывалась автоматически на бумажной ленте, одетой на барабан. Вращение барабана осуществляется часовым механизмом. Полный оборот барабана (период обращения) вокруг своей оси равен 26 часам.

На ленту с суточной записью высоты потока сточной жидкости параллельно оси абсцисс, в зависимости от накопления, уклона и диаметра канализационной трубы, наносились линии расходов сточной жидкости. Параллельно оси ординат в масштабе накладывались линии часов суток (т. е. окружность делится на 26 равных частей).

Уклоны канализационных труб определялись делением разности геодезических отметок центра лотков соседних колодцев на расстояние между ними. Геодезические отметки центра лотка определялись нивелированием, а расстояние между центрами колодцев — измерением мерной лентой. Диаметр канализационной трубы измерялся непосредственно в колодце.

Полученные для каждого объекта исследований часовые расходы заносились в ведомость, в ней фиксировались дата, день недели и др. факторы, влияющие на потребление воды. В ту же ведомость после соответствующих вычислений записывались суточные расходы, определяемые путем суммирования часовых расходов, часовые расходы — в процентах от суточных, максимальный, минимальный и средний часовые расходы и коэффициент часовой неравномерности для данных суток.

Параллельно водометрическим наблюдениям велась регистрация

основных факторов, влияющих на режим водопотребления и водоотведения: изменение состава потребителей, хозяйственные факторы (виды и сроки проведения сельхозработ и т. п.); технические факторы (причины и сроки перебоев в подаче воды и отвода сточной жидкости); климатические факторы. Параллельная регистрация расходов воды и сточной жидкости и их определяющих факторов позволили при обработке результатов наблюдений выявить закономерности в характере водопотребления и водоотведения.

Наблюдения за режимом водопотребления и водоотведения нами велись в жилых домах и общественных зданиях коммунального сектора. Жилые дома выбирались с различным числом квартир, этажности, санитарно-техническим оборудованием. На основе выборочного обследования измерительные приборы были установлены в двухквартирном трехкомнатном доме по ул. Абая 8, в двухквартирном трехкомнатном доме на двух уровнях по ул. Новая жизнь 1, двенадцатиквартирном доме по ул. Дружба 18, в столовой, в больнице.

Двухквартирный жилой дом по ул. Абая 8, улучшенной планировки, оборудован санузлом, ванной с местным подогревом воды, приусадебный участок — 1600 м^2; имеются надворные постройки. В личном пользовании жильцов имеется личный рогатый скот и свиньи. Диаметр дворовой канализационной сети равен 200 мм. Объемы водоотведения за период исследований колебались в пределах от 0,15 до 0,62 м^3/сут.

Часовые расходы сточной жидкости, как показали приборы, изменяются в широких пределах и не совпадают по объему и по времени с водопотреблением. Коэффициенты суточной и часовой неравномерности соответственно равны 1,6 и 2,0. Коэффициент общей неравномерности равен 3,2.

Характерной особенностью режима водоотведения является то, что сток в канализационной сети неравномерный, аккумулированные объемы воды сбрасываются в течение непродолжительных отрезков времени в виде так называемых «залпов». Внутричасовая неравномерность довольно высокая.

Двухквартирный жилой дом на двух уровнях по ул. Новая жизнь 1, по своему санитарно-техническому оборудованию не отличается от оборудования двухквартирного дома по ул. Абая 8. Однако здесь наблюдалась более высокая неравномерность водоотведения ($К_{час}$ =2,8; $К_{сут}$ =2,2; $К_{общ}$ =6,2). относительно водоотведения дома по ул. Абая 8. Суточные объемы водоотведения колеблются в широких пределах — от 0,15 до 1,1 м^3/сут. Внутричасовая неравномерность водоотведения характеризуется большими залповыми расходами.

В 12-ти квартирном жилом доме по ул. Дружба 18 удельные объемы водоотведения значительно выше, чем в двухквартирных домах. Значительное увеличение объемов водоотведения объясняется утечками из санитарных приборов. Часовая неравномерность равна 2,2, суточная — 1,61. Основная характерная особенность суточного режима водоотведения по жилым домам — пиковые расходы, которые появляются в утренние, дневные и вечерние часы.

При анализе часовых и суточных расходов водоотведения по больнице оказалось, что величины коэффициентов суточной и часовой неравномерности имеют небольшие значения (1,61; 1,6), а удельные расходы водоотведения составляют 256 л/сут на койку.

Отличительная особенность режима сброса сточной жидкости от столовой — несовпадение во времени объемов водопотребления и водо-

отведения. Сточная жидкость содержит большое количество пищевых отходов и сбрасывается большими залпами за короткий промежуток времени (несколько минут). Пиковые расходы сточной жидкости приходятся на время обеда и ужина. Наблюдается значительные внутричасовая и часовая неравномерности, равные 4,7, суточная — 2,91.

В период исследований нами изучался баланс водопотребления и водоотведения, то есть объема водопроводной воды, потребляемого населением на коммунально-бытовые и производственные нужды, и объема сточной жидкости, сбрасываемого в канализацию за определенный промежуток времени.

Отношение объема водоотведения к объему водопотребления будем называть коэффициентом сточной жидкости ($К_{сж}$). Он показывает, какое количество сточной жидкости сбрасывается в канализацию от объема водопотребления, выражается формулой:

$$К_{сж} = \frac{Q \text{ сточной жидкости}}{Q \text{ водопотребления}}$$

По нормативным данным объем водоотведения принимается равным объему водопотребления, при этом допускается до 80% снижение объема сточной жидкости от объема водопотребления. Однако фактически сельским жителем водопроводная вода расходуется не только на личные нужды, но и на поение личного скота и птицы, полив приусадебных участков. Те объемы воды, которые не сбрасываются в канализацию, составляют безвозвратные потери воды.

Проведенные нами исследования показали, что суточные объемы водопотребления и водоотведения отличны друг от друга как по отдельным точкам наблюдений, так и по всей системе водоснабжения и канализации. В таблице 1 приводятся значения коэффициента сточной жидкости по отдельным сезонам наблюдений и в целом за год.

Таблица 1

Коэффициенты сточной жидкости по различным точкам наблюдений в разные периоды года

Точка наблюдения	Коэффициенты сточной жидкости				
	осень	зима	весна	лето	годовой
Двухквартирный жилой дом по ул. Абая, 8	0,30	0,43	0,15	0,15	0,11
Двухквартирный жилой дом по ул. Новая жизнь, 1	0,70	1,3	0,73	0,71	0,78
12-ти квартирный жилой дом по ул. Дружба, 18	0,83	0,91	0,55	0,93	0,82
Столовая	0,74	0,67	0,62	0,60	0,62
Больница	0,95	0,93	0,93	0,96	0,95
В целом по системе канализации	0,37	0,35	0,39	0,31	0,35

Безвозвратные потери воды по жилым домам колеблются от 10% до 95%. Большие объемы безвозвратных потерь воды наблюдались по двухквартирному жилому дому по ул. Абая 8. Здесь водопроводная вода используется на поение и приготовление корма личному скоту, свиней, на полив приусадебного участка.

Безвозвратные потери по жилому дому по ул. Новая жизнь 1 в тече-

ние всего цикла составляли 30% от объема водопотребления, за исключением зимы, когда объем сточной жидкости больше водопотребления на 34%. Это несоответствие между объемами объясняется тем, что часть горячей воды разбирается жителями из системы отопления и она не учитывается водомером.

Коэффициент сточной жидкости по жилому дому по ул. Дружба 18 приближается к нормативному, но только весной снижается до 0,55, когда водопроводной водой поливаются огороды.

По больнице и столовой объемы сточной жидкости составляют от объема водопотребления 60—90%, что соответствует требованиям нормативной литературы.

Безвозмездные потери воды в целом по системе канализации достигают 60%. Они складываются из расходов воды на восполнения потерь воды в теплотрассах, на заправку автомобилей и тракторов, на поение личного скота, на полив зеленых насаждений и улиц. Вода автоводовозами развозится по девяти отделениям совхоза, значительные объемы водопроводной воды идут на полив приусадебных участков.

Таблица 2

Значения фактических норм водоотведения и коэффициентов неравномерности по точкам наблюдений

Точки наблюдений	Фактическая норма водоотведения, л/сут. на 1 чел.	Коэффициенты общей неравномерности водоотведения	Норма водоотведения по СНиП II—Г. 1—62 л/сут. на 1 чел.	В % от СНиП II—Г. 1—62
Двухквартирный жилой дом по ул. Абая, 8 (8 жильцов) . . .	40	3,2	150—200	20
Двухквартирный жилой дом (в 2-х уровнях) по ул. Новая жизнь, 1 (10 жильцов)	51	6,2	150—200	25
12-ти квартирный жилой дом по ул. Дружба, 18 (46 жильцов) .	248	3,5	150—200	124
Столовая	3 / л 1 блюдо	13,6	12 л/1 блюдо	25
Больница	256 л/1 койка	2,6	250—300 л/1 койка	85

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что фактические удельные значения расходов сточных вод и коэффициенты неравномерностей водоотведения для сельскохозяйственных систем канализации отличны от действующих нормативов. Следовательно, действующие нормативы для сельскохозяйственных систем нуждаются в серьезных коррективах.

При нашем анализе баланса водопотребления и водоотведения выявилось, что объем водоотведения по отношению к объемам водопотребления ниже, чем рекомендует СНИП-П-Г-1-62 «Канализация. Нормы проектирования». СН 393—69. «Временные указания по проектированию очистных сооружений канализации сельских населенных пунктов». Объемы водоотведения составляют 40% от объема водопотребления.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
А. А. ТЫНЫБАЕВ. Наши неотложные задачи	3
Г. Б. БЕГАЛИЕВ. Научно-исследовательские работы в системе Казминводхоза	10
И. Н. ТЕПЛЯКОВ, Ю. А. МАЛЮГИН. Резервы орошаемого земледелия Казахстана и их использование	15
П. А. ПОНЕР, В. А. АФАНАСЬЕВ, П. Г. САЛОВ. Проектирование водозаборных сооружений в горных и предгорных районах	20
М. Г. БАЖЕНОВ. О мелиорации земель Каратальской оросительной системы	31
М. Г. БАЖЕНОВ. Водопроницаемость покровных суглинков	36
А. М. ЖИЛЯЕВ, Г. А. ХВОРОВ, О. П. ТАНИН. Карта естественной дренированности Казахской ССР	41
Л. А. КИМ. Система показателей оценки качества подготовки площади к поливам и методика их исчисления	47
Ш. Б. СУГУРОВ. Фильтрация жидкости через крупные разнозернистые грунты	57
В. С. БУРУМЕНСКИЙ, Н. АТАБАЕВ. Исследование элементов водного баланса для проектирования и эксплуатации рисовых оросительных систем	69
А. С. БАЙКАНОВ, Г. А. ХВОРОВ. Применение геофизических методов исследования в комплексе инженерно-геологических и гидрогеологических работ	74
М. М. БЕЙЛИНСОН. Методы долгосрочного прогноза мощности ледяного покрова	77
Э. В. ГЕРШУНОВ. Планирование и организация водопользования на оросительных системах в условиях применения автоматизированной системы управления	84
Ф. Н. КИМ. Современное состояние и пути улучшения эксплуатации мелиоративных систем и сооружений	92
Б. М. АБРАМОВИЧ, Н. В. АБРАМОВИЧ, М. Г. БАЖЕНОВ. К вопросу расчета расстояний между дренами на орошаемых землях	99
Р. А. КВАН, Б. Ш. ТЕМРАЛИЕВ, В. В. НЕМЧЕНКО. Нормирование орошения сельскохозяйственных культур в Павлодарском Прииртышье	103
Б. С. СЕРИКБАЕВ, С. И. ИСАБАЕВ, М. А. БЕРКАЛИЕВ. Режим орошения и техника полива люцерны в низовьях реки Талас	112
Б. М. АБРАМОВИЧ, М. Г. БАЖЕНОВ. Зависимость параметров переноса солей от относительной их концентрации и скорости водообмена в зоне аэрации	120
М. Х. САРСЕНБАЕВ. К вопросу водоучета на оросительных системах	125
Р. А. КВАН, Л. А. КИМ, А. И. ПАРАМОНОВ. Влияние орошения на продуктивность люцерны на рисовом севообороте	128
М. Б. ГАВРИЛОВ. Оазисное орошение подземными водами в пустыне Муюнкумы	138
М. Б. ГАВРИЛОВ. Прогрессивные способы полива — в садоводство	147
А. Г. БЕГАЛИЕВ. Влияние террасности на водораспределение в рисовых чеках	150
В. А. КОРОБКИН. Почвенно-мелиоративные условия и районирование Таш-Уткульского массива	158
В. А. КОРОБКИН, И. Д. ГАЛИНСКИЙ. Почвенно-мелиоративные условия и перспективы освоения земель в долинах рек Семипалатинской области	165
А. И. ОКОЛОВИЧ. Режим орошения озимой пшеницы на юго-востоке Казахстана	174

А. Я. РАБИНОВИЧ, Н. Ю. КРЕККЕР. Совершенствование закрытых оросительных систем для полива по бороздам в условиях предгорий . . . 178
В. М. ПЕТРУНИН. Режим орошения риса 183
Х. КАРЕШОВ, М. УДЕРБАЕВ. Эксплуатация обводнительных сооружений при отгонно-пастбищном животноводстве 192
Г. Б. БЕГАЛИЕВ. Современное состояние и пути повышения продуктивности лиманных систем 195
Т. К. АБИШЕВ. Методика исчисления и анализа эффективности обводнения пустынных пастбищ 203
А. А. АКЖАНОВ, М. М. МУСЕКЕНОВ, О. З. ЗУБАИРОВ. Об оценке экономической эффективности орошения сточными водами 209
В. А. БЕЛОУСОВ. Нормативный метод учета и распределения накладных расходов в строительстве 214
К. С. МОЛДАБАЕВ, В. А. БЕЛОУСОВ. Взаимосвязь накладных расходов, прибыли и фондов экономического стимулирования 225
В. И. ЛАЗАРЕВ. Взрывные работы в мелиоративном строительстве Казахстана 227
Б. И. ГРОМОВ, М. С. КИМ, А. А. КЕМЕЛЕВ Исследование водопотребления и водоотведения в сельских населенных пунктах 233

Редактор Ф. Ф. Киричек
Технический редактор Ф. К. Шабанова
Корректор В. П. Зудерман

Сдано в набор 19/V-1975 г. Подписано к печати 7/I-1976 г.
Формат 70×108 1/16. Объем в усл. п. л. 21,0. Уч.-изд. л. 21,4.
Бумага тип. № 2. Тираж 500 экз. УГ07670. Цена 2 р. 24 к.

Издательство «Кайнар», 480009, г. Алма-Ата, ул. Советская, 50.

Заказ № 1255. Фабрика книги Главполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров КазССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, г. Алма-Ата, пр. Гагарина, 93.