М-61

МЕЛИОРАЦИЯ ПОЧВ В СССР

631.6

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ
ПОЧВОВЕДЕНИЯ И МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВ

МЕЛИОРАЦИЯ ПОЧВ В СССР

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА
1971

УДК 631.6

В сборнике освещаются вопросы коренных мелиораций земель в зонах избыточного, неустойчивого и недостаточного увлажнения. Рассматриваются почвенно-мелиоративные условия и возможные их изменения под влиянием осушения и орошения. Приводятся данные об орошаемых и обрабатываемых землях в разных странах мира.

Ответственные редакторы
член-корреспондент АН СССР В. А. КОВДА,
Г. Л. МАГАКОВ

4-3-4
571-70(I)

ПРЕДИСЛОВИЕ

За время, прошедшее после майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС в стране проделано исключительно много для разработки перспективного плана мелиорации засушливых и заболоченных земель. Июльский, (1970 г.) Пленум ЦК КПСС подтвердил исключительно большое значение мелиорации и наметил дальнейшие пути ее развития. В директивах XXIV съезда по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР уделено большое внимание осуществлению широкой программы мелиорации земель.

Несмотря на серьезные достижения, в развитии мелиоративных работ не все идет достаточно гладко, имеются трудные и неясные положения по обоснованию производства мелиоративных работ. Научное обоснование этих мероприятий отстает от темпов строительства и практики освоения мелиорированных земель, что в свою очередь сдерживает быстрое и эффективное их использование.

Подготовленный Научным советом по проблемам почвоведения и мелиорации почв Академии наук СССР настоящий сборник рассматривает условия осуществления коренных мелиораций земель, т. е. осушительных мелиораций для зоны избыточного увлажнения и оросительных мелиораций для зон неустойчивого и недостаточного увлажнения. Наряду с анализом достигнутых успехов и трудностей в осуществлении мелиоративных работ в сборнике излагаются необходимые, по мнению авторов, мероприятия по их устранению. В частности, все содержание работы коллектива авторов во главе с членом-корреспондентом АН СССР В. А. Ковдой посвящено развитию мелиорации почв в СССР для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур и наиболее актуальным сторонам современной мелиоративной практики, направленной на расширение площади полива зерновых культур.

Эти государственно важные задачи дальнейшего развития сельского хозяйства на мелиорированных землях рассматриваются, кроме упомянутой работы, в серии статей, полностью созвучных современным задачам в области подъема производительности земельных ресурсов страны.

Опыт советской и мировой практики в области мелиорации почв дается в сводном обобщении В. А. Ковды «Опыт оросительных мелиораций». Большая группа статей посвящена изучению сложных проблем борьбы с засолением земель.

В целом сборник имеет строго профилированную направленность. Нет сомнения, что публикация работ по насущным проблемам сельского хозяйства и мелиорации поможет в осуществлении задач, поставленных в решениях ЦК КПСС и Совета Министров СССР.

А. М. АЛПАТЬЕВ, М. С. КУЛИК, Л. А. РАЗУМОВА, С. А. САПОЖНИКОВА, Ю. И. ЧИРКОВ

АГРОКЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАЙОНОВ СССР ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ВОЗДЕЛЫВАНИЮ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ОБОСНОВАНИЮ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ И МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ[1]

Климатические ресурсы основных сельскохозяйственных районов СССР применительно к возделыванию зерновых культур

В пределах основных сельскохозяйственных районов СССР ресурсы солнечной радиации и тепла за вегетационный период возрастают с севера на юг практически в 2 раза. За период со средней суточной температурой выше 10° количество фотосинтетически активной радиации, обеспечивающей энергией синтез органического вещества, увеличивается от 2 млрд. *ккал* на 1 *га* в северных районах до 4 млрд. *ккал* на юге Украины и Северном Кавказе и до 6 млрд. *ккал* на юге Средней Азии (рис. 1). Сумма средней суточной температуры воздуха за этот же период возрастает от 1400—1500 до 3000°, а на юге Средней Азии — до 5000°.

В соответствии с распределением ресурсов тепла обеспеченность созревания зерновых культур на территории основных сельскохозяйственных районов колеблется в значительных пределах. В северных районах возможно созревание только наименее требовательных к теплу ранних яровых культур и озимой ржи, на юге — кукурузы и риса. Северная граница обеспеченности теплом на 80—90% лет созревания ржи, ранних сортов ячменя и овса проходит по линии многолетней средней суммы температур 1400° от Петрозаводска на Сыктывкар и Енисейск. Северная граница устойчивой обеспеченности теплом на 80—90% лет яровой пшеницы (средняя сумма температур 1800°) проходит по линии Нарва — Киров — Тюмень — Томск. Изолиния суммы температур 2600° (Киев — Саратов — Оренбург — Атбасар) близка к северной границе 80%-ной обеспеченности созревания зерна кукурузы. Изолиния суммы температур 3200° соответствует северной границе обеспеченности созревания ранних сортов риса.

Ресурсы влаги на территории основных сельскохозяйственных районов уменьшаются с северо-запада на юго-восток. Годовое количество осадков в прибалтийских республиках составляет 700—800 *мм*, снижаясь до 250—300 *мм* в степях Нижнего Поволжья и Северного Казахстана. В то же время обеспеченность влагой снижается в этом направлении в значительно большей степени вследствие возрастания испаряемости летом. В северо-западных и западных областях нечерноземной зоны СССР в течение ряда лет наблюдается избыточное увлажнение. В южных и юго-восточных районах степной зоны недостаток влаги ограничивает использование сельскохозяйственными растениями плодородия почв и больших ресурсов тепла и солнечной энергии для созревания урожая.

[1] В составлении данной статьи участвовали также К. В. Кирилличева, М. Г. Лубниц, Н. Б. Мещанинова, В. А. Моисейчик, Т. А. Побетова, А. В. Процеров, Е. А. Цубербиллер, А. М. Шульгин.

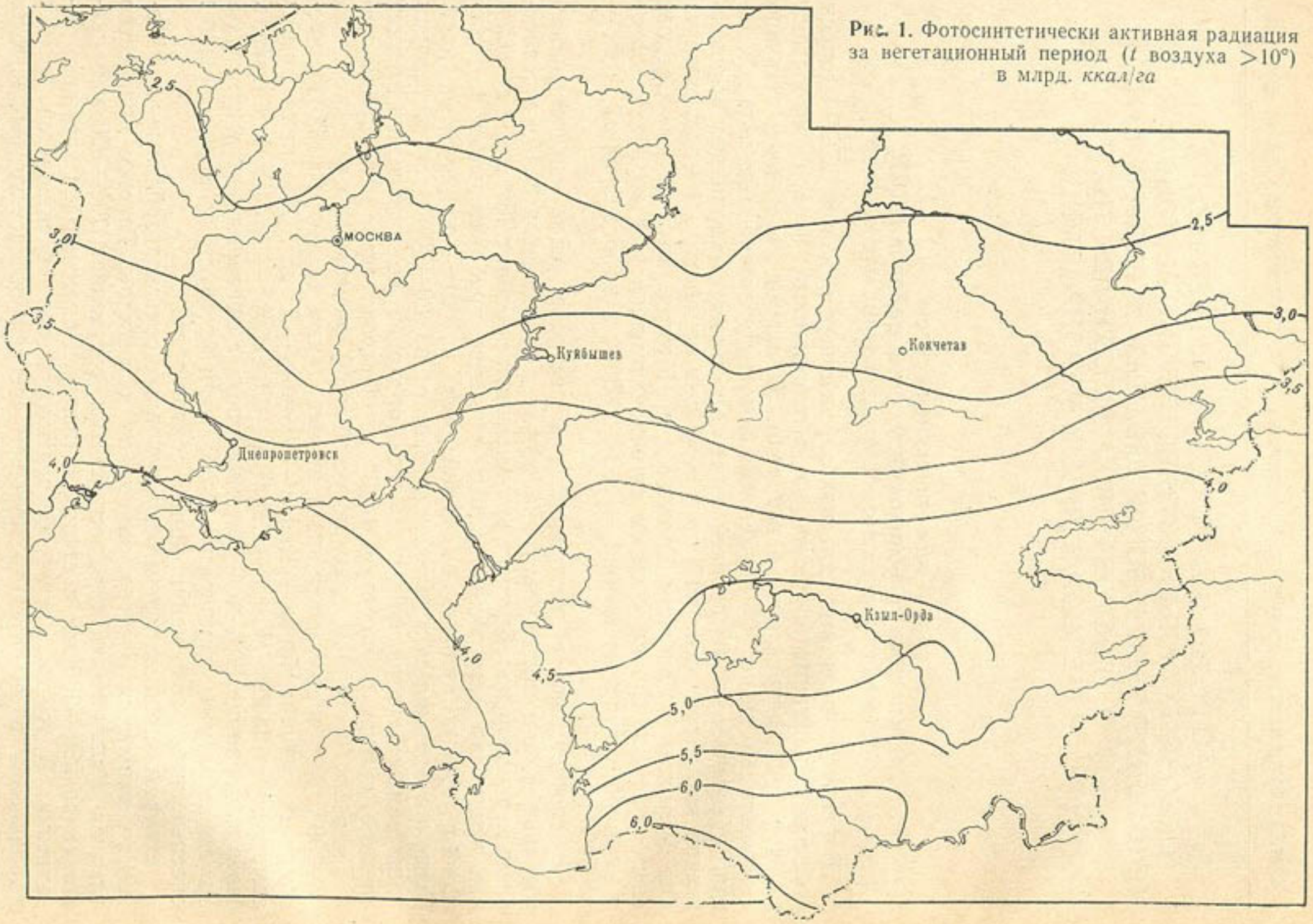


Рис. 1. Фотосинтетически активная радиация за вегетационный период (t воздуха $>10°$) в млрд. *ккал/га*

Таблица 1

Площади пашен с различной влагообеспеченностью

Территория	Всего, тыс. *га*	С оптимальной влагообеспеченностью 80%		С оптимальной влагообеспеченностью 65—80%		С оптимальной влагообеспеченностью 65%	
		тыс. *га*	%	тыс. *га*	%	тыс. *га*	%
СССР	226 075	94 736	42	44 842	20	86 497	38
РСФСР	131 930	65 599	50	30 991	24	35 340	26
Районы:							
Северо-западный	3 175	3 175	100	0	0	0	0
Центральный	14 818	14 818	100	0	0	0	0
Волго-Вятский	7 763	7 732	99	31	1	0	0
Центрально-черноземный	10 896	7 043	65	3 532	32	321	3
Поволжский	29 541	7 596	26	9 497	33	12 448	41
Северо-Кавказский	16 038	4 363	27	3 042	19	8 678	46
Уральский	19 783	7 520	38	7 136	36	5 127	26
Западно-Сибирский	18 236	8 293	45	5 434	23	4 709	27
Украинская ССР	32 314	17 059	53	9 863	31	5 392	16
Белорусская ССР	5 915	5 915	100	0	0	0	0
Литовская ССР	2 572	2 572	100	0	0	0	0
Латвийская ССР	1 693	1 693	100	0	0	0	0
Эстонская ССР	814	814	100	0	0	0	0
Казахская ССР	33 466	0		3 468	10	29 993	90

На территории СССР из 226 млн. *га* пахотной земли около 95 млн. *га* (42%) в нечерноземной и частично лесостепной зонах обеспечены влагой, в том числе около 20 млн. *га* (8%) расположено в зоне избыточного увлажнения. Около 45 млн. *га*, 20% (преимущественно лесостепная зона) находится в условиях неустойчивого увлажнения (табл. 1).

В результате оценки обеспеченности зерновых теплом и влагой определена линия раздела (рис. 2), по обе стороны которой продуктивность зерновых в той мере, в какой она зависит от климата, падает. К северу недостаток тепла, приводящий к сокращению вегетационного периода и продуктивности фотосинтеза, не позволяет возделывать позднеспелые, более урожайные культуры и сорта. По мере продвижения на восток эта линия сдвигается к северу, что связано с увеличением континентальности климата.

Районы, расположенные к северу от линии раздела до изолинии $\Sigma t = 1800°$, отличаются устойчивой обеспеченностью теплом и влагой ранних яровых, а также климатически обусловленной устойчивой эффективностью минеральных удобрений (часть этих районов, расположенная на западе и в центре Европейской территории СССР, по климатическим условиям приближается к территории ГДР, ФРГ, Дании, Нидерландов и юга Швеции).

Неблагоприятными особенностями северных районов нечерноземной зоны к северу от линии Вильнюс — Вологда — Тюмень — Новосибирск является повышенное увлажнение в период уборки зерновых и в отдельные годы — возможность повреждения посевов ранними заморозками. Переувлажнение почвы в северо-западных районах и ряде западных районов требует специальных мелиоративных мероприятий по осушению.

В районах, расположенных к югу от линии раздела, снижение продуктивности зерновых обусловлено засушливостью климата (см. рис. 2). Повторяемость средних и сильных засух в степных районах Украины и Северного Кавказа составляет от 20 до 40% лет.

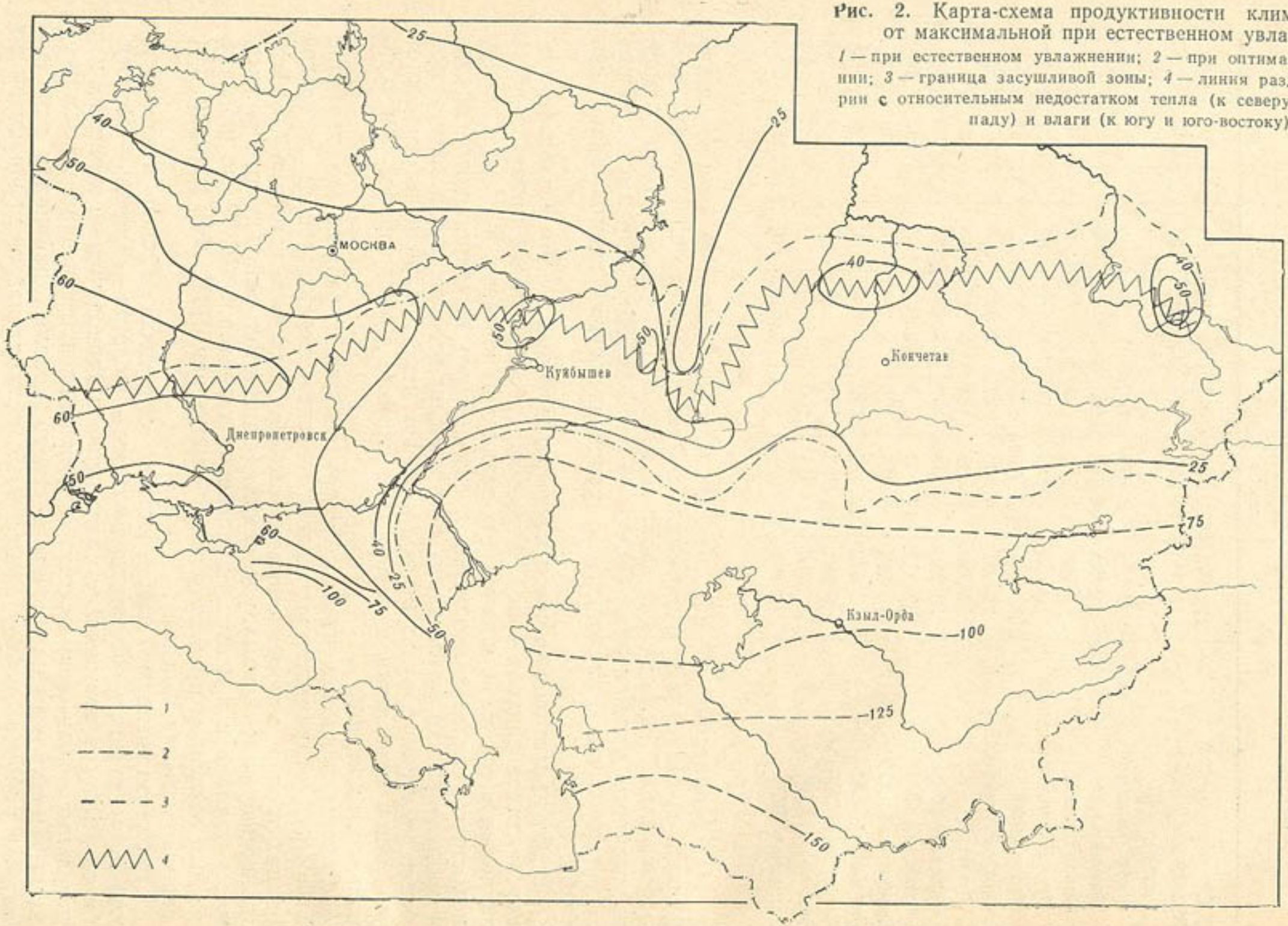


Рис. 2. Карта-схема продуктивности климата в % от максимальной при естественном увлажнении

1 — при естественном увлажнении; *2* — при оптимальном орошении; *3* — граница засушливой зоны; *4* — линия раздела территории с относительным недостатком тепла (к северу и северо-западу) и влаги (к югу и юго-востоку)

В Нижнем Поволжье и к югу от линии Оренбург — Целиноград — Павлодар в районах неорошаемого земледелия повторяемость засух составляет 40—50% лет, достигая местами 60%. Повреждение зерна яровой и озимой пшеницы суховеями в Поволжье вероятно в 30—50% лет, а к югу от линии Оренбург — Кустанай — Целиноград — Семипалатинск — до 70% лет.

Запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы (0—20 *см*) перед посевом озимых к востоку от линии Оренбург — Константиновск — Прикумск в 60% лет недостаточны для нормального развития растений и в среднем составляют 10 *мм*. В прилежащих с запада к этой линии степных районах запасы влаги в пахотном слое составляют в среднем 11—20 *мм* и в 20—40% лет обусловливают плохое состояние всходов.

Для засушливой зоны характерна большая неустойчивость урожаев, связанная с периодически повторяющимися засухами и на неорошаемых участках сохраняющаяся при любом уровне агротехники. В этих районах с помощью орошения можно обеспечить устойчивый урожай.

Незначительный снежный покров в сочетании с суровыми зимами на юго-востоке Европейской территории СССР, на юге Западной Сибири и в Северном Казахстане препятствует возделыванию озимых культур.

Наряду с раздельной характеристикой элементов климата (тепла, влаги и др.) по их влиянию на сельскохозяйственное производство необходима интегральная оценка климата в целом для сравнения различных территорий, особенно при установлении закупочных цен. При большом разнообразии климата Советского Союза подобная характеристика служит существенным дополнением к оценке плодородия почвы.

Интегральная оценка климата применительно к зерновым культурам рассчитана по тепло- и влагообеспеченности их урожая соответственно уровню агротехники Государственной сортоиспытательной сети и условно названа «продуктивностью климата». Она выражена в процентах наиболее благоприятного сочетания тепла и влаги (принятого за 100%) в увлажненных районах Северного Кавказа.

Продуктивность климата для влажной и засушливой зоны представлена соответственно естественному увлажнению, а для сухой зоны — с учетом оптимального орошения.

На значительной части Украины и частично в Молдавии продуктивность климата составляет 60—70%, в Закарпатье — более 75%. В Центрально-Черноземных областях, на юго-востоке Центрально-Нечерноземных областей она равняется 50—60%. Далее на восток продуктивность более 50% отмечается только на ограниченных территориях Среднего Поволжья, Башкирии и Алтайского края. На границе с сухой зоной продуктивность климата при естественном увлажнении составляет примерно 25%, т. е. практически такая же, как и на юге Карельской АССР, Архангельской области и Коми АССР. Различие между ними заключается в том, что в засушливой зоне возможно существенное повышение продуктивности климата путем орошения. На юге Средней Азии при оптимальном орошении продуктивность климата в 1,5—2 раза больше, чем в наиболее благоприятных районах Северного Кавказа в условиях естественного увлажнения.

В обеспеченных влагой районах нечерноземной зоны отмечаются устойчивые урожаи зерновых культур. Колебания урожайности по республикам и сельскохозяйственным районам от года к году невелики. Так, за период с 1958 по 1964 г. наибольшие отклонения от средней величины (6—8 *ц/га*) на большей части областей были в пределах ±1 ц/га, т. е. 12—16%.

В степной и сухостепной зонах урожайность, менее устойчива. Отклонения от средней величины урожая составляют в Нижнем Поволжье

±4,5 *ц/га* (40—50%) при средней урожайности 9,4 *ц/га*. Изменения урожайности в этой зоне совпадают с колебаниями влагообеспеченности. В наиболее засушливые годы средний по области урожай зерновых снижался до 5,3 *ц/га* в Поволжье и до 3,9 *ц/га* в Северном Казахстане.

Проведенный анализ климатических условий основных сельскохозяйственных районов СССР показывает, что ресурсы тепла и влаги в нечерноземной и лесостепной зонах обеспечивают созревание и значительную устойчивость урожайности зерновых культур при существующем размещении. Повышение уровня агротехники будет способствовать более полному использованию значительных ресурсов света, тепла и влаги для создания высоких урожаев.

В степной и сухостепной зонах урожайность зерновых, составляющая в среднем соответственно 12,5 и 9,7 *ц/га*, неустойчива и в значительной мере обусловлена климатом. Повышение урожайности в этих зонах возможно путем рационального орошения, расширения чистых паров и других мероприятий, позволяющих улучшить влагообеспеченность посевов зерновых.

Характеристика засушливости в 1955—1965 гг. в основных сельскохозяйственных районах СССР

В основных сельскохозяйственных районах СССР период 1955—1965 гг. по средним годовым значениям температуры и осадков близок к многолетним средним за последние 75 лет (с 1891 г.).

Степень засушливости вегетационного периода в значительной мере зависит от распределения осадков в течение года. В холодный период (ноябрь—март) за последнее десятилетие сумма осадков была повсеместно больше средней многолетней. Но во время вегетационного периода зерновых в ряде районов осадков выпало меньше нормы.

В засушливой зоне при недоборе осадков за май — июль на 20% и более нормы, как правило, условия для роста и развития сельскохозяйственных культур существенно ухудшаются и урожай их снижается.

Таблица 2

Число лет с осадками менее 80% нормы за май — июль по основным сельскохозяйственным районам СССР

Период, лет	Поволжье		Ростовская область	Краснодарский край	Ставропольский край	Центрально-черноземные области	Юго-восточная часть Украины	Остальная часть Украины и Белоруссия	Юг Урала, Башкирская АССР, Западный Казахстан	Северный Казахстан	Юг Западной Сибири
	Среднее	Нижнее									
1891—1900	4	5	3	4	4	4	3	2	4	4	4
1901—10	3	3	2	2	6	1	2	1	4	1	2
1911—20	3	2	3	3	6	2	1	2	3	1	1
1921—30	2	4	4	5	7	1	3	2	4	4	3
1931—40	2	5	4	3	5	3	4	3	4	3	3
1941—50	2	5	4	3	5	2	3	4	4	3	1
1951—60	2	6	3	3	5	3	5	3	4	5	3
Среднее 1956—1965	2,6 2	4,1 5	3,3 4	3,3 3	5,4 4	2,3 3	3,0 5	2,4 3	3,9 3	3,0 3	2,4 3

Таблица 3

Среднее число дней с суховеями

Пункт	Суховеи					
	слабые, средние, сильные		средние		сильные	
	за 40 лет	за 1956—1965 гг.	за 40 лет	за 10 лет	за 40 лет	за 10 лет
Полтава	30,3	40,1	7,3	9,8	1,1	0,9
Кировоград	38,2	43,4	9,5	11,9	1,6	1,0
Краснодар	47,1	63,6	11,8	16,8	2,3	1,8
Гигант	57,4	75,0	16,8	20,1	5,9	5,6
Воронеж	27,7	33,7	6,5	6,9	1,4	0,4
Саратов	46,3	50,7	16,8	11,9	2,5	2,5
Александров Гай	74,6	76,3	21,4	19,4	11,1	7,9
Бузулук	42,6	44,8	11,0	10,0	4,5	2,0
Уфа (Чишмы)	23,6	21,9	5,2	2,7	1,2	0,3
Омск	29,0	29,8	5,3	6,5	1,2	1,2
Петропавловск	23,2	27,1	4,2	5,1	1,0	1,6
Павлодар	44,7	45,0	10,1	9,6	2,6	1,7

Количество выпавших осадков за май—июль в период 1955—1965 гг. было меньше нормы преимущественно на 10—20% на большей части Украины и Белоруссии (кроме западных областей), на юге Центрально-Черноземных областей, в Нижнем и Среднем Поволжье, в восточных районах Северного Кавказа, в Западной Сибири (до Омской области включительно) и в Кустанайской, Кокчетавской и Северо-Казахстанской областях. Местами в этих районах отклонение количества осадков от нормы превышало 20%.

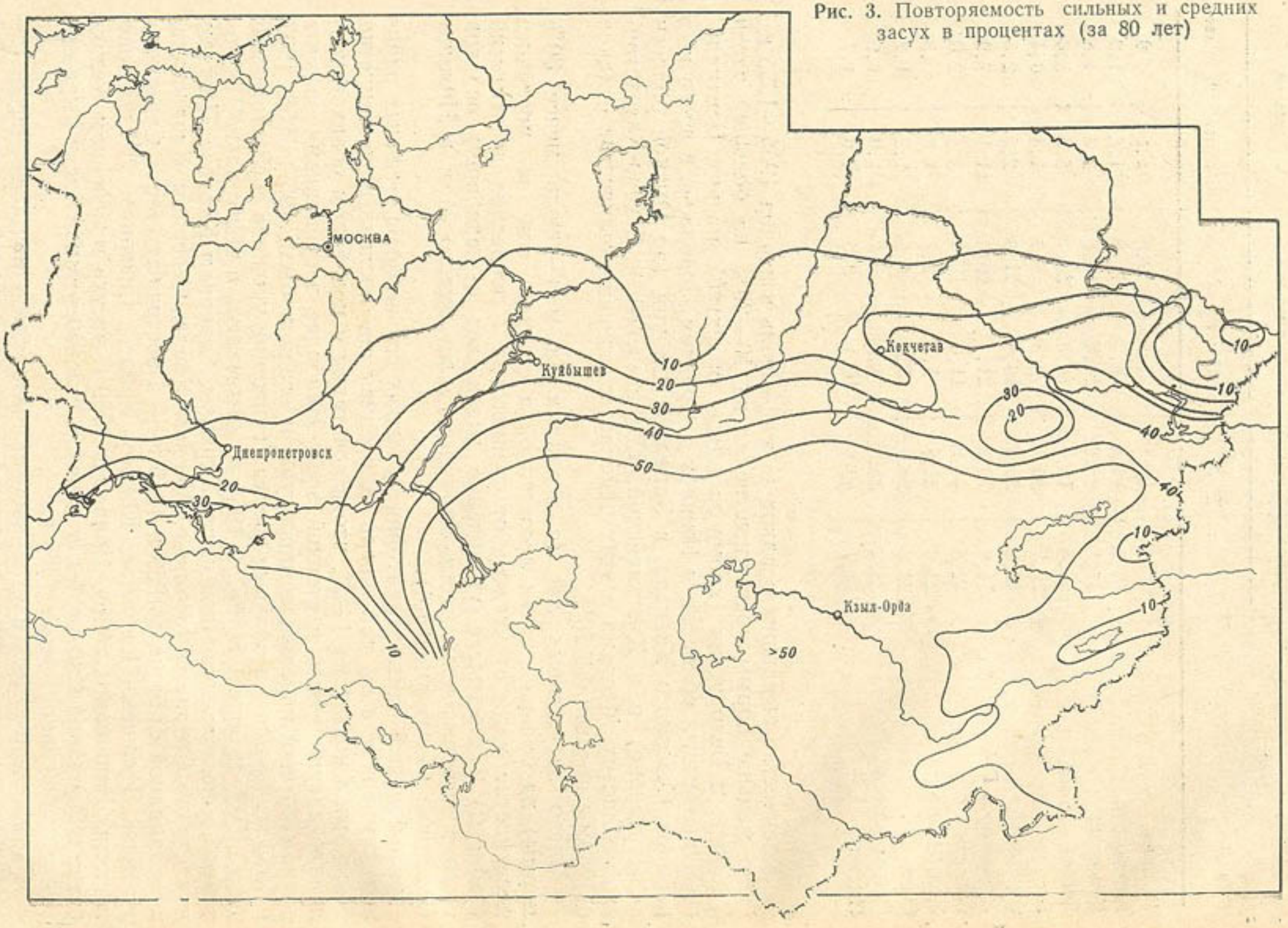
Число засушливых лет (с осадками за май—июль менее 80% нормы) на большей части лесостепной и степной зон за последнее десятилетие мало отличалось от среднего за 7 последних десятилетий (табл. 2). Наибольшее увеличение числа лет с недобором осадков было в юго-восточной части Украины (5 лет вместо 3) и в Нижнем Поволжье (5 лет вместо 4).

На большей части территории основных сельскохозяйственных районов температура за май—июль в среднем за последнее десятилетие была выше нормы на 1—2°, что в сочетании с недобором осадков усиливало засушливость в степной зоне. Наиболее засушливыми за этот период по соотношению температуры и осадков были 1957, 1958, 1963 и 1965 гг. Средние и сильные засухи (снижение урожаев соответственно на 25, 50% и более) в 1957 и 1963 гг. отмечались в Центрально-Черноземной зоне, юго-восточной части Украины, Северном Кавказе, Нижнем и частично Среднем Поволжье, Южном Урале, Северном Казахстане, юге Западной Сибири; в 1959 и 1965 гг.— в восточных степях Северного Кавказа, Нижнем Поволжье, Южном Урале, Северном Казахстане и степях Западной Сибири. Причем в 1959 г. засуха в Северном Казахстане и Западной Сибири была менее, а в левобережной части Украины более интенсивной, чем в 1965 г.

За последнее десятилетие засухи повторялись наиболее часто (не менее 5 лет) в восточных районах Северного Кавказа, Нижнем Поволжье, Западном и Северном Казахстане, в Алтайском крае.

Суммарная повторяемость средних и сильных засух за 80-летний период в основных сельскохозяйственных районах СССР показана на

Рис. 3. Повторяемость сильных и средних засух в процентах (за 80 лет)



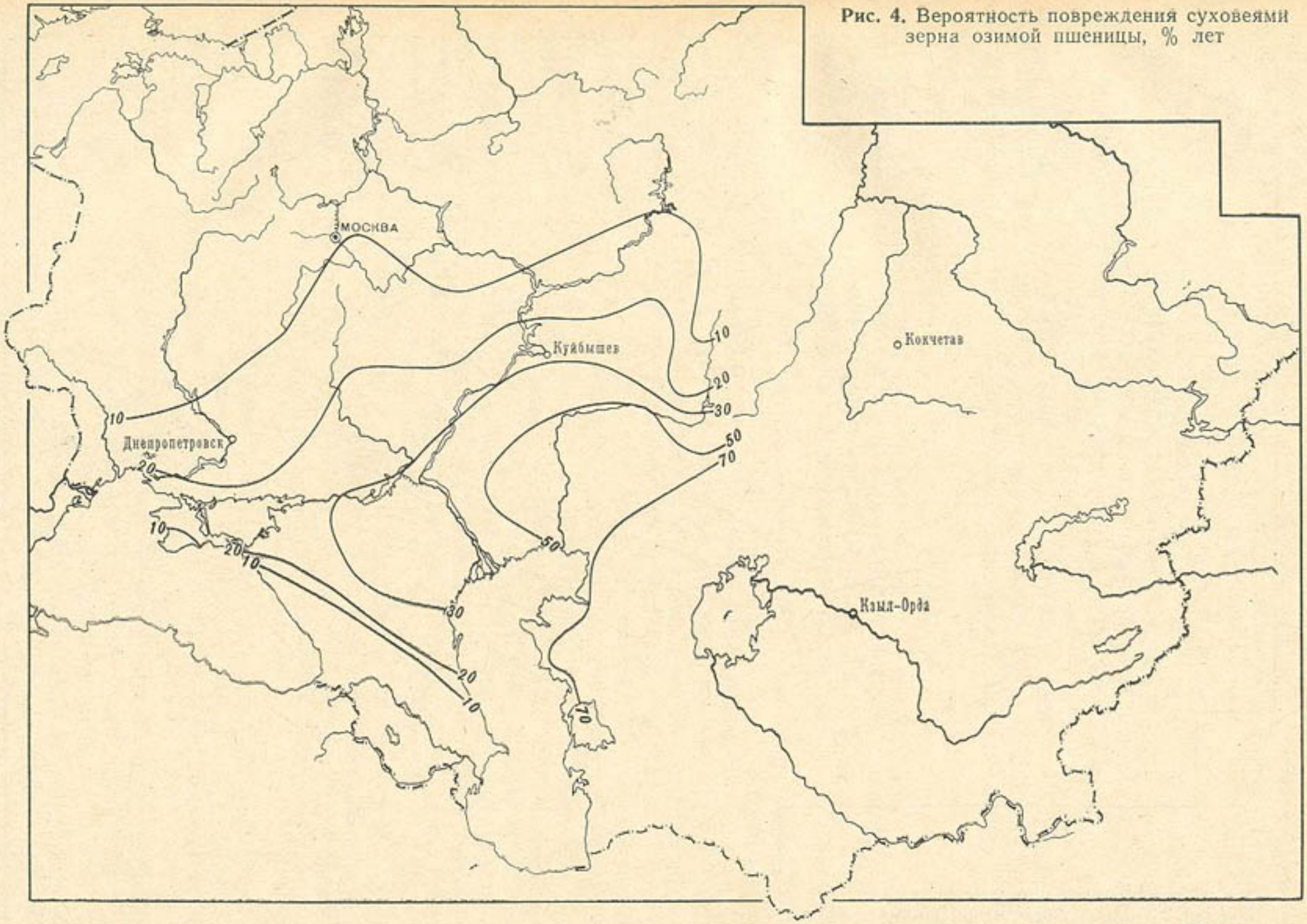


Рис. 4. Вероятность повреждения суховеями зерна озимой пшеницы, % лет

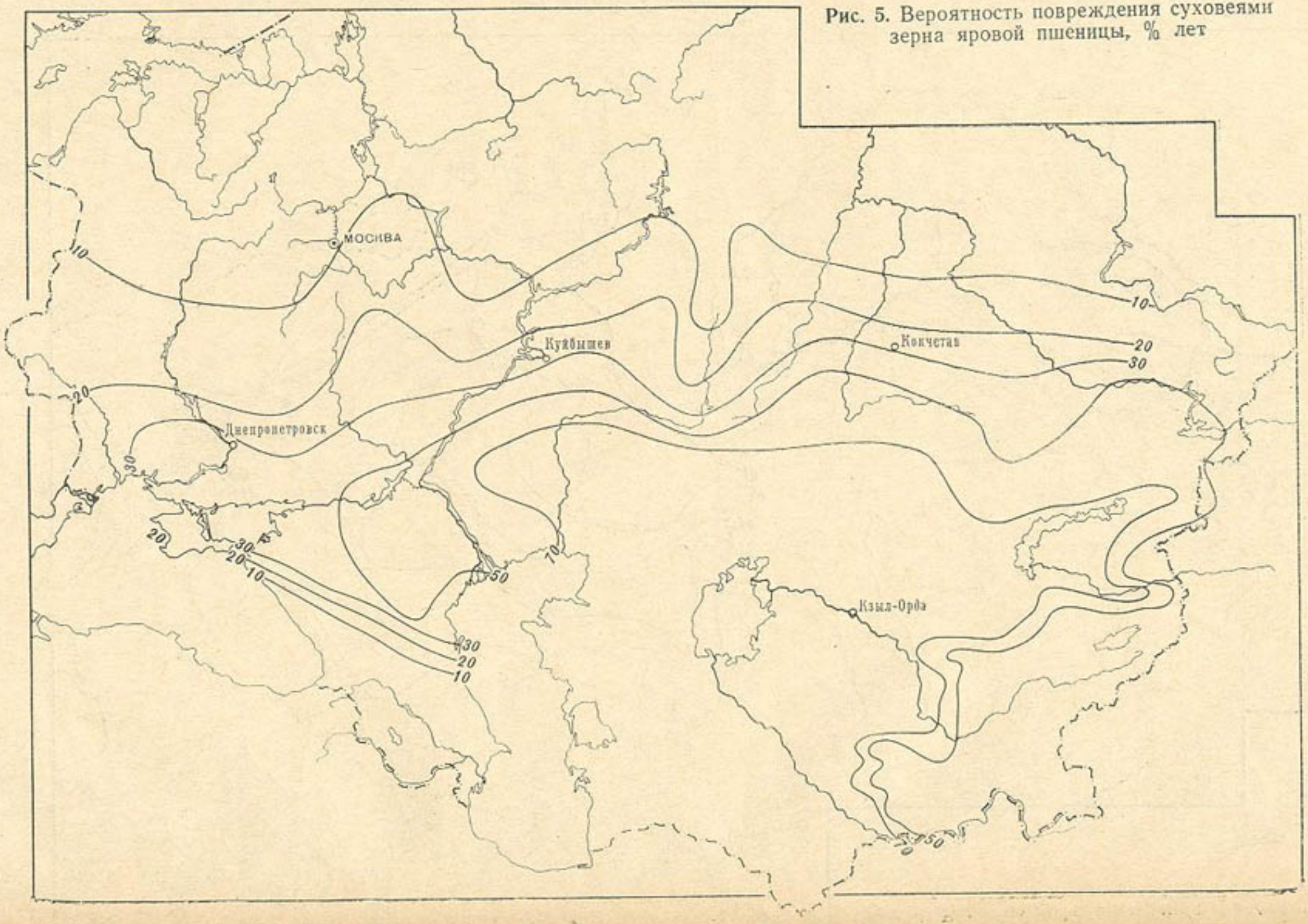


Рис. 5. Вероятность повреждения суховеями зерна яровой пшеницы, % лет

рис. 3. В годы таких засух на посевах яровой пшеницы суммарные расходы влаги на создание урожая были меньше 140 *мм*, что обеспечивает урожай менее 6 *ц/га*.

Для лесостепной и в особенности степной зоны характерна значительная повторяемость суховеев. Сильно увеличивая испаряемость, длительные суховеи (20—30 дней за период вегетативного развития зерновых культур) в условиях присущего этой зоне недостатка осадков создают почвенную засуху. В период цветения — налива зерна на фоне часто наблюдающихся малых запасов влаги в почве (меньше 10 *мм* в пахотном слое и меньше 50 *мм* в метровом) 2—3 дня с интенсивными суховеями создают значительный захват зерна. Вероятность повреждения зерна суховеями по средним многолетним данным представлена для озимой пшеницы на рис. 4, для яровой — на рис. 5. Для озимой пшеницы южнее линии Александров Гай — Уральск — Оренбург, для яровой пшеницы восточнее Ставрополя, Константиновской, Камышина, южнее Пугачева, Оренбурга, Кустаная, Целинограда, Семипалатинска вероятность снижения урожаев зерна от суховеев составляет более 50% лет (табл. 3).

Районы эффективного орошения (по климатическим условиям) и обоснование оросительных норм применительно к яровой и озимой пшенице

Агроклиматические данные показывают, что в степях погодные условия резко меняются из года в год, в связи с чем и оросительные нормы сельскохозяйственных культур (зерновые хлеба) во влажные и наиболее сухие годы могут варьировать примерно как 1 : 3. Этим орошение в степях существенно отличается от орошения в пустынях, где оросительные нормы по годам более стабильны.

Изучение требований растений к влаге и анализ влияния метеорологических условий на растения в засушливые годы показывают, что почти все культуры дают высокие и устойчивые урожаи только при сочетании влагозарядковых и вететационных поливов. Исключение составляют кормовые травы (первый укос) и озимые хлеба, которые в отдельные годы и при одном влагозарядковом поливе дают достаточно высокие урожаи (до 20—25 *ц/га* озимой пшеницы). Для получения же урожаев 35—45 *ц/га* и выше одних влагозарядковых поливов недостаточно даже для озимой пшеницы.

Максимальная эффективность влагозарядковых поливов наблюдается в степях Украины и Северного Кавказа и минимальная — в Заволжье и Казахстане, где для получения высоких и устойчивых урожаев зерновых хлебов (преимущественно яровых) необходимы вегетационные поливы.

В основу выявления районов эффективного орошения зерновых культур (яровая пшеница) на территории СССР положены зависимость урожаев зерна пшеницы от используемых ею в период вегетации количества воды, т. е. от суммарных расходов влаги.

Эффективность орошения (прибавка урожаев зерна) рассчитывалась как разность между урожаями пшеницы при орошении ее оптимальными нормами и в естественных условиях увлажнения.

За максимальный урожай пшеницы принят средний из максимальных урожаев (35 *ц/га*), получаемых в степных районах Заволжья и в Кулундинской степи при рациональном режиме орошения, высокой агротехнике, отсутствии засоления, глубоком залегании грунтовых вод.

Разность между количеством влаги, обеспечивающим этот уровень урожая (35 *ц/га*), и суммарными расходами влаги в естественных условиях, принята как оптимальная оросительная норма.

На основе рассчитанных таким образом прибавок урожаев яровой пшеницы на территории СССР выделены три зоны различной эффективности орошения.

Зона устойчиво высокой эффективности орошения характеризуется средними многолетними суммарными расходами влаги яровой пшеницы в богарных условиях 1300—1700 *м³/га* и средними урожаями всего лишь в пределах 5—10 *ц/га*.

При орошении пшеницы оптимальными оросительными нормами 3300—3600 *м³/га* в 80% лет максимальные прибавки урожаев на территории этой зоны составляют 28—33 *ц/га*. В наиболее благоприятные по метеорологическим условиям годы (20% лет) оптимальные оросительные нормы снижаются до 2000—2400 *м³/га* и обеспечивают прибавки урожаев яровой пшеницы 20—22 *ц/га*. Такие прибавки при высоком уровне агротехники на территории этой зоны обеспечены практически ежегодно.

Зона высокой эффективности орошения включает в себя территорию, где средние многолетние суммарные расходы влаги в естественных условиях увлажнения составляют 1700—2500 *м³/га*, а обеспечиваемые ими средние многолетние урожаи яровой пшеницы — 10—15 *ц/га*.

При норме орошения 2600—3300 *м³/га* в 80% лет максимальные прибавки урожая составят 24—28 *ц/га*. Минимальная оросительная норма в этой зоне варьирует от 1100 до 1700 *м³/га* и обеспечивает прибавки урожаев от 10 до 15 *ц/га*.

Зона умеренной эффективности орошения характеризуется средними многолетними расходами влаги в богарных условиях 2500—3000 *м³/га* и многолетними средними урожаями пшеницы 15—20 *ц/га*. При норме 1900—2600 *м³/га* в 80% лет максимальные прибавки урожаев пшеницы в этой зоне не превышают 19—24 *ц/га*.

В наиболее влажные годы (5—10% лет) орошения совсем не требуется. В сухие же годы (20—25% лет) даже и здесь прибавки от орошения оптимальными нормами составляют более 20 *ц/га*.

Чтобы получить указанные прибавки урожаев яровой пшеницы, необходимо не только правильно рассчитать оптимальные оросительные нормы, но и распределить их во времени в соответствии с потребностью растений во влаге в различные отрезки вегетации, т. е. обеспечить оптимальные сроки и нормы поливов.

Для расчета оптимальных сроков поливов яровой пшеницы используются следующие данные:

глубина промачиваемого слоя, равная 1 *м*;

нижний предел увлажнения — 70% наименьшей влагоемкости;

верхний предел увлажнения — для суглинистых почв 180 *мм* продуктивной влаги, для легкосуглинистых и супесчаных 160 *мм*;

оптимальная поливная норма — для почв легкого механического состава 930 *м³/га*, а для почв тяжелого механического состава 1000 *м³/га*;

уравнения связи, по которым определяется время снижения запасов продуктивной влаги в зависимости от метеорологических условий конкретных лет ($t°$ воздуха и сумма осадков) до предела, когда требуется полив;

запасы продуктивной влаги в почве ко времени сева яровой пшеницы.

Расчет сроков и норм полива с использованием перечисленных данных сделан для территории Кулундинской степи. Следует отметить, что количество поливов и их сроки, обеспечивающие создание оптимальных условий водоснабжения, так же как и оросительные нормы, очень сильно варьируют по территории.

Чтобы получить урожай озимой пшеницы 40 *ц/га* и выше, в зоне, где в среднем требуется добавление воды путем орошения от 2000 до

2500 *м³/га*, в наиболее засушливые годы норма должна повышаться до 3000—3500 *м³/га*, в наиболее благоприятные по погодным условиям годы нормы снижаются до 1500 *м³/га*. Аналогично варьируют оросительные нормы и по другим зонам, повышаясь примерно на 500 *м³/га* в годы с большим числом суховейных дней и соответственно понижаясь в более влажные. В зоне, где оросительная норма в среднем равна 1000 *м³/га*, во влажные годы орошение не требуется.

Агроклиматическое обоснование размещения чистых паров

При своевременной и правильной обработке пара влагонакопительный эффект в степях Украины и Северного Кавказа достигает 80—100 *мм* в метровом слое почвы по сравнению с незанятыми парами и 50—60 *мм* — по сравнению с занятыми парами.

В пахотном горизонте прибавки составляют 15—20 *мм*. Такие влагозапасы обеспечивают дружное появление всходов, хороший рост и развитие озимых в осенний период и высокую их зимостойкость. В результате в засушливых районах урожай озимых хлебов по чистым парам, как правило, намного превышает урожаи озимых по занятым парам, а тем более по беспарью. По высокому агротехническому фону они составляют около 2 *ц/га* на каждые дополнительно накопленные 10 *мм* влаги в метровом слое почвы.

В районах, где из-за суровых условий перезимовки возделывание озимых невозможно, чистые пары весьма эффективны под яровые. В степной зоне Казахстана и Западной Сибири влагонакопительный эффект чистых паров в метровом слое почвы нередко превышает 70—80 *мм*. Причем в связи с особенностями этих районов (малое количество осадков зимой и сильная ветровая эрозия почв) здесь эффективны пары с глубокой безотвальной вспашкой, сочетающие в себе и снегозадерживающую роль стерни и влагосохраняющую роль пара. На чистых от сорняков полях прибавки урожаев зерна яровой пшеницы составляют около 1 *ц/га* на каждые дополнительно накопленные 10 *мм* воды.

Чистые пары наиболее целесообразны в степных районах Украины, Северного Кавказа, Южного Урала, в Нижнем Поволжье, в земледельческой зоне Северного Казахстана, в Кулундийской степи. В большинстве перечисленных районов, особенно в Поволжье и в восточных районах Северного Кавказа, часто бывают не обеспечены влагой всходы озимых (в Поволжье и на Северном Кавказе в 3—6 случаях лет из 10 запасы влаги в пахотном слое неудовлетворительны ко времени сева озимых).

В полосе, расположенной в северных степях Украины и в южных лесостепных провинциях, где увлажнение неустойчиво, целесообразно ввести «смешанные» пары (сочетание черных и занятых паров). В годы, когда бывают засушливыми вторая половина лета (июль—август) и начало осени (сентябрь), более выгодно сокращать площадь занятых и расширять площадь чистых паров.

Во влажные годы (июль — сентябрь), напротив, площади занятых паров должны преобладать в этой полосе над площадями чистых паров. Критерием, разграничивающим влажные и сухие годы в этом аспекте, может быть сумма осадков за июль — сентябрь больше 120 *мм* в лесостепной зоне и более 100 *мм* в степной зоне.

В заволжских, северокавказских и южноукраинских степях чистые пары, предназначенные под озимые, целесообразно после засушливого лета отводить под посев яровых, так как в этом случае успех культуры озимых хлебов представляется сомнительным.

Эффективность действия минеральных удобрений на озимые зерновые в зависимости от условий увлажнения

Эффективность применения минеральных удобрений в большей мере определяется запасом питательных веществ в почве и содержанием их в доступной форме. Однако в засушливых областях на одних и тех же типах почв эффективность удобрений убывает в том направлении, в котором уменьшается обеспеченность осадками и повышается испаряемость. Например, на выщелоченных черноземах лесостепи Украины внесение полного минерального удобрения дает прибавку урожая озимых в среднем на 8 *ц/га*, а на выщелоченных черноземах юго-востока РСФСР — менее 3 *ц/га*.

Зона достаточного увлажнения характеризуется отношением осадков к испаряемости более 1,00, слабозасушливая зона — 1,00—0,77, засушливая — 0,77—0,55, очень засушливая — 0,55—0,33, сухая — 0,33—0,22.

Если эффективность применения минеральных удобрений при отношении осадков к испаряемости 1,00 приравнять к 100%, то каждые 10% увеличения засушливости снижают действие минеральных удобрений почти на 15%. В связи с этим в очень засушливой зоне (отношение осадков к испаряемости меньше 0,50) в неорошаемых хозяйствах минеральные удобрения дают незначительный эффект.

В каждой зоне увлажнения в зависимости от подтипа почвы эффективность применения минеральных удобрений колеблется в пределах ±20—30% эффективности, обусловленной засушливостью зоны.

Севернее лесостепи (зона достаточного и избыточного увлажнения, отношение осадков к испаряемости 1,00—1,33 и более) метеорологические условия обычно благоприятны для эффективного применения минеральных удобрений. На суглинистых дерново-подзолистых почвах в зоне достаточного увлажнения прибавка урожая озимых при внесении минеральных удобрений составляет около 8 *ц/га*. По мере окультуривания почв эффективность удобрений заметно повышается в зонах как достаточного, так и избыточного увлажнения.

Показателями для оценки агрометеорологических условий применения минеральных удобрений являются увлажнение почвы осенью, весенние запасы почвенной влаги, частота пересыхания пахотного слоя почвы в течение летней вегетации озимых, продолжительность периода между возобновлением вегетации озимых и переходом средней суточной температуры через 10°.

Возможность использования минеральных удобрений растениями при оптимальных сроках сева (при переходе средней суточной температуры через 15—17°) в степных и лесостепных районах определяется увлажнением пахотного слоя почвы. Для нормального развития озимых и наиболее полного использования удобрений требуется, чтобы в этом слое было больше 20 *мм* продуктивной влаги. При запасах влаги меньше 10 *мм* получить ровные и дружные всходы невозможно.

Большое влияние на эффективность применения удобрений оказывают запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы весной. При небольших запасах влаги подкормка азотом не дает положительных результатов, так как она приводит к буйному развитию растений, которые во второй половине вегетации расходуют очень много влаги. При весенних запасах 100—120 *мм* в степных и лесостепных районах создается угроза резкого ухудшения состояния растений в период формирования зерна, особенно при возникновении засух и суховеев.

К первоочередным мерам борьбы за повышение эффективности применения удобрений относятся те агротехнические приемы, которые не только обеспечивают удовлетворительное увлажнение пахотного слоя осенью, но и позволяют накопить запасы весенней влаги в корнеобитаемом слое почвы в размерах, соответствующих полевой влагоемкости.

Снижение запасов продуктивной влаги в 20-сантиметровом слое до 20 *мм* и меньше в период летней вегетации является признаком того, что поглощение питательных веществ корневой системой затруднено. При запасах влаги меньше 10 *мм* создаются крайне неблагоприятные условия для поглощения питательных веществ. Отсутствие продуктивной влаги в этом слое указывает на то, что минеральные удобрения практически почти не используются растениями.

Пересыхание пахотного слоя почвы возможно во всех зонах СССР. Непостоянство действия минеральных удобрений в зоне достаточного увлажнения в основном объясняется пересыханием этого слоя почвы в летние месяцы. Поэтому разработка научных основ широкого применения мер, обеспечивающих сокращение испарения с поверхности почвы, относится к числу актуальных проблем, особенно для степных и лесостепных районов.

Чем длиннее период между возобновлением весенней вегетации озимых и переходом средней суточной температуры через 10°, тем эффективнее ранневесенняя подкормка озимых азотом. Этот период на северо-западе нашей страны обычно длится 24 дня, а на юго-востоке — 11 дней. Целесообразность весенней подкормки в степных районах должна определяться каждый год с учетом запасов влаги в почве и продолжительности периода от возобновления вегетации до перехода средней температуры через 10°.

Агроклиматические условия возделывания озимой пшеницы

Агроклиматические факторы, определяющие состояние озимых осенью. Для осенней вегетации озимых, посеянных при переходе средней суточной температуры через 15—17°, в степных и лесостепных районах самым существенным из метеорологических условий является влажность почвы.

Если посев проводится в эти сроки при запасах продуктивной влаги в десятисантиметровом слое больше 10 *мм*, то всходы обычно появляются на 6—9-й день, полнота всходов обеспечивается в среднем у озимой пшеницы на 76%, у ржи — на 65%. Посевы, как правило, имеют отличную и хорошую оценку. Такая оценка посевов обычно сохраняется до конца осенней вегетации, если в течение двух декад после всходов в 20-сантиметровом слое бывает 20 *мм* влаги. В этих случаях кущение начинается на 13-й день после всходов. При посеве озимых в декаду со средней температурой воздуха около 17° температура большинства почв на глубине 10 *см* в среднем равна 19,8°.

За последнее десятилетие средняя температура почвы на глубине 10 *см* в декаду оптимального срока сева озимых (переход температуры через 15—17°) не была ниже 14,5°. При повышении температуры в пределах от 14 до 19° прорастание семян ускорялось. При более высоких температурах ускорения не наблюдалось.

Увлажнение почвы является достаточно надежным показателем агрометеорологических условий осенней вегетации, особенно в период между переходом средней температуры через 15 и 10°.

При своевременной и высококачественной обработке чистых паров на Украине и Северном Кавказе почти ежегодно обеспечивается сохранение почвенной влаги в необходимом количестве для дружных и своевременных всходов, а также нормального развития в течение осенней вегетации. По непаровым предшественникам в южных районах степной зоны удовлетворительные всходы обеспечиваются только в 20—40% лет.

На полях ко времени сева озимых по чистым парам во всей лесной и частично лесостепной зонах влажность метрового слоя превышает 150 *мм* и является вполне достаточной для бесперебойного водоснабжения

посевов. Южнее же, примерно за линией Одесса — Полтава — Луганск — Воронеж — Беспаловка — Пермь — Курган — Барнаул запасы продуктивной влаги составляют менее 100 *мм*, а на крайнем юго-востоке Европейской территории СССР и в центральной части Казахстана — менее 50 *мм*. Особенно сильно здесь бывает иссушен пахотный горизонт. Запасы влаги в нем не достигают 10 *мм* и в 50% лет обусловливают задержку, а иногда и отсутствие всходов. Вследствие недоразвитости растений в этих районах посевы имеют пониженную зимостойкость и часто при неблагоприятных условиях зимы гибнут.

Запасы продуктивной влаги в почве под озимыми. Каждой из зон с различным увлажнением почвы свойствен типичный годовой ход запасов продуктивной влаги. В районах с большими запасами влаги (150—200 *мм*) к началу осеннего сева влажность почвы в течение осени и зимы сильно увеличивается, в основном вследствие капиллярного поднятия воды снизу и в связи с промерзанием верхних слоев. Весной же с оттаиванием почвы избыток воды сбрасывается. Уменьшение влажности продолжается и в течение всего периода вегетации, но все же даже ко времени уборки озимых запасы продуктивной влаги в этих районах бывают выше 100 *мм* (рис. 6). Посевы здесь нередко страдают от избытка влаги.

В районах с запасами влаги к началу осени 100—150 *мм* и с неустойчивой зимой наблюдается повышение влажности почвы в течение всей зимы в результате снеготаяния и жидких осадков во время оттепелей. С началом же весенней вегетации озимых и в течение всей теплой части года запасы влаги сильно понижаются, и к уборке озимых их бывает около 50 *мм*.

В районах с запасами влаги к началу осеннего сева ниже 100 *мм* и устойчивой зимой осеннего и зимнего пополнения запасов практически не происходит. Обогащение почвы влагою здесь наблюдается лишь в период весеннего снеготаяния вследствие проникновения талых вод. По многолетним средним этот весенний максимум, однако, не достигает 150 *мм*, а в некоторых районах он ниже 100 *мм*. Послеуборочные запасы в указанных районах местами бывают ниже 20 *мм*.

В целом для озимых в отношении влагообеспеченности посевов наиболее тяжелыми являются периоды посев — всходы — прекращение вегетации, когда на значительной части территории СССР резкий недостаток влаги предопределяет состояние озимых и судьбу урожая.

Во время весеннего отрастания озимых вследствие таяния снега верхние слои почвы бывают повсеместно хорошо увлажнены и полностью удовлетворяют потребность растений.

В период выхода в трубку — цветения корневая система озимых черпает влагу уже из глубоких слоев почвы. На преобладающей части СССР в это время запасы влаги в метровом слое превышают 100 *мм* и являются достаточными для снабжения озимых. Лишь на территории засушливых районов юга и юго-востока Европейской территории СССР и степной зоны Казахстана бывают годы, когда даже при посеве по чистым парам озимые страдают от недостатка влаги.

В период формирования зерна (цветение—восковая спелость) наблюдается дальнейшее снижение влажности почвы. Но так как в этот период потребность посевов в воде резко снижается, то влагообеспеченность озимых остается на прежнем уровне и лишь в крайне засушливых районах несколько ухудшается. Здесь в метровом слое почвы запасы влаги составляют менее 50 *мм*, а в отдельные годы уменьшаются до 25 *мм* и менее, что неблагоприятно отражается на наливе зерна, а тем самым и на урожае.

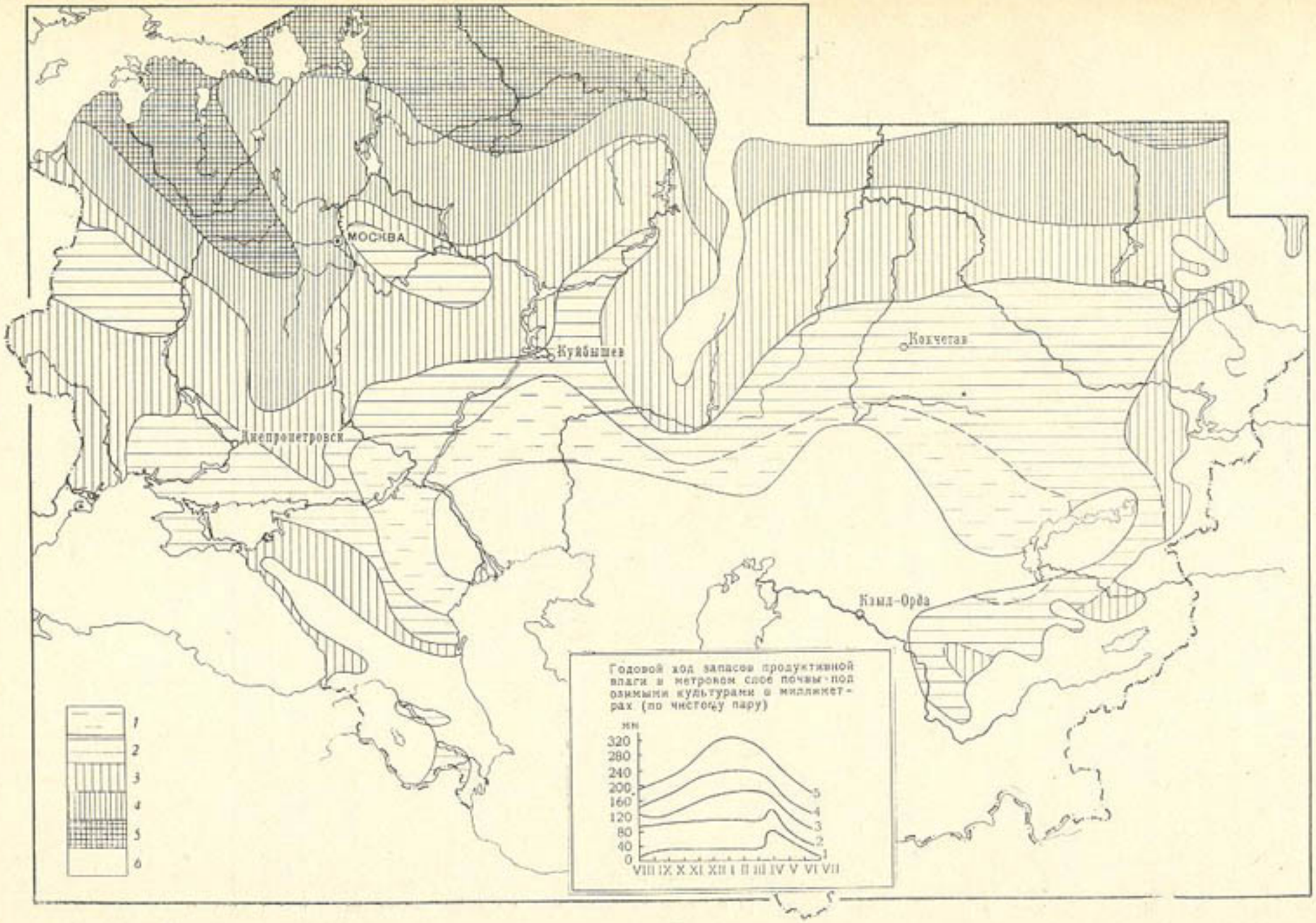


Рис. 6. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы ко времени сева озимых (наступление среднесуточной температуры +15° осенью).

1 — менее 50 *мм*; *2*—51—100 *мм*; *3*—101—150 *мм*; *4*—151—200 *мм*; *5*—более 200 *мм*; *6*—районы горные, поливные и слабоизученные.

На врезке показан годовой ход запасов продуктивной влаги в *мм*. Номера кривых соответствуют условным обозначениям на рисунке

Агроклиматические условия возделывания яровой пшеницы

Посевы яровой пшеницы расположены преимущественно в степной и сухостепной зонах (76%). Урожаи ее крайне неустойчивы и колеблются по годам в очень больших пределах. Даже средняя областная урожайность, например, в Павлодарской области варьировала за последние десять лет от 1,1 до 10,5 *ц/га*.

Запасы продуктивной влаги в почве под яровыми. К началу сева ранних яровых в противоположность озимым на всей земледельческой территории Союза пахотный слой почвы бывает хорошо увлажнен, что обеспечивает благоприятные условия для всходов (рис. 7).

В метровом слое запасы продуктивной влаги к этому времени составляют более 150—200 *мм* в лесостепной и лесной зонах, 100—150 *мм* — в степной и 50—100 *мм* — в южных степных и в сухостепных районах. На территории последних даже в этот ранний период бывают годы, когда запасы влаги не достигают 50 *мм*, а промачивание почвы не превышает 30—40 *см*. В лесной зоне, наоборот, в отдельные годы влажность почвы бывает даже больше 250 *мм* (табл. 4).

После появления всходов условия увлажнения остаются достаточными для поддержания посевов в хорошем и удовлетворительном состоянии. Исключение составляют наиболее сухие районы юга и юго-востока Европейской территории СССР, а также Казахстана и Кулундинской степи, где влажность пахотного горизонта уменьшается до 20 *мм* и меньше и в отдельные годы яровые плохо укореняются, а иногда и гибнут.

В период формирования колоса и цветка (трубка-цветение), который играет весьма ответственную роль в формировании урожаев, на территории, расположенной севернее линии Харьков — Казань — Оренбург — Курган — Новосибирск, запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы обычно близки к оптимальным (больше 100 *мм*). Южнее же указанной границы они меньше 100 *мм*, а на юго-востоке Европейской территории СССР, Северном Кавказе (исключая хорошо увлажненные районы Кубани), в степной части Украины и Крыма — менее 80 *мм*. В этих районах примерно в 30% лет запасы влаги бывают менее 50 *мм*, что неблагоприятно сказывается на посевах. В Нижнем Поволжье, на значительной части территории Северного Казахстана и в Кулунде яровые испытывают острый недостаток воды. Даже в разрезе многолетних средних величин запасы влаги составляют менее 50 *мм*, что сильно снижает озерненность яровых.

В период налива зерна севернее линии Калининград — Ливны — Кудымкар — Челябинск — Новосибирск — Барнаул многолетние средние запасы влаги больше 100 *мм*, посевы хорошо обеспечены водой. Южнее этой границы влажность почвы в основном также достаточная

Таблица 4

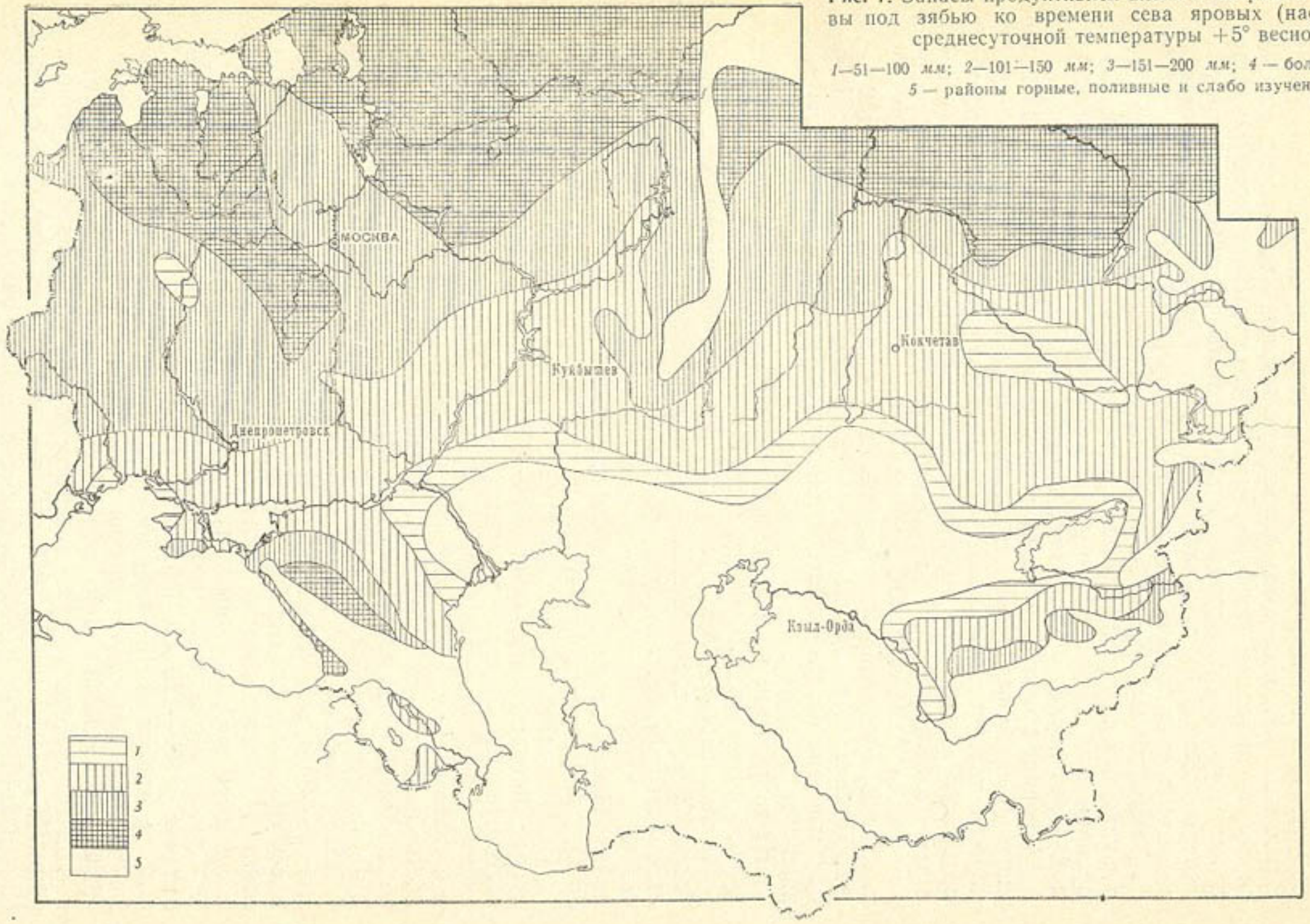
Повторяемость лет с различными запасами продуктивной влаги в метровом слое почвы под зябью ко времени сева яровых, %

Многолетние средние запасы влаги, *мм*	Запасы влаги в отдельные годы*, *мм*					
	0—50	50—100	100—150	150—200	200—250	250
50—100	·	80	10	·		
100—150	·	20	60	10	·	
150—200			10	70	10	·
200—250				·	70	20

*Точка означает повторяемость менее 10%.

Рис. 7. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы под зябью ко времени сева яровых (наступление среднесуточной температуры +5° весной).

1—51—100 *мм*; *2*—101—150 *мм*; *3*—151—200 *мм*; *4* — более 200 *мм*; *5* — районы горные, поливные и слабо изученные



(50—100 *мм*). Но здесь в отдельные годы уже ощущается дефицит влаги. На самом же юге Украины, в восточной части Северного Кавказа, в Нижнем и частично Среднем Поволжье, а также в степных районах Северного Казахстана и в Кулунде в период формирования зерна в 80% лет запасы влаги бывают меньше 50 *мм*, в ряде лет—меньше 20 *мм*. Здесь нередки годы, когда влажность верхних слоев почвы опускается ниже максимальной гигроскопичности, что вызывает отмирание корней, а при отсутствии продуктивной влаги в нижних горизонтах — и полную гибель посевов. В этих районах часто наблюдаются явления запала, захвата зерна и крайне низкий абсолютный его вес.

Таким образом, если по условиям водоснабжения у озимых наиболее тяжелым и ответственным является первый период их роста (посев—прекращение вегетации), то у яровых он благоприятен, а наиболее трудный — это период формирования зерна.

Агроклиматическая оценка территории возделывания яровой пшеницы по влагообеспеченности посевов. Условия роста яровой пшеницы хорошо характеризуются ее влагообеспеченностью. Под влагообеспеченностью понимается отношение влаги, фактически используемой посевами, к влаге, нужной для создания высокого урожая. При влагообеспеченности, близкой к 30%, урожай предельно низкий во всех районах, т. е. семена не возвращаются; при влагообеспеченности 80—120% урожай достигает максимальных значений для данной территории. На рис. 8 представлена средняя многолетняя влагообеспеченность посевов яровой пшеницы.

На территории зоны возделывания яровой пшеницы выделяются следующие пояса влагообеспеченности.

Пояс избыточного увлажнения, влагообеспеченность посевов более 120%. В этой зоне влага в годы с обильными осадками уже является фактором, снижающим урожай. Закономерная связь влагообеспеченности и урожайности здесь иная, чем в зоне недостаточного увлажнения. Посевы яровой пшеницы занимают небольшие площади — около 3% посевной площади яровой пшеницы страны.

Пояс достаточного увлажнения, где влагообеспеченность посевов яровой пшеницы оптимальная (80—120%). Здесь бывают наиболее высокие средние областные урожаи (12—20 *ц/га*). Сумма осадков, выпадающих за вегетационный период, колеблется от 150 до 200 *мм*. По южной границе пояса в 10—20% лет (1—2 раза в 10 лет) влагообеспеченность снижается до 50—60%, т. е. бывает примерно такой же, как в заволжских районах Саратовской области и на юге Омской области. В этом поясе размещено около 18% посевной площади яровой пшеницы.

Пояс недостаточного увлажнения — влагообеспеченность составляет 65—80%, осадков за вегетационный период выпадает 130—150 *мм*. Здесь урожаи снижаются на 10—15% по сравнению с урожаями второго пояса. Площадь, занятая яровой пшеницей, составляет 24% посевной площади яровой пшеницы в стране.

Сухой пояс, где влагообеспеченность равна 50—65%, а сумма осадков — 100—130 *мм*. При влагообеспеченности, близкой к 50%, урожай снижается на 10—15% по сравнению с урожаями третьего пояса. Здесь размещена почти третья часть всех посевов яровой пшеницы (32%). В последних двух поясах наблюдается значительное колебание влагообеспеченности, а в связи с этим и урожайности яровой пшеницы. В районах со средней многолетней влагообеспеченностью около 65% в 2—3 годах из 10 влагообеспеченность снижается примерно до 50%, а один раз в 10 лет — до 35%. В отдельные же годы (1—2 из десяти) влагообеспеченность достигает 80% и более. Колебания даже средней областной урожайности в областях, расположенных в этих поясах, очень велики. В годы с высокой влагообеспеченностью урожайность возрастает в 5—6 раз по сравнению с засушливыми годами.

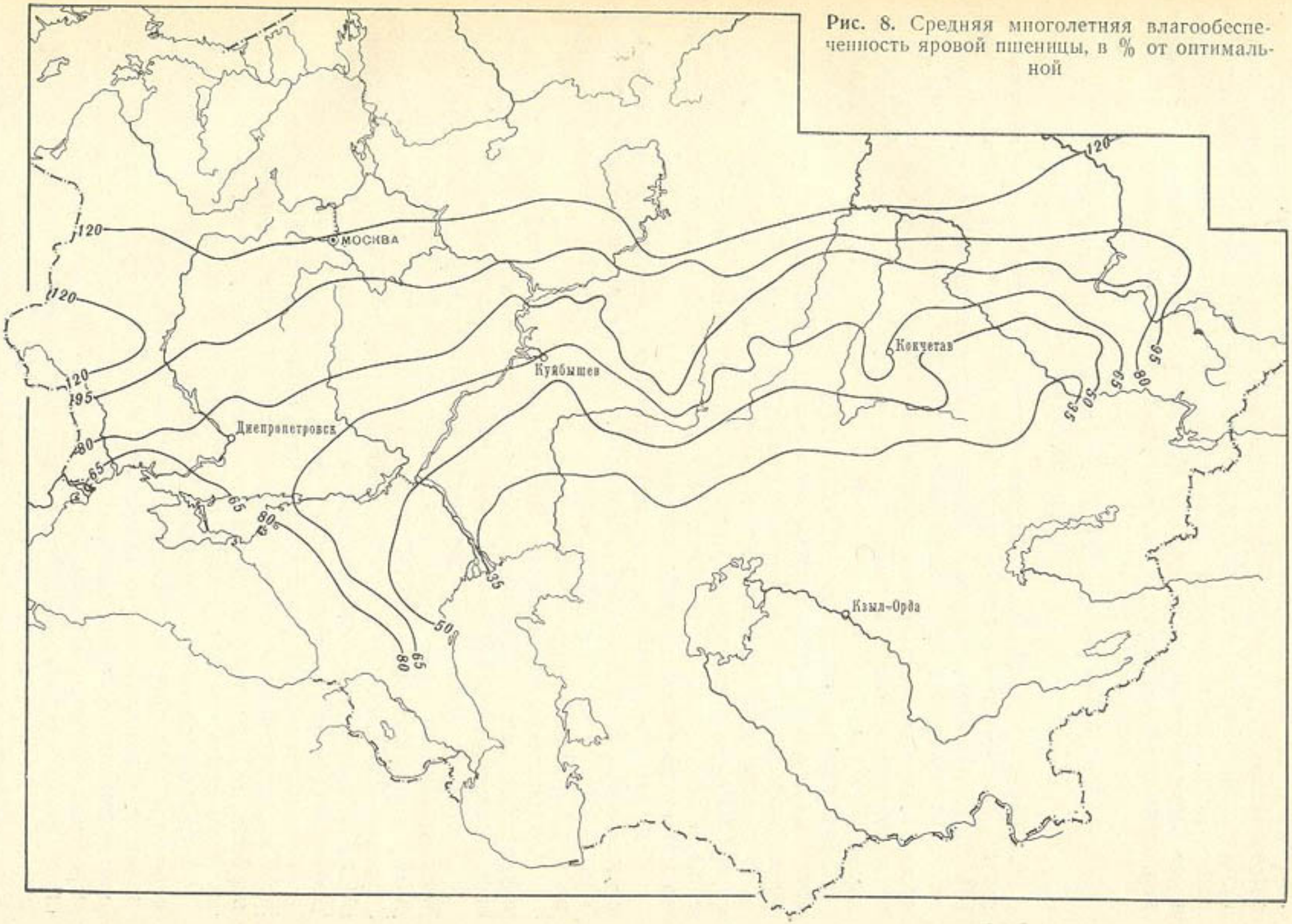


Рис. 8. Средняя многолетняя влагообеспеченность яровой пшеницы, в % от оптимальной

Очень сухой пояс, где влагообеспеченность составляет только 35—40%, сумма осадков менее 100 *мм*. В этом поясе высевается примерно 20% общей площади яровой пшеницы. Урожайность ее крайне неустойчива. В 2—3 годах из 10 влагообеспеченность яровой пшеницы снижается до 35% и менее, а урожайность падает до 2 *ц/га* и ниже.

В районах, расположенных южнее линии влагообеспеченности, соответствующей 35% и проходящей примерно через Астрахань, Фурманово (Уральской области), Караганду, посевы яровой пшеницы нецелесообразны из-за низких и крайне неустойчивых урожаев. Яровой пшеницы здесь высевается лишь 0,7 млн. *га*. Орошение яровой пшеницы наиболее перспективно в четвертом и пятом поясах.

Ареалы рисосеяния и температура поливной воды в период заливки чек

Для роста и полного созревания риса требуется большое количество тепла. Оптимальной температурой произрастания семян принято считать 15°, поэтому сроки сева риса обычно приурочивают к моменту перехода температуры почвы на глубине 10 *см* через 15°. Средняя продолжительность вегетационного периода различных по скороспелости сортов риса колеблется от 110 (раннеспелые сорта) до 130 дней (позднеспелые).

Термические ресурсы рисосеющих районов Советского Союза позволяют возделывать и ежегодно получать в состоянии полной спелости урожаи риса ранне-, средне- и позднеспелых сортов.

В районах, расположенных к югу от линии Бельцы (Молдавская ССР) — Вознесенск (Николаевская обл.)—Пришиб (Запорожская обл.) — Волгоград—Актюбинск, рис среднеранних сортов почти ежегодно может достигать полной спелости.

К югу от изолинии, проходящей через Кишинев, Баштанку (Николаевская обл.), Ростов-на-Дону, Капустин Яр (Астраханская обл.), Иргиз (Актюбинская обл.), среднеспелые сорта риса в 80% лет могут дозревать до состояния полной спелости.

Позднеспелые сорта риса в 80% лет обеспечены теплом для полного созревания лишь в среднеазиатских республиках, в приморских районах Дагестанской АССР и в Азербайджанской ССР.

В районах рисосеяния Европейской территории СССР в основном возделываются раннеспелые (Аллакульский, Дубовский 129, ВРОС 3716) и среднеспелые (ВРОС 213) сорта риса. Позднеспелые (Краснодарский 3352) высевают лишь в Чечено-Ингушской и Дагестанской АССР. С общей площади орошаемых посевов риса в СССР в 1970 г. получено 1,18 млн. *т* риса.

Возделываемый в условиях орошения рис требует постоянного полива. Температура воды к моменту заливки чек весною после посева должна быть не ниже 12°; более низкие температуры препятствуют дружному появлению всходов и задерживают развитие риса.

Во всех рисосеющих районах Европейской территории СССР рис высевают в период третья декада апреля — вторая декада мая, хотя в отдельные, аномально холодные весны (1965 г.) сроки высадки могут растянуться до середины июня. В этот период температура воды во всех источниках водоснабжения (реки, озера, каналы) составляет 14—16°, лишь в Дагестанской АССР заливка чек на рисовых полях производится водой из Терека при температуре 12—14°. Термические ресурсы юга Европейской территории СССР обусловливают 80%-ную обеспеченность созревания среднеранних и среднеспелых сортов риса во всех районах его промышленного разведения.

В среднеазиатских республиках и на юге Казахстана рис возделывается в основном по долинам Амударьи, Сырдарьи и в долине Зерав-

шана; площадь посевов более 100 тыс. *га*. Заливка чек рисовых плантаций здесь производится в период вторая декада апреля — вторая декада мая. К этому моменту температура воды в реках достигает 14—16°. Исключение составляют районы, заливаемые водою из р. Зарафшан; температура воды здесь даже в третьей декаде мая ниже 12—14°.

Агроклиматические ресурсы возделывания кукурузы

Возделывание кукурузы на зерно в нечерноземной зоне теплом не обеспечено, за исключением северо-западных областей Украины. Для достижения фазы восковой спелости требуется сумма эффективных температур 750—800° для раннеспелых сортов. Эта потребность в тепле определяет северную границу возделывания кукурузы на зерно, которая проходит по линии Луцк — Липецк — Куйбышев. В районах Южного Урала, юга Западной Сибири и Северного Казахстана указанные суммы тепла возможны в 50—80% лет, но поздние весенние и ранние осенние заморозки сокращают период вегетации кукурузы до 105—120 дней. Суммы эффективных температур, используемых кукурузой в безморозный период, соответственно уменьшаются в большинстве лет до 600—700°. К тому же недостаток влаги в этих районах задерживает развитие растений. В Северном Казахстане и на юге Западной Сибири могут вызревать в большинстве лет лишь наиболее раннеспелые сорта (Минусинка, Славгородская и др.), которые не распространены в производстве.

Урожайность зерна кукурузы позднеспелых сортов выше, чем раннеспелых, но созревание первых обеспечено теплом лишь в южных районах Украины, в степных районах Северного Кавказа и до высоты 500—700 *м* над уровнем моря в Закавказье, в южных районах Казахстана и в среднеазиатских республиках.

Урожайность зерна кукурузы в основных районах ее возделывания в основном лимитируется ресурсами влаги. Среднее количество осадков за период вегетации кукурузы в западных районах Украины и в предгорных районах Северного Кавказа превышает 400 *мм*, в Нижнем Поволжье оно менее 150 *мм*.

Суммарные ресурсы влаги (запасы продуктивной влаги в слое почвы 0—100 *см* весной плюс осадки за период вегетации кукурузы) в западных районах Украины и в предгорных районах Северного Кавказа в 80% лет выше 400 *мм*, что обеспечивает устойчивую урожайность зерна более 30 *ц/га* на производственных массивах, на уровне агротехники госсортоучастков — более 60 *ц/га*. К юго-востоку от линии Измаил — Днепропетровск — Куйбышев ресурсы влаги, обеспеченные в 80% лет, менее 250 *мм*. В этой зоне для получения высоких урожаев зерна (более 30 *ц/га*) и растительной массы (более 400 *ц/га*) уже необходимо орошение (ориентировочно 1200—1800 $м^3/га$) в период выметывание метелки—цветение початка, когда запасы влаги в метровом слое обычно менее 50 *мм*. Средние областные урожаи зерна в этой зоне снижаются от 18—20 до 10 *ц/га* (Нижнее Поволжье).

К востоку и юго-востоку от линии Кизляр — Цимлянск — Саратов — Бузулук ресурсы влаги, обеспеченные в 80% лет, составляют менее 200 *мм*, что обусловливает низкие урожаи зерна (в отдельные годы менее 5—6 *ц/га*). При орошении, когда более полно используется обилие тепла и солнечной радиации, в южных районах этой зоны возможны урожаи более 50 *ц/га*. Ориентировочные оросительные нормы, необходимые для получения урожая 30 *ц/га*, в среднем составляют здесь 2700—3200 $м^3/га$ при площади листовой поверхности на орошаемых участках около 35 тыс. $м^2/га$, что соответствует густоте посева позднеспелых сортов 60—70 тыс. растений на 1 *га*.

Применение удобрения под кукурузу в засушливой зоне мало эффективно. При орошении величина урожая от удобрений возрастает в 3—8 раз.

Наибольший эффект дает орошение в Средней Азии, где вызревают наиболее позднеспелые и наиболее урожайные сорта кукурузы, дающие более 80 *ц/га* зерна и более 1000 *ц/га* растительной массы на участках с высокой агротехникой.

Многолетние травы

Многолетние травы имеют большое значение в создании прочной кормовой базы для животноводства. В то же время при введении бобовых культур в севооборот повышается плодородие почвы, увеличивается урожайность сельскохозяйственных культур.

Среди кормовых культур, применяемых в полевом травосеянии, ведущая роль принадлежит бобовым (около 75%), в том числе клеверу красному (40—45%) и люцерне (20—25%). Однако от всей площади пашни СССР укосная площадь многолетних бобовых трав составляет всего 6—8%, в том числе клевера 2,5—3,5%, люцерны 1,3—2,8%.

Многолетние травы по биологическим особенностям в состоянии давать для кормовых целей сено, зеленую массу и пастбищный корм.

Люцерна высевается в полевых севооборотах как в чистом виде, так и в травосмеси со злаковым компонентом. Соотношение бобового и злакового компонента в укосной массе 8 : 2.

Долговечность люцерны зависит от условий перезимовки, а также от хозяйственных планов. В практике на неорошаемых землях пользуются люцерной 2—3 года, а при поливе до 4 лет и более.

Продолжительность периода от начала вегетации весной до укосной спелости (фаза цветения) от 35 дней на юге до 60 дней на севере. Сумма температур этого периода в среднем 800°.

Северная граница возможного возделывания люцерны на сено, проходящая по изолинии суммы температур выше 10°, практически совпадает с северной границей земледелия на Европейской территории СССР и корректируется условиями перезимовки в Сибири. Она проходит по линии Петрозаводск — Сыктывкар — Кондинское — Ханты-Мансийск — Тара — Колпашево — Енисейск.

Северная граница возделывания люцерны на семена совмещена с изолинией суммы температур, равной 1800°, и проходит по линии Новгород — Буй — Шарья — Кунгур — Тюмень — Тара.

На территории с температурой почвы на глубине залегания корневой шейки —12, —16° возможны повреждения растений в ряде лет, а с температурой ниже —16° условия неблагоприятны для перезимовки люцерны.

Для активного роста люцерны требуется большое количество влаги. В условиях недостаточного увлажнения южных степных районов СССР она использует в основном осадки зимне-весеннего периода, формируя, как правило, один, реже два укоса. Осадки второй половины лета не обеспечивают хороших вторых и третьих укосов. Однако в благоприятные по увлажнению годы здесь можно получить 3—4 полноценных укоса.

Территории с наиболее благоприятными для люцерны почвенно-климатическими условиями расположены в западной части лесостепной зоны Европейской территории СССР и в предгорных частях Северного Кавказа. По условиям увлажнения здесь возможно формирование двух-трех полноценных укосов.

Оценка агроклиматических условий территории СССР применительно к продуктивности люцерны проведена по урожайности зеленой массы.

К районам с высокой урожайностью (более 200 *ц/га*) относятся предгорная часть Краснодарского края, северная лесостепная часть Украины и прилегающая к ней часть Центрально-Черноземных областей.

К районам с урожайностью выше средней — Белгородская, Курская, Орловская, Липецкая, Тульская, Рязанская области и Мордовская, Чу-

вашская, Марийская, Татарская АССР, северная часть Башкирской АССР.

Районы средней урожайности охватывают южную и восточную лесостепную часть Украины, юг Воронежской и Тамбовской областей, Пензенскую, Ульяновскую, Куйбышевскую области, большую часть Башкирской АССР, Западную Сибирь и Алтайский края. Урожайность ниже средней и низкая соответствует наиболее засушливой степной части Украины и РСФСР.

Широкая приспособляемость люцерны к самым различным почвенно-климатическим условиям способствует увеличению площадей ее посевов.

Клевер красный, возделываемый в СССР, подразделяется на два основных типа: северный позднеспелый и южный раннеспелый. Главное хозяйственное различие их — высокая зимостойкость и малая засухоустойчивость северных и, наоборот, малая зимостойкость и высокая засухоустойчивость южных. Ареалы возделывания их различны.

Клевер высевается, как правило, в смеси со злаковым компонентом (тимофеевка) под покров озимых или яровых культур. Соотношение компонентов в укосной массе 8:2 в первый год пользования и 5:5 — во второй. В третий год пользования клевер выпадает и преобладает в основном злаковый компонент. В практике пользуются клевером два года при 3 годах жизни и реже — один год при 2 годах жизни.

Продолжительность периода от начала вегетации весной до укосной спелости (фаза цветения) и сумма температур соответственно составляют: для клевера северного позднеспелого 65—80 дней и 900—1100°, для северного раннеспелого 60—65 дней и 800—850°, для южного раннеспелого 60 дней и 750—800°.

Северная граница сплошного возделывания клевера на сено, выраженная в суммах температур выше 10°, практически совпадает с северной границей земледелия на Европейской территории СССР и корректируется условиями перезимовки в Западной Сибири, где эта культура может считаться надежной только в некоторых подтаежных районах. В общем северная граница условно проведена через Архангельск, Ижму, Кондинское, Ханты-Мансийск, Тару, Колпашево.

В Восточной Сибири за Енисеем красный клевер почти не возделывается, так как здесь континентальность климата создает неблагоприятные условия произрастания. На Дальнем Востоке клевер возделывают только в горнолесных районах Хабаровского и Приморского краев, а также на юго-востоке Амурской области.

В соответствии с условиями перезимовки в восточных районах страны применяют только особые, приспособленные для этих условий сорта клевера.

На территории с температурой почвы —12, —16° на глубине залегания корневой шейки возможны повреждения растений в ряде лет, а с температурой ниже —16° условия неблагоприятны для перезимовки.

Северная граница преимущественного возделывания южных раннеспелых клеверов, совмещенная с изолинией среднего из абсолютных минимумов температуры воздуха —30°, проходит примерно по линии Ленинград — Витебск — Брянск — Воронеж. К районам преимущественного возделывания южных клеверов относятся прибалтийские республики, Белоруссия, Украина, юго-западная часть Центрально-Черноземных областей, Северный Кавказ. К северу и востоку от указанной территории преобладают северные позднеспелые сорта. В полосе между ареалами северных и южных клеверов расположены смешанные посевы, где оба типа клевера равноценны.

Распространению клевера на юг препятствует засуха, годовая сумма осадков 450 *мм* ограничивает с юга районы устойчивой и целесообразной его культуры.

Районы с высокой урожайностью (более 250 *ц/га*) расположены в условиях оптимального увлажнения. Сюда относятся прибалтийские республики, Белоруссия, юго-западная часть Украины, предгорные районы Северного Кавказа. Высокая урожайность характерна также для прилежащей к Рыбинскому водохранилищу территории с массивами дерново-карбонатных почв.

Районы с урожайностью выше средней (200—250 *ц/га*) ограничены линией Киев — Орел — Москва — Котлас — Ленинград.

Районы со средней урожайностью (150—200 *ц/га*) ограничены линией Черкассы — Моршанск — Йошкар-Ола — Красноуфимск — Сыктывкар — Петрозаводск.

К районам с урожайностью ниже средней (100—150 *ц/га*) относятся южная часть лесостепной зоны Европейской территории СССР и Западной Сибири. В пределах зоны с урожаями более 150 *ц/га* выделяются районы с неблагоприятными условиями. К ним относятся песчаные и заболоченные почвы, а также почвы с высокой кислотностью, что снижает урожаи клевера. Это заболоченные участки Ленинградской, Новгородской, Вологодской областей, прибалтийских республик, районы Полесья, Мещерская низменность Московской области.

Семеноводство клевера по тепло- и влагообеспеченности возможно на всей территории клеверной зоны, за исключением крайнего севера. Северная граница вызревания семян проходит по изолинии суммы температур, равной 1400° (Петрозаводск, Сыктывкар).

В. А. КОВДА, В. В. ЕГОРОВ, Г. Л. МАГАКОВ,
И. Н. СКРЫННИКОВА, С. А. ВЛАДЫЧЕНСКИЙ

О РАЗВИТИИ МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВ В СССР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКИХ УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Особенности земельного фонда СССР и потребность в мелиорациях

Современное земледелие пока еще весьма сильно зависит от природных условий местности. В Советском Союзе — стране, занимающей бóльшую часть двух континентов, с колоссальным разнообразием климатических и почвенных условий — мероприятия, рассчитанные на получение высоких урожаев, должны быть строго дифференцированы по природным зонам.

Советский Союз располагает беспредельными равнинами, чрезвычайно удобными для развития земледелия. Бóльшая часть ($^2/_3$) черноземов земного шара сосредоточена на равнинах Российской Федерации, Украины и Молдавии. Лесостепные равнины Европейской и Азиатской частей Советского Союза характеризуются плодородными почвами, не требующими никаких мелиоративных мер. Две эти природные зоны совместно производят около 60% зерновой продукции страны. Однако эрозия почв и эпизодические засухи здесь отрицательно сказываются на урожаях, снижая их иногда весьма значительно.

Обширная и развитая сеть многоводных крупных и мелких рек, пересекающих Русскую равнину и Сибирь в различных направлениях, обеспечила создание высокоплодородных долинных и пойменных ландшафтов с луговыми почвами, прекрасными пастбищами и угодьями, пригодными для интенсивного овощеводства. Важны в этом отношении поймы и отчасти дельты Волги, Кубани, Дона, Днепра, Дуная, Оби, Камы, Енисея. Но поймы и дельты рек подвергаются наводнениям, заболочены, а иногда сильно засолены и поэтому нуждаются в мелиорациях.

Равнинные пространства и предгорные равнины Средней Азии и Закавказья имеют также высокоплодородные почвы сероземного типа. Без орошения они малопродуктивны, но при орошении дают высокие урожаи всех сельскохозяйственных растений, в частности такой ценной культуры, как хлопчатник.

Обилие солнца и тепла в Южном Казахстане, в республиках Закавказья и Средней Азии создает прекрасные условия при орошении для возделывания риса, виноградной лозы, плодовых и технических растений. Без орошения земледелие здесь практически невозможно.

Бóльшая часть территории Советского Союза расположена к северу от 40—45 параллели северной широты. Такое географическое положение предопределяет преобладание на нашей территории сравнительно холодного климата, промывного типа водного режима почв на повышенных равнинах и заболачивания в депрессиях и низменностях. Этими обстоятельствами объясняется образование колоссальной по протяженности и площади так называемой нечерноземной зоны Советского Союза, охватывающей большое разнообразие кислых бедных подзоли-

стых, испытывающих переувлажнение почв, а также заболоченных пространств и болот различного характера.

Земледелие в этой зоне должно опираться на осушительные мелиорации, известкование и высокие дозы удобрений, что дает устойчивые высокие урожаи.

Внутриматериковое положение обширных равнин Советского Союза, удаленных от Атлантического, Индийского и Тихого океанов и изолированных от них горными сооружениями, является предпосылкой формирования здесь сухостепного, полупустынного и пустынного ландшафтов с небольшим количеством атмосферных осадков, недостаточным для развития естественной растительности и для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Вместе с тем наши южные и юго-восточные засушливые степи, полупустыни и пустыни отличаются сравнительно холодной зимой и во многих случаях сокращенным вегетационным периодом. В северных районах СССР суровые зимы с отрицательными температурами —40, —50, —60° при слабом снежном покрове предопределяют на больших пространствах развитие вечной или длительной сезонной мерзлоты, границы распространения которой опускаются далеко к югу, внедряясь в лесостепь и степь азиатских территорий Советского Союза.

Равнины юга и юго-востока Европейской части СССР, расположенные в засушливом, сухом климате, характеризуются в почвенном отношении преобладанием солонцеватых и остаточнозасоленных каштановых почв и солончаков разного типа. Площади засоленных почв особенно возрастают в долинах, поймах и дельтах рек юга Европейской части. Юго-восток Российской Федерации в зоне Прикаспийской низменности, закаспийские равнины Туркмении, равнины Узбекистана и Казахстана представляют собой бессточные, не обеспеченные естественным дренажем низменности, которые вследствие сухости климата, ничтожного количества атмосферных осадков и крайне высокого естественного испарения являются областями древнего и современного накопления легкорастворимых солей в почвенно-грунтовых водах и почвах. В дельтах рек Средней Азии и Кавказа: Амударьи, Сырдарьи, Или, Чу, Зеравшана, Куры, Терека — преобладают засоленные почвы разного типа, и их освоение для орошаемого земледелия должно обязательно сопровождаться строительством дренажа, промывками и поливным режимом усиленного типа.

Вследствие остаточной засоленности в подпочвенных горизонтах даже лучших сероземных почв Средней Азии бездренажное орошение часто сопровождается подъемом уровня соленых грунтовых вод и перемещением солей в верхние, корнеобитаемые слои почвы. Как культурная, так и дикая растительность при этом гибнет. По официальным данным Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР, в результате этого так называемого вторичного засоления ежегодно выпадает из сельскохозяйственного оборота до 80—100 тыс. *га* поливных земель, охваченных оросительной сетью. Глубокий дренаж, периодические промывки солей — обязательные мероприятия на орошаемых землях такого типа.

Одно из наиболее неблагоприятных и затрудняющих развитие сельского хозяйства обстоятельств — это засушливость климата в области сухих степей и черноземных равнин. Систематическая борьба с засухой, проявляющейся в сильной или в ослабленной форме, служит объектом специально разработанной агротехники «сухого земледелия» и предметом специальных мелиоративных мер, в числе которых ведущее место принадлежит орошению, полезащитному лесоразведению, сверхглубокой вспашке, обеспечивающей создание проницаемых культурных горизонтов почвы, усваивающих атмосферную влагу и защищающих ее от непродуктивного испарения.

Обзор природных условий Советского Союза показывает, что различные мелиорации малоплодородных почв являются совершенно необходимым условием для повышения продуктивности земледелия, увеличения эффективности удобрений и механизации, возрастания валовой продукции зерна, овощей и растительного сырья.

Общая площадь сельскохозяйственных угодий в СССР, по данным Министерства сельского хозяйства СССР, составляет около 609,0 млн. *га*. Площадь пахотных земель исчисляется в 224,1 млн. *га*. В пользовании совхозов и колхозов находится около 535,8 млн. *га* сельскохозяйственных угодий.

Однако изученность и качественная оценка фонда сельскохозяйственных угодий в СССР недостаточная и охватывает примерно 50,7% площади всех угодий (около 271,6 млн. *га*). Охват мелиоративными обследованиями и оценкой земель резко колеблется по республикам:

Республика	Степень изученности, %	Республика	Степень изученности, %
Белоруссия	100	Армения	37,3
Латвия	100	Грузия	14,2
Украина	97,7	Киргизия	8,3
Молдавия	96,8	Узбекистан	6,9
Эстония	84,1	Литва	5,2
РСФСР	66,8	Туркмения	1,4
Казахстан	36,3	Азербайджан	Сведений нет

Надо признать, что и произведенные обследования земельных ресурсов страны недостаточно иллюстрированы данными химических и физических анализов почв.

Учет и качественная оценка земель в СССР благодаря решениям майского Пленума (1966 г.) ЦК КПСС стали интенсивно развиваться в последние годы. Министерство сельского хозяйства СССР и Почвенный институт ВАСХНИЛ достигли в этом вопросе определенных успехов. Создан специальный Государственный институт земельных ресурсов. Получены первые сводные данные прежних материалов, по которым можно представить количественную картину потребностей СССР в мелиорациях. Эти данные показывают, например, что площадь смытых и подверженных действию водной эрозии земель в СССР составляет 27,8 млн. *га*, из которых среднесмытые занимают 7,5 млн. *га*, или 28%, сильносмытые 3,8 млн. *га*, или 14%.

Весьма значительная площадь земель подвержена действию дефляции (ветровой эрозии), а именно 13,7 млн. *га*, в числе которых среднеэродированных —4,1 млн. *га*, или 30%, сильноэродированных—1,5 млн. га, или 11%.

Таблица 1

Площади орошаемых и осушенных земель (данные Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР)

Страна	Орошаемые земли		Осушенные земли		Страна	Орошаемые земли		Осушенные земли	
	млн. *га*	% от с.-х. угодий	млн. *га*	% от с.-х. угодий		млн. *га*	% от с.-х. угодий	млн. *га*	% от с.-х. угодий
СССР	10,17	1,9	7,00	1,3	Венгрия	0,37	5,3	4,24	61,0
США	18,01	4,1	40,00	9,0	Румыния	0,23	1,6	1,30	8,8
Англия	0,11	0,5	4,40	22,4	Польша	0,41	2,0	3,23	16,2
Франция	2,00	5,9	1,00	2,9	Чехословакия	0,14	2,0	0,90	12,6
Италия	3,10	15,2	1,75	8,6					
Болгария	1,01	14,8	0,18	2,7	ГДР	0,12	1,9	1,15	17,9

В орошаемых районах Средней Азии и Закавказья, а также в сухих степях Юго-Востока обращает на себя внимание величина площади почв, подверженных засолению, различных солончаков и земель с солонцовыми комплексами. Она составляет 48,66 млн. *га*, в том числе 9,6 млн. *га* засоленных почв, 1,26 млн. *га* солончаков и 37,8 млн. *га* массивов с солонцовыми комплексами. В материалах МСХ СССР по обследованию сельскохозяйственных угодий отмечаются также большие площади каменистых земель (17,7 млн. *га*).

Для сельскохозяйственных угодий зоны избыточного увлажнения, т. е. для нечерноземной полосы Советского Союза, характерно наличие заболоченных земель на площади 17,38 млн. *га* и переувлажненных — на площади 5,7 млн. *га* (в том числе 3,9 млн. *га* внепойменных и 1,8 млн. *га* пойменных).

По группе так называемых кислых почв, нуждающихся в различной степени известкования, учтено 53,37 млн. *га*.

Почвы	Площадь, млн. *га*
Близкие к нейтральным (pH 5,6—6,0)	12,87
Слабокислые (pH 5,1—5,5)	16,78
Среднекислые (pH 4,6—5,0)	14,78
Сильнокислые (pH меньше 4,5)	7,43

Для районов орошения и осушения большое практическое значение имеют данные о глубине залегания грунтовых вод. Так, территории, характеризующиеся глубиной залегания грунтовых вод выше 1 *м*, составляют 1,2 млн. *га*, от 1 до 2 *м* — 2,16 млн. *га* и от 2 до 3 *м* — 1,9 млн. *га*.

Из последних данных очевидно, что около 50% площади поливных земель имеют грунтовые воды на небольшой глубине — менее 3 *м* от поверхности.

Таким образом, по указанным группам земель, требующим различных мелиораций, насчитывается, по данным Министерства сельского хозяйства СССР на 1. XI 1966 г., 125,6 млн. *га*. Но это еще далеко не полные сведения, так как многие территории в мелиоративном отношении пока не обследованы. Однако даже эти данные показывают, что почти четвертая часть площади сельскохозяйственных угодий страны (23,4%) нуждается в тех или иных видах мелиораций. Отсюда напрашивается вывод о необходимости весьма серьезных дальнейших исследований земельного фонда в целях выяснения лимитирующих факторов и осуществления мелиораций для повышения продуктивности земледелия.

В тесном сочетании с широкой химизацией и механизацией земледелия мелиорация поможет решить проблему дальнейшего повышения уровня продуктивности сельского хозяйства.

Следует иметь в виду, что рассмотренные данные представляют лишь общую обзорную характеристику земельного фонда страны и потребностей в мелиорациях. Для разработки и осуществления проектов мелиорации нужны детальные комплексные исследования местности, включая топографию, гидрогеологию, геохимию местности, физику и химию почвенного покрова, опыт местного земледелия, лесоводства и т. д.

Развитие оросительных мелиораций

Уточненные данные гидрометеослужбы СССР и Министерства мелиораций и водного хозяйства СССР показывают, что примерно на 70% территории, пригодной для земледелия, искусственное орошение сельскохозяйственных культур дает прибавку в урожае, особенно в засушливые годы.

При высокой сельскохозяйственной агротехнике на хорошо удобренном фоне прибавки урожаев зерновых в лесостепи могут быть до 50%,

в степных зонах — до 75—100%, в теплых черноземных степях юга СССР до 200—250%. В засушливых теплых районах юго-востока и юга СССР орошение спасает зерновые от гибели. Возделывание риса без орошения невозможно вообще. То же относится к хлопчатнику в Средней Азии и Закавказье.

По мере повышения урожайности растений, в частности зерновых, общие потребности их в воде будут увеличиваться. При достижении средних урожаев зерновых 40—45 *ц/га* дальнейший рост урожаев в степных областях без дополнительных поливов будет весьма затруднен. Даже в Голландии урожаи зерновых 45—55 *ц/га* получают не только благодаря удобрению, но и вследствие субирригации на орошенных землях. Поэтому в перспективном планировании на ближайшие 15—20 лет, кроме весьма значительного увеличения применения минеральных удобрений и механизации, следует предусматривать широкое развитие орошения зерновых, технических, огородных и плодовых культур.

Нужда в орошении, осушении, известковании и других видах мелиораций будет постоянно расти по мере роста потребностей и численности населения и создания специальных резервов продовольствия и сельскохозяйственного сырья в государстве.

В настоящее время в СССР орошается около 10 млн. *га*, из них на посевы зерновых культур приходится около 2,5 млн. *га*. По условиям почвенных ресурсов в Средней Азии возможно оросить до 20 млн. *га* дополнительно. В степных районах юга и юго-востока Европейской части СССР и в Южной Сибири земельные ресурсы для орошения практически не ограничены. Свободные речные воды, по данным Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР, позволяют оросить до 25—28 млн. *га*. При этом интересы всех других потребителей, по мнению Министерства, не будут задеты. Однако это должно быть тщательно пересчитано с учетом условий будущего.

Уже теперь требуется глубокая научная разработка природных и экономических сторон проблемы переброски вод северных рек на юг, нужны поиски дешевых пресных подземных вод и проведение широких работ по получению дешевых пресных вод для будущего орошения путем деминерализации соленых вод.

Необходима также разработка нового вида мелиорации почв путем изменения их водно-физических свойств и уменьшения бесполезного испарения влаги из почвы. Путем понижения поверхностного натяжения воды и частичной гидрофобизации капиллярных систем почвы, по-видимому, возможно значительное уменьшение испарения влаги из почвы. Исследования этого явления ведутся в СССР и за рубежом. Успех даст повышение урожаев неорошаемых зерновых культур.

Краткие итоги развития оросительных мелиораций за последние годы

Решения майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС вызвали значительное увеличение темпов развития орошаемого земледелия в СССР и его распространение на степные районы РСФСР, Украины, Молдавии, где стала создаваться новая база рисосеяния и возделывания поливной пшеницы.

До 1966 г. ежегодно осваивалось под орошение по 100—150 тыс. *га* новых земель. Об этом можно судить по приросту общей площади поливных земель за время 1960—1965 гг.:

Год	Площадь орошаемых земель, млн. *га*	Год	Площадь орошаемых земель, млн. *га*
1960	9,4	1964	9,8
1962	9,5	1965	9,9

Начиная с 1966 г. темпы прироста поливных земель в СССР утроились и за 1966 и 1967 гг. прирост составляет в среднем 350 тыс. *га*. Эти приросты, хотя сами по себе весьма значительные, тем не менее заметно ниже того, что намечалось первоначально (по 500—600 тыс. *га* в год). Это объясняется трудностями самой задачи, возникновением непредвиденных обстоятельств (подъем грунтовых вод, постройка дренажа и др.).

Известно, что урожаи пшеницы на поливных землях были до 1965/66 г. в среднем по стране низкие и составляли 14—15 *ц/га*. После майского (1966 г.) Пленума благодаря повышению культуры орошения, удобрениям и введению новых сортов в 1967 г., по данным Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР, урожаи поливных культур поднялись по стране на 20—36%:

Культуры	Прирост урожаев, %	Культуры	Прирост урожаев, %
Зерновые	36,2	Сахарная свекла	23,5
Хлопчатник	17,7	Овощи	18,0

В 1967 г. общая продукция зерновых культур на поливных землях достигла 3,72 млн. *т*, что на 880 тыс. *т* превышает сбор зерна с поливных полей в 1965 г.

Особенно заметны положительные результаты орошения земель под зерновые на Северном Кавказе, Украине и в Молдавии, где урожаи на поливных землях были в 1963 г. около 18—20 *ц/га*, а в 1966/67 г. увеличились в среднем до 30—34 *ц/га*.

В 1967 г. удвоились по сравнению с 1963 г. площади под культурой риса (300 000 *га*). И если в прошлом средняя урожайность риса была 24—25 *ц/га*, то в 1966 и 1967 гг. она увеличилась до 32 *ц/га*. Валовой сбор риса по стране теперь составляет более 1 млн. *т*, что в 3 раза больше чем в 1962 г. Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР выполняет значительно возросшие объемы строительных работ на новых землях юга и юго-востока, работы по реконструкции и модернизации старых оросительных систем в Средней Азии и Завкавказье, изыскание и проектирование новых оросительных систем. Министерство и его сеть обеспечены лучше, чем когда-либо, парком экскаваторов, бульдозеров, скреперов, самосвалов, автомобилей, дренажных машин и т. д. Созданы и разрабатываются новые типы машин для дождевания, облицовки и очистки каналов, для мелиоративной обработки почв.

Особенно большим достижением является создание мощной строительной индустрии, производящей сборные бетонные и железобетонные конструкции, лотки, трубы, плиты. В стране производятся и вводятся в практику мелиорации трубы из полимерных материалов, гибкие шланги, специальные сифоны, полимерные пленки. Министерством создаются конструкторские бюро, машиноремонтные заводы, базы механизации. Этим создан индустриальный фундамент, с помощью которого в дальнейшем возможно будет в установленные сроки и с высоким качеством осуществлять государственные планы оросительных работ. Новые оросительные системы проектируются и строятся в расчете на высокий КПД. В дальнейшем предполагается вводить автоматическое и телемеханическое управление оросительными системами. Небольшие опытные автоматические оросительные системы уже строятся.

Расширяется сеть научных и проектных институтов по орошению и мелиорации. Улучшается подготовка кадров ирригаторов-мелиораторов. Однако сделанного пока недостаточно для темпов ирригационного строительства на уровне, намеченном майским (1966 г.) Пленумом (7—8 млн. *га* за десятилетие 1966—1975 гг.). Для выполнения этого решения необходимо в год осваивать по 700—800 тыс. *га* новых орошаемых земель.

В 1966 и 1967 гг. удалось освоить приблизительно по 350 тыс. *га*. Совершенно очевидно, что сохранение достигнутых темпов и их дальнейшее

наращивание нуждаются в дальнейшей возрастающей организационной, материальной и научной помощи Министерству мелиорации и водного хозяйства СССР со стороны всех смежных ведомств.

Перспективы развития орошения

Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР, СОПСом, Госпланом СССР и Научным советом АН СССР по проблемам почвоведения и мелиорации почв обсуждались три возможных контрольных цифры прироста площади орошаемых земель.

Варианты	Прирост на 1981 г., млн. *га*	Общая площадь орошения в 1981 г., млн. *га*
Первый	7	17
Второй	12—14	22—24
Третий	18	23

С точки зрения водных и почвенных ресурсов, все три варианта возможны, хотя третий без одновременной переброски вод северных рек на юг может поставить страну на опасную грань дефицита пресной воды. Исходя из опыта ирригационного строительства до майского Пленума 1966 г. и после, можно видеть, что прежние приросты около 1—1,5% общей площади орошения были увеличены в 1966 и 1967 гг. примерно до 3%.

Если прирост поливных площадей будет проходить успешно, то всегда можно произвести поправку на увеличение темпов при уточнении пятилетних и годовых планов (табл. 2).

В Директивах XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. предусмотрено ввести в эксплуатацию за пятилетие 5 млн. *га* новых орошаемых земель.

Решением июльского (1970 г.) Пленума ЦК КПСС площадь орошаемых земель в СССР в 1985 г. должна составить 21 млн. *га*.

Таблица 2

Возможные приросты площадей орошаемых земель в СССР к 1981 г., тыс, *га*

Год	Сумма площадей	3%-ный прирост	4%-ный прирост	5%-ный прирост
1968	10 000	300		
1969	10 300	310		
1970	10 610	320		
1971	10 930		440	
1972	11 370		460	
1973	11 830		470	
1974	12 200		500	
1975	12 700		510	
1976	13 210			660
1977	14 870			690
1978	14 560			730
1979	15 290			760
1980	16 050			800
1981	16 850			

Борьба с засолением орошаемых почв

Общее состояние проблемы борьбы с засолением почв

Искусственное орошение полей — наиболее древний и сложный вид мелиорации почв и приземного климата. В настоящее время в мире орошается около 220 млн. *га* земель (включая повторные культуры). Главной поливной культурой является рис, занимающий примерно $^2/_3$ всей орошаемой площади. За ним следуют хлопчатник, масличные культуры, сахарный тростник и плодовые, пшеница, овощные и др. В теплом климате искусственное орошение позволяет снимать два и три последовательных урожая риса или других культур в год. Применение же методов уплотненных комбинированных посевов дает возможность при орошении в условиях субтропического и тропического климата получать 5 и 7 урожаев овощных культур в год, как это показывает опыт стран Юго-Восточной Азии. В Советском Союзе в настоящее время орошается около 10 млн. *га* земель. Основная поливная культура — хлопчатник, значительные площади заняты рисом.

Искусственное орошение, особенно в сочетании с дренажем, воздействует не только на почву, но практически и на все элементы физико-географической среды, поэтому оно вызывает глубокие и длительные в своем проявлении изменения в природных условиях местности. Половина (иногда и больше) воды, поступающей в оросительную систему, теряется на фильтрацию и на подтопление полей избыточными водами, что вызывает катастрофические вторичные засоления орошаемых почв или их заболачивание. Важнейшим условием предупреждения вторичного засоления и вторичного заболачивания является техническое усовершенствование оросительных систем и строгая организация их работы. Вводя усовершенствования в технологию и техническую оснащенность оросительных систем (лотки, гидроизоляция, дождевальные машины, планировки и точное водораспределение в соответствии с требованиями растений и свойствами почвенного покрова), можно обеспечить коренное улучшение водоиспользования и поднять коэффициент полезного действия до 80—85%, уменьшив этим и опасность засоления почв.

После майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС эти мероприятия начинают широко вводиться в практику, что во многих случаях ослабит явления засоления почв.

И все же опасность засоления орошаемых почв и заболачивания в зоне орошаемого земледелия не снимается даже при улучшенной технологии и оснащенности оросительных систем. Дело в том, что при орошении коренным образом меняются природный водный и солевой балансы территории. Это происходит не только потому, что на поля поступает большое количество фильтрационной и поливной воды (до 10—20 тыс. $м^3/га$ ежегодно), но и потому, что снижается или полностью прекращается вековое подземное испарение грунтовых вод, их запас медленно увеличивается, а уровень поднимается. Кроме того, возникает и распространяется на обширные расстояния гидростатическое давление от крупных фильтрующих каналов на грунтовые воды оросительных систем и прилегающей территории.

Солевой баланс бездренажных оросительных систем меняется в неблагоприятную сторону соленакопления потому, что испарение близких к поверхности грунтовых вод приносит сотни тонн солей в почвы и с каждым кубометром поливной воды даже отличного качества (при минерализации 0,2—0,3 *г/л*) в систему поступают по 0,2—0,3 *кг* солей. Воды рек Советского Союза в большинстве слабо минерализованы; но малые местные реки, такие как Малый и Большой Узень, в нижнем течении имеют соленость до 2—3 *г/л*. Вследствие дренажного стока минерализация воды в Сырдарье повысилась (с 0,2—0,4 *г/л* в прошлом до 0,8—1,0 *г/л*

в настоящем), Артезианские воды Украины, Степного Крыма часто содержат до 4—5 *г/л* солей и поэтому при орошении вносят их много в почвы. При поливах такими водами возникает необходимость промывного типа орошения, и поэтому норма дренирования почв должна быть увеличена.

Весьма значительное засоление орошаемых почв произошло в Азербайджане (Муганская, Сальянская, Мильская оросительные системы), в Узбекистане, Туркмении и Казахстане (Голодностепские, Мургабская, Шаульдерская оросительные системы), в Таджикистане (Вахшская оросительная система), в низовьях Амударьи и Чарджоуском и Хорезмском оазисах. В пятидесятых годах этот процесс был остановлен. Но медленный прирост площади засоленных земель продолжается и до настоящего времени, несмотря на отдельные примеры успешной ликвидации солончаковых явлений. На большой территории этот прирост составляет около 1—1,5% общей площади орошения. Так, в 1963 г. из хозяйственного использования выпало около 100—120 тыс. *га*, а введено было в орошение новых земель 155 тыс. *га*.

Очень тревожным фактом является развитие содового засоления, самого токсического для сельскохозяйственных растений и самого сложного для мелиорации. Оно происходит на землях вновь построенных волго-донских оросительных систем (Веселовская, Азовская, Нижнедонская) и землях Карабахского канала в Азербайджане. Дренажные сооружения здесь не были построены или вводились с опозданием. Сходная ситуация может создаться на Краснознаменском орошаемом массиве юга Украины.

Тревожная информация поступает из зоны Северо-Крымского канала, где в орошение без применения дренажа вовлекаются земли, которые по прогнозу почвоведов склонны к вторичному засолению и не рекомендовались к освоению без дренажа.

Особенно показательны в этом отношении территории, примыкающие к Каракумскому каналу в Мургабском орошаемом оазисе. Здесь после проведения Каракумского канала и значительного расширения поливных площадей (без дренажа!) уровень грунтовых вод очень быстро поднялся и некоторые массивы орошаемых земель вышли вследствие засоления из строя. Этот процесс продолжается и теперь.

Создается впечатление, что во всех этих случаях предварительные исследования были недостаточными или же мелиоративные рекомендации почвоведов не учитывались. Возможно, что проектирование и строительство были поспешными, а отрицательные последствия и необходимость сооружения дренажа не были предусмотрены.

Для ликвидации процессов, ведущих к образованию засоленных почв, необходимо изменить их водно-солевой режим и баланс грунтовых вод с накопительно-испарительного на проточный тип, т. е. на такой, в котором главной расходной статьей является их систематический отток. Это возможно сделать только с помощью инженерного дренажа и промывных поливов.

Процесс мелиорации засоленных почв с помощью дренажных устройств и промывок проходит медленно (годами), с большими трудностями и не всегда доводится до конца. В республиках Средней Азии и Закавказья засоленные почвы на некоторых оросительных системах занимают до 65—75% площади. Это резко снижает эффективность орошения и урожаи хлопчатника, винограда, зерновых, свеклы, трав. Засоленность почв хлопковых районов — одна из главнейших причин, тормозящих темпы роста урожаев хлопка-сырца.

Решения майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС, подчеркивающие необходимость строительства дренажа и осуществление мелиоративных работ на орошаемых засоленных почвах, открыли новый этап в борьбе с засолением почв. На основе строительства горизонтального дрена-

жа достигнуто почти полное рассоление почв Вахшской долины в Таджикистане, Чарджоуского оазиса в Туркмении. Хорошие результаты дал горизонтальный дренаж в Хорезме, Фергане, Бухаре.

Многое делается в этом отношении в Кура-Араксинской низменности. Обширные мелиоративные работы по борьбе и по предупреждению засоленности орошаемых почв развернуты в Голодной степи. Здесь в последние годы построена развитая сеть горизонтального дренажа с удельной протяженностью на отдельных массивах до 50—60 *м/га*. Заложено и эксплуатируется более 200 скважин вертикального дренажа, работающего в сочетании с сетью магистральных коллекторов. Накопительный солевой баланс ряда массивов орошенной территории был изменен благодаря этому в рассолительный. Площади солончаков и сильно засоленных почв стали сокращаться (28,6 тыс. *га* в 1952 г. — 17,8 тыс. *га* в 1966 г.). Урожаи хлопчатника возрастают. Однако слабо- и среднезасоленные почвы на многих массивах еще преобладают над незасоленными. Значительная часть территории еще не возвращена в хозяйственное использование. Густота дренажной сети и глубина дрен на ряде массивов не доведены до проектной. Дрены строятся неаккуратно и поэтому плохо работают. При закрытых дренах коллекторы сооружаются открытыми («экономия»), они часто переполнены, заилены и подпирают сток в дренах. Ситуация во многих орошаемых хлопковых районах остается неудовлетворительной и засоленность почв продолжает снижать прирост общей площади орошения и урожаи на поливных землях.

На 1967 г. в СССР из 9,8 млн. *га* ирригационно подготовленных земель в той или иной степени было засолено и склонно к засолению 3,9 млн. *га*, или 40%. Особенно засоление распространено в хлопковых районах, где из 7,3 млн. *га* засолено 3,4 млн. *га*, что составляет около 50%. Рассоление почв и предупреждение процессов засоления орошаемых земель — одно из актуальнейших и наиболее сложных мелиоративных мероприятий, без осуществления которого орошаемое земледелие Советского Союза будет испытывать большие затруднения и потери.

Земли перспективного орошения в Средней Азии, в том числе текущего и ближайшего освоения, большей частью также засолены. Например, в зоне Каракумского канала мелиорации по рассолению нужны на 84% площади орошения, в Каршинской степи — на 80%, в Голодной степи с прилегающими районами — на 81%.

Большие площади неиспользуемых земель внутри оазисов древнего орошения, так называемые «перелоги», как правило, также сильно засолены. Кроме того, среди орошаемых земель встречаются почвы пятнистого засоления; солончаковые пятна местами составляют до 20—30—40% площади посевов. На полях сплошного засоления урожай хлопчатника гибнет полностью. На почвах пятнистого засоления урожай снижается тем больше, чем больше число пятен солончаков. Эти поля дают низкие урожаи хлопка-сырца (7—14 *ц/га* против 30—40, получаемых с незасоленных почв). Поэтому и средние урожаи хлопка-сырца растут медленно и держатся на уровне 20—25 *ц/га* вместо возможных 30—35 *ц/га*. Недобор хлопка-сырца по сравнению с возможным урожаем ежегодно составляет около 2 млн. *т*.

По данным Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР, в 1966/67 г. в числе ирригационно подготовленных земель было в той или иной степени засолено 4 млн. *га* (табл. 3).

Анализ данных ЦСУ говорит о том же. На 1964—1965 гг. оросительная сеть в стране имелась на площади 12,1 млн. *га*, считалось, что ирригационно подготовленных земель было 9,8 млн. *га*, а фактически поливалось лишь 8,1 млн. *га*. Главным фактором, определяющим неполное использование земель с оросительной сетью, является засоленность.

В наибольшей степени (на 50—70%) засолением затронуты поливные земли таких республик, как Узбекистан, Туркмения, Азербайджан.

Таблица 3

Площади орошаемых земель

Союзная республика	Ирригационно подготовленные земли			Засоленные, тыс. *га*		
	всего, тыс. *га*	засоленные и нуждающиеся в дренаже		слабозасоленные	среднезасоленные	сильнозасоленные солончаки
		тыс. *га*	%			
Узбекская	2354	1620	57	570	930	120
Туркменская	497	340	69	144	151	45
Киргизская	977	190	20	85	85	20
Таджикская	476	120	25	60	40	20
Казахская	1290	470	36	300	120	50
Азербайджанская	1229	633	52	180	460	48
Грузинская	356	8	2	—	—	8
Армянская	262	7	3	—	—	7
РСФСР	1483	585	40	436	149	—
Украинская	376	12	3	—	12	—
Итого	9300	3990	40	1725	1947	318

Остро стоит данный вопрос также в Казахстане и РСФСР, где засоление проявляется примерно на 40% ирригационно подготовленных земель.

Основной мерой предупреждения и ликвидации засоленности поливных земель служит достаточно интенсивный искусственный дренаж. Однако в течение длительного времени не уделялось должного внимания проектированию и строительству дренажа. Оросительные системы вводились в эксплуатацию без коллекторно-дренажной сети. В некоторых древних оазисах была ликвидирована старая дренажная и даже сбросная сеть каналов. Работе в научных учреждениях мелиоративного профиля было придано «бездренажное» направление. Надо сказать, что вся эта «деятельность» противников дренажа привела в 40—50-х годах к ухудшению состояния почвенного покрова во многих районах орошения и к сильной отсталости в научных и технических вопросах дренажного строительства.

Удельная протяженность дренажно-коллекторной сети по ряду республик все еще недостаточна (12—13 *м/га* вместо необходимых 40—50 *м/га*), что видно по данным Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР на 1966/67 г. (табл. 4). Но и эта сеть в большинстве случаев не имеет нужной глубины и не всегда содержится в хорошем состоянии.

С 1966 г. Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР осуществляет большие работы по созданию горизонтального и вертикального дренажа. Однако основной объем этих работ будет выполняться в 1971—1975 гг. Таким образом, положительный эффект от дренажа будет проявляться позже.

В качестве примера успешной борьбы с засолением почв можно привести Вахшскую долину Таджикистана. Здесь густота дренажной сети была доведена в среднем до 19 пог. *м/га* и площадь сильнозасоленных земель и солончаков в составе ирригационно подготовленных земель уменьшилась с 50% в 1945 г. до 12% в 1964 г. и до нескольких процентов в 1967 г. В среднем по долине теперь собирают урожай тонковолокнистого хлопка-сырца 27 *ц/га*. Валовые сборы хлопка за время с 1945 г. увеличились в долине в 7 раз.

Больших успехов за последние годы достигла Хорезмская область Узбекской ССР. В течение 50-х и 60-х годов здесь проведены большие работы как по улучшению имеющейся коллекторной сети, так и по стро-

Таблица 4

Протяженность дренажно-коллекторной и сбросной сети, *км*

Союзная республика	Общая протяженность	В том числе		Закрытая сеть	Удельная протяженность дренированной площади, пог. *м/га*
		межхозяйственная	внутрихозяйственная		
Узбекская	23 775	11 150	17 625	724	13,6
Туркменская	2 721	1 672	1 049	—	2,5
Киргизская	1 978	606	1 372	18	16,0
Таджикская	4 194	1 273	2 921	51	12,5
Азербайджанская	4 863	956	3 907	—	12,2
Казахская	607	503	104	3	2,9
Грузинская	1 453	819	639	1	Не уточнено
Армянская	15	11	4	—	25,0
РСФСР	3 042	890	2 152	—	Не уточнено
Украинская	1	—	1		—
Всего в СССР по зоне орошения	47 654	17 880	29 774	797	—

ительству глубоких коллекторов и дрен, и удельная протяженность коллекторно-дренажной сети доведена до 20—25 пог. *м/га*. В результате этих мер Хорезмский оазис выделяется в настоящее время наиболее высокими урожаями хлопка-сырца, которые достигли 30—35 *ц/га*.

Значительных успехов в борьбе с засолением на основе строительства дренажа и применения промывок на его фоне добились отдельные районы Азербайджана, Туркмении, Киргизии, Армении.

Для мелиорации земель стал применяться вертикальный дренаж в сочетании с горизонтальным. Уже эксплуатируются сотни скважин. Впереди в этом отношении идет Узбекистан (Голодная Степь, Фергана, Бухара). Большие работы по вертикальному дренажу развертываются на Украине. По гидрогеологическим и почвенным условиям применение вертикального дренажа в хлопкосеющих республиках возможно на площади около 2,7 млн. *га*. Однако пока вертикальным дренажем обслуживается площадь лишь в несколько десятков тысяч гектаров.

Проблема борьбы с засолением орошаемых земель ныне приобрела общегосударственный характер, и меры для ее решения должны осуществляться последовательно и срочно.

Примеры успешной борьбы с засолением орошаемых земель в ряде массивов и районов, современное состояние техники и энерговооруженности в стране, а также данные теории показывают реальную возможность решения задачи *полной ликвидации засоления орошаемых земель в СССР в течение ближайших 10—15 лет* с гарантией предупреждения этого явления в будущем. По линии хлопководства это даст дополнительно не менее 2 млн. *т* хлопка-сырца ежегодно.

Важнейшие мероприятия по предупреждению засоления почв и борьбе с ним

Учет качества и продуктивности орошаемых земель. Учет мелиорированного земельного фонда (используемого и планируемого к освоению) поставлен крайне неудовлетворительно, так как не опирается на точную картографическую основу и на материалы специальных повторных почвенно-мелиоративных съемок. Вследствие этого не обеспечивается необходимая достоверная информация о состоянии мелиорированных земель, неизвестны изменения в засоленности полей по годам после начала мелиоративных работ. Поэтому крайне необходимо в течение ближайших

лет провести сплошную качественную инструментальную инвентаризацию орошаемых земель (почва, степень и химизм засоления, глубина и химизм грунтовых вод, разливы и болота) в масштабе 1:25 000 или 1:50 000, применяя методы аэрофотосъемок и наземной корректировки. Этот учет должен завершиться документацией по орошаемому оазису, оросительным системам, отдельным хозяйствам.

В процессе учета должны выделяться территории, которые нуждаются в разных видах мелиораций и культур-технических работ для каждого конкретного массива. В последующем мелиорированные поля должны быть под регулярным наблюдением. На каждый мелиоративный объект целесообразно иметь специальный паспорт, в который периодически вносятся данные об изменениях.

Форма и периодичность учета желательны следующие:

ежегодный сплошной визуальный учет всех ирригационно подготовленных земель с указанием их использования и степени засоления;

выборочный ежегодный детальный учет степени и качества засоленности земель на ключевых участках с производством солевых съемок;

повторные солевые съемки (почв и грунтовых вод) с ежегодным охватом примерно 20% орошаемых земель с тем, чтобы в течение каждого пятилетия этими съемками была покрыта вся территория. В каждом следующем пятилетии солевые съемки должны повторяться в том же порядке. Целесообразно применять аэрофотометоды. Результаты съемок должны обрабатываться и анализироваться специалистами. Данные об урожаях и выпадах культур, о площадях освоения орошения, уборки урожаев получат при таком учете земель достоверность, которой сейчас нет.

На основании материалов учета ежегодно должна составляться объективная информация и разрабатываться предложения оперативного характера для повышения эффективности мелиораций.

Служба мелиоративной информации и прогнозов. Оросительно-мелиоративные системы вместе с сооружениями, сельскохозяйственными культурами и техникой являются крупными индустриальными предприятиями, не менее сложными, чем комбинат химического производства, металлургические заводы или транспорт. Для управления такими предприятиями необходима точная оперативная информация о состоянии природных условий, о ходе и эффективности мелиоративных и культур-технических работ, о сезонном состоянии почв, оросительных систем (особенно на засоленных землях) приборами самописцами, влагомерами, солемерами, лизиметрами, дающими регулярные данные, которые наносятся на перфокарты.

ЭВМ должны систематически обрабатывать эту информацию и выдавать обобщенные сведения для министерства и его органов в целях ориентации и оперативного руководства мелиоративными работами.

Нельзя руководить ходом дренажных работ и проведением промывок и химизации засоленных почв, получая информацию лишь через год после завершения операций. Управлять водно-солевым режимом и балансом ирригационных систем можно только в том случае, если научно-технические руководители в районах, республиках и министерстве будут иметь хотя бы поквартальную информацию о мелиоративном состоянии осваиваемых (или вообще сложных) территорий.

Метеослужба, океанографическая и сейсмологическая служба, химические лаборатории на заводах дают информацию и прогнозы ежедневно. Мелиоративная служба пока этого не делает, и мелиоративные работы идут вслепую, без общей ориентировки и оценки промежуточных этапов, когда нередко возникает чрезвычайная обстановка. Вероятно, для осуществления этого нужно создать сеть наблюдательных станций, иметь специальную аппаратуру и персонал. Следует особо изучить этот назревший вопрос.

Улучшение постановки проектирования мелиоративных систем. Одной из причин неудач в мелиорации и в освоении засоленных орошаемых земель являются серьезные недостатки в проектировании мелиоративных систем. Проект оросительной системы — это сложный, крупный научный труд, базирующийся на анализе и обобщении разнообразных исходных научных материалов.

Каждый проект новой оросительной системы должен включать вопросы строительства магистральных и межхозяйственных оросительных каналов и коллекторов, внутрихозяйственную оросительную и дренажную сеть, вопросы проведения планировок, промывок, окультуривания земель, изложение методов полного освоения территории и достижения проектных урожаев в реально короткие сроки.

Проект должен предусматривать, что ввод земель в хозяйственную эксплуатацию допустим лишь на тех новых объектах, которые уже обеспечены готовой дренажной сетью для отвода грунтовых и промывных вод, на которых выполнена планировка земель и осуществлены эффективные промывки для удаления солей из почвы и сами почвы уже доведены до необходимой кондиции. Однако во многих случаях изучение естественноисторических, мелиоративных и экономических условий территории для строительства новых оросительных систем проводилось по ограниченной программе, вследствие чего получаемые материалы не позволяли с необходимой полнотой оценить действительную гидрогеологическую, геохимическую и почвенно-мелиоративную обстановку территории, разработать необходимые мелиоративные мероприятия и рекомендации, предусмотреть долговременные последствия и возможные осложнения.

В проектах мало разрабатывались мероприятия и рекомендации по рассолению и предотвращению вторичного засоления почв, по борьбе с содовым засолением и щелочностью, а также по окультуриванию этих земель.

Необходимо пересмотреть устаревшие инструктивные нормы производства исследований для проектов: число и глубины почвенных разрезов и буровых скважин, количество точек для определения физических свойств почв и грунтов, число образцов для химических анализов,— полевые опыты должны быть значительно увеличены. Новые нормы обеспечат достоверность расчетов и прогнозов водно-солевого баланса.

Следует значительно увеличить ассигнования на изыскательские и исследовательские работы, обслуживающие проекты, привлекая для них крупные научные учреждения. Между тем последние годы к мелиоративным исследованиям почти не привлекаются институты АН СССР и МГУ.

В составе проектных заданий на орошение и мелиорацию земель должно быть дано детальное, комплексное мелиоративное районирование территории, обоснованное, помимо других природных показателей, данными о запасах солей в почвах и в активной зоне почво-грунтов и об их распределении по площади.

В инструкции о составе и содержании мелиоративных проектов необходимо специально установить требования к разделам: «Мелиорация орошаемых земель» и «Освоение земель и достижение проектных урожаев».

Обязательной составной частью мелиоративного проекта должны быть рекомендации по окультуриванию почв и вводу их в хозяйственное использование с наибольшим экономическим эффектом. До настоящего времени эти разделы проектов разрабатываются и излагаются недостаточно. Главный упор делается на строительную гидротехническую часть. Поэтому в последующем и возникают неожиданные трудности с мелиорацией, освоением и урожаями.

Финансирование мелиоративных работ по рассолению засоленных орошаемых почв. Чтобы за 10—15 лет осуществить полную ликвидацию процессов засоления орошаемых земель в СССР, как это было указано, необходимо провести дренажно-мелиоративные промывки на площади около 6 млн. *га* засоленных орошаемых (4 млн. *га* орошаемых и 2 млн. *га* ирригационно подготовленных) и приблизительно на такой же площади вновь осваиваемых к 1980 г. земель.

Всего за 15 лет работы по борьбе с засолением орошаемых земель потребуются рассолительные мелиорации на площади около 12 млн. *га*, что при стоимости таких работ 1000 *руб/га* составит затраты приблизительно 12 млрд. руб. Очень важно, чтобы за планами строительства новых ирригационных каналов не были упущены собственно мелиоративные работы.

Для обоснования и научного руководства этими работами нужно срочно реконструировать и расширить старые опытные мелиоративные сельскохозяйственные станции (Ферганскую, Федченко, Золотоордин-скую, Джафархан, Вахшскую, Валуйскую, Ершовскую и др.), обеспечив их новыми лабораторными и жилыми корпусами, оборудованием, научным и вспомогательным персоналом. В настоящее время они находятся в неблагополучном состоянии. Потребуется также создание ряда новых сельскохозяйственных мелиоративных станций из расчета одна станция на 200—300 тыс. *га* орошаемых мелиорируемых земель.

Улучшение эксплуатации мелиоративных систем. В настоящее время неудовлетворительное состояние орошаемых земель в значительном числе районов поливного земледелия объясняется во многом существенными недостатками в эксплуатации оросительной и особенно коллекторно-дренажной сети.

В практике орошения наблюдается расточительность в использовании воды, применение поливных и оросительных норм, в 1,5—2,0 раза превышающих потребность, большие сбросы избыточной воды в депрессии рельефа, что приводит к резкому повышению уровня грунтовых вод и катастрофическому заболачиванию и засолению территории.

В вегетационный период большое количество излишней поливной воды сбрасывается в дрены и коллекторы. В Узбекистане дренажно-коллекторная сеть отводит до 50—75% объема воды, поступившей через головные сооружения. Это переполняет коллекторы, подтапливает дрены, повышает уровень грунтовых вод и поддерживает засоленность почв на полях. Через дренажно-коллекторную сеть должны выводиться с полей минерализованные грунтовые, а не поливные воды.

Очистка коллекторов и дрен и ремонт сооружений производятся или в недостаточных объемах, или несвоевременно. При очистке коллекторов часто повреждаются устья закрытых дрен. Эксплуатационные органы не обеспечиваются в необходимых размерах финансированием, строительными механизмами и оборудованием.

Нехватка квалифицированных кадров в колхозах и управлениях оросительных систем обусловливает низкий уровень использования оросительной и коллекторно-дренажной сети. Особенно при этом страдает внутрихозяйственная дренажная сеть. В Узбекистане в 1966/67 г. на 1448 хозяйств имелось только 96 гидротехников, в Туркмении на 268 колхозов —13.

Отсутствует также материальная заинтересованность работников эксплуатационной службы ирригационно-мелиоративных систем в повышении урожайности.

Необходимо осуществить следующие меры по улучшению эксплуатации ирригационно-мелиоративных систем:

организовать службу мелиоративной информации в зоне действия каждого управления оросительной системы (включая хорошо оснащенные контрольно-мелиоративные лаборатории);

укрепить управления оросительных систем, управления сельского хозяйства, колхозы и совхозы квалифицированными кадрами гидротехников, мелиораторов, почвоведов;

неукоснительно выполнять планы ежегодных работ по очистке каналов коллекторно-дренажной сети, по ремонту сооружений и техническому улучшению систем, обеспечив эти работы соответствующим финансированием, механизмами, оборудованием и стройматериалами;

регламентировать взаимоотношения управлений оросительных систем с районными управлениями сельского хозяйства, колхозами и совхозами, в частности, в вопросах составления планов водопользования, поливов, промывок, руководства эксплуатацией внутрихозяйственной оросительной и коллекторно-дренажной сети;

решить вопрос об отнесении затрат на очистку внутрихозяйственной дренажной сети и промывку засоленных земель за счет бюджета;

поручать выполнение работ по очистке внутрихозяйственной оросительной и дренажной сети, а также по планировке земель машинно-мелиоративным станциям и машинно-мелиоративным отрядам министерств мелиорации и водного хозяйства;

организовать при каждом сельскохозяйственном управлении орошаемых районов постоянно действующие колхозно-совхозные семинары по составлению планов водопользования и мелиорации в увязке с планами обработки полей, по изучению новой техники полива и мелиоративных мероприятий на орошаемых землях;

организовать в колхозах службу эксплуатации во главе с колхозным гидротехником-мелиоратором;

разработать систему поощрительных мер для работников эксплуатационных органов и мелиоративной инспекции в целях создания материальной заинтересованности в хорошем содержании оросительно-мелиоративной системы, в поддержании на необходимом уровне мелиоративного состояния земель, правильном использовании оросительной воды, повышении урожайности и росте производства сельскохозяйственной продукции как конечном результате деятельности водохозяйственных эксплуатационных органов.

Вопросы, требующие скорейшего научного обоснования и решения. Для более успешного планирования и дальнейшего выбора земель первоочередного освоения, требующих меньших капиталовложений, необходимо осуществить специальное мелиоративное районирование и оценку всей засушливой зоны СССР. Там, где такая работа уже произведена, следует провести уточнение, опираясь на последние научные данные.

Должны быть глубоко изучены все типы земель возможного орошения с точки зрения мелиорации и освоения. В программу такого изучения нужно включить вопросы происхождения и истории земель того или иного типа, их геоморфологии, литологического строения с выявлением типичных изменений литологии в пространстве. Необходимо также исследовать баланс и режим грунтовых вод орошаемых территорий и районов предстоящего орошения. Нужно уточнить процесс формирования химического состава грунтовых вод до и после орошения. Следует разработать методику прогнозов движения солевых масс под воздействием сооружений, оросительных вод и дренажных систем на орошаемом массиве и смежных территориях.

В целесообразности такого многостороннего подхода для разработки проектов орошения убеждает все большее число примеров, когда механическое перенесение успешного опыта, полученного на одних типах земель, дает неполный или даже отрицательный результат — на других.

Мелиоративные исследования требуют продолжительных и хорошо поставленных полевых опытов, значительных средств, организации

экспериментальных хозяйств. Учитывая, что своевременно в этом отношении многое из необходимого не было сделано, следует быстрее изучать и обобщать имеющийся производственный опыт, использовать моделирование и другие приемы с тем, чтобы получить хотя бы приближенное решение перечисленных вопросов.

В частности, следует быстро решить задачу создания мелиоративного районирования орошаемой зоны СССР, опираясь на существующий опыт. Это следует поручить бригаде наиболее квалифицированных специалистов-производственников и ученых.

Второй научной задачей, тесно смыкающейся с первой, но имеющей и самостоятельное значение, в том числе и в научно-методическом отношении, является развитие теории прогнозирования почвенных процессов на орошаемых землях. Всякое новое ирригационное строительство или реконструкция старых оросительных систем и их мелиоративное улучшение предполагает повышение производительности полей, повышение плодородия почв. Это достигается в том случае, если правильно определены состав и количественные показатели всех рекомендуемых хозяйственных мероприятий. Появление в результате орошения новых, не учтенных заранее процессов или их бесконтрольное развитие неизбежно понижает результаты работы оросительных систем.

Научное предвидение в области сельскохозяйственных мелиораций задача необычайно сложная. Приходится учитывать очень большое количество факторов и процессов, относящихся к природной среде и к будущему хозяйству. Необходимо знать в деталях, как они будут связаны между собой и как скажется все это на конечном результате, т. е. на урожае.

До последнего времени такое прогнозирование велось лишь качественно. Основой для этого служила типизация (классификация типов) орошаемых оазисов. Следует, однако, сказать, что элементы и детали этой типизации нужно постоянно уточнять на базе нового опыта и количественных данных.

Механический перенос опыта одного оазиса на другой не должен допускаться вообще. Всегда для прогноза нужны будут глубокие комплексные исследования.

Решение таких задач нельзя обеспечить в рамках одной узкой специальности. Участие должны принять инженеры, геологи, гидрогеологи, геохимики, почвоведы, биологи, математики, физики, химики, грунтоведы.

Следует привлекать таких специалистов из разных ведомств на основе координации программ исследований. Однако гораздо правильнее было бы создать Центральный институт мелиоративных изысканий и прогнозов как комплексное научное учреждение. Ни одно из существующих научных учреждений не охватывает проблемы в целом, даже в зональном плане.

Осушение заболоченных земель в СССР

Огромные пространства на западе, северо-западе и севере Европейской части СССР заняты заболоченными почвами и болотами. То же следует сказать о Сибири и Дальнем Востоке. Немало заболоченных пространств в долинах и дельтах рек (Дунай, Кубань, Днестр, Волга) и низменностях Причерноморья (Колхида). Общая площадь заболоченных земель достигает в СССР колоссальной величины — 50 млн. *га*. Около 30 млн. *га* находится в пределах РСФСР.

Заболоченные пространства расположены в условиях избыточного атмосферного, паводкового или подземного увлажнения и поэтому не знают засухи. Но заболоченные почвы сами неплодородны (дефицит

кислорода, токсические соединения, неблагоприятная биология, пониженная температура, непроходимость для машин и сельскохозяйственных орудий, невозможность своевременной обработки, непригодность для ценных растений). Поэтому их сельскохозяйственное использование возможно только при хорошо организованном искусственном водном режиме почв с помощью специально построенной и точно работающей сети водоотводящих каналов и дрен, шлюзов, водоприемников, насосных станций.

В СССР и за рубежом накоплен значительный опыт мелиорации заболоченных почв. Этот опыт показывает, что при правильном проектировании и выполнении осушительных мелиораций удается весьма успешно освоить заболоченные пространства и создавать продуктивные почвы, дающие высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Земледелие Финляндии, Швеции, Нидерландов, Дании, Венгрии, Бельгии почти целиком базируется на землях, которые в прошлом были заболочены, затем осушены и окультурены с помощью удобрений и высокой агротехники.

Очень высокий экономический эффект от осушения получен в США (осушено около 40 млн. *га*), Англии (осушено 22,4% сельскохозяйственных угодий), ГДР и ФРГ (около 20%).

В СССР площади осушенных земель за годы Советской власти удвоились и достигли в 1968 г. 7 млн. *га*. По отношению к площади сельскохозяйственных угодий, однако, это составляет лишь 1,3%. Решения XXIII съезда КПСС и майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС открыли новый этап ускоренного и интенсивного расширения работ по мелиорации заболоченных почв в стране. За десятилетие 1966—1975 гг. намечается осушить и освоить в сельскохозяйственном производстве 15—16 млн. *га* избыточно увлажненных земель нечерноземной зоны.

Директивами XXIV съезда КПСС намечено провести осушение сельскохозяйственных угодий в зонах избыточного увлажнения на площади 5 млн. *га*. При этом наибольшие площади избыточно увлажненных земель предполагается осушить в РСФСР. Главными региональными объектами мелиорации являются Северо-Запад, Полесье, Мещерская низменность, избыточно увлажненные почвы Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока и др.

Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР при участии других ведомств и научных учреждений разработало Генеральную схему развития мелиораций в СССР. Июльский (1970 г.) Пленум ЦК КПСС в своих решениях предусматривает к 1985 г. увеличить площадь осушенных земель до 27,0 млн. *га*.

Научный совет АН СССР по проблемам почвоведения и мелиорации почв полностью поддерживает общее направление программы Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР (ММВХГ), ускорение темпов осушительных работ, а также финансирование всех научных, проектных и опытных работ, предлагаемых министерством.

Ниже рассматриваются ход и итоги осушительных работ за последние годы. Площади земель с осушительной сетью характеризуются в динамике, по данным ЦСУ СССР, следующими показателями в млн. *га*):

	1956 г.	1960 г.	1963 г.	1965 г.
Во всех категориях хозяйств	8,4	9,4	9,6	10,6
В колхозах, совхозах и других госхозяйствах	7,0	7,8	8,1	8,9

По союзным республикам площади земель с осушительной сетью иллюстрируются данными табл. 5.

Таблица 5

Площадь осушенных земель в СССР, тыс. *га*

Республика	Всего земель с осушительной сетью			В том числе с закрытым дренажем		
	1960 г.	1963 г.	1965 г.	1960 г.	1963 г.	1965 г.
СССР	7781,8	8107,8	8872,9	943,1	1520,7	2022,6
РСФСР	2440,3	2515,1	2316,7	519,2	613,7	639,6
Украинская ССР	1056,2	1168,0	1277,8	33,3	70,5	123,3
Белорусская ССР	970,7	1123,5	1290,6	15,3	89,8	161,0
Грузинская ССР	103,5	114,8	116,0	0,2	—	—
Литовская ССР	921,9	943,3	1046,0	156,7	337,3	493,6
Молдавская ССР	30,6	39,5	57,6	—	—	—
Латвийская ССР	660,2	504,3	534,7	59,4	99,5	144,6
Эстонская ССР	660,2	504,3	534,6	59,4	99,5	144,6

За годы, прошедшие после XXIII съезда и майского (1966 г.) Пленума, проведены большие строительные, проектные и организационные работы для осуществления программы осушительных мелиораций. В настоящее время во всех союзных и автономных республиках имеются министерства или управления мелиорации; создана разветвленная сеть машинно-мелиоративных (или лугово-мелиоративных) станций. Станции оснащены оборудованием и обеспечены рабочей силой. В союзном и республиканских министерствах созданы отделы по сельскохозяйственному освоению мелиорированных почв. За 1966 и 1967 гг. построена осушительная сеть на площади около 1,5 млн. *га*. Средняя годовая интенсивность осушительных работ составляет около 750 тыс. *га*. Это меньше первоначальных уточненных планов ММВХ на 1966—1967 гг. (3,3—3,5 млн. *га*). Однако следует признать, что прирост площади осушенных земель на 1,5 млн. *га* за два года является замечательным достижением производственников, инженеров и ученых. Развернуты изыскания и новые проектные работы для осушительных мероприятий в ближайшем будущем. Осушенные и освоенные территории уже дают дополнительную продукцию. В 1967 г. на мелиорированных осушенных почвах нечерноземной зоны в условиях теплого и сухого вегетационного периода получены хорошие урожаи сельскохозяйственных культур: зерновых в среднем 16—17 *ц/га* (В БССР — 20—22 *ц/га*, в Эстонской ССР — 22 *ц/га*, в Литовской ССР — 20 *ц/га*), овощей — 191 *ц/га* (В БССР — 204—227 *ц/га*), сахарной свеклы — 267 *ц/га*. Из-за чрезмерной сухости вегетационного периода в ряде областей и районов водораздельные и пойменные сенокосы в 1967 г. дали низкие урожаи сена. В то же время на мелиорированных, увлажненных почвах урожаи кормовых культур были высокими. Так, в Коми АССР из-за высоких температур летнего периода и засух сенокосные луга на водоразделах и на ряде пойменных участков дали ничтожные урожаи. На осушенных торфяных почвах долины р. Сысолы опытная станция Коми филиала АН СССР и совхозы получили до 250—350 *ц/га* зеленой массы овса и гороха на силос и зеленый корм. Опыт Белоруссии, Эстонии и Литвы показывает, что более высокий урожай зерновых (около 25—27 *ц/га*) получают на осушенных землях в том случае, если на мелиорированные почвы вносится достаточно большое количество минеральных и органических удобрений. Об этом же свидетельствует опыт Нидерландов, Бельгии, Дании, Швеции, где урожаи зерновых, равные 30—40 *ц/га*, на осушенных землях получают при внесении удобрений в количестве 300—500 *кг/га* питательных веществ (азота, фосфора, калия).

Осушенные земли у нас пока обеспечены удобрениями совершенно недостаточно — в среднем в 10 раз меньше необходимых норм. Однако недостаток минеральных удобрений на осушенных землях — явление временное. Предстоящий интенсивный рост производства удобрений в СССР позволит в ближайшие годы поднять средние нормы удобрений до 200—250 *кг/га*, что обеспечит на правильно осушенных землях получение 25—27 *ц/га* зерна и высокие урожаи свеклы, льна, овощей и кормов. Более серьезным и труднопоправимым недостатком работ по осушительным мелиорациям являются случаи шаблонно-стандартного подхода к местности. Избыточно увлажненные и болотные почвы крайне разнообразны по своему происхождению и свойствам. Например, заболоченные почвы Мещеры и Полесья различны между собой; заболоченные почвы Западной Сибири склонны к содовому засолению; на Дальнем Востоке и в Приамурье заболоченность связана с муссонными ливнями и часто осложнена многолетней мерзлотой, поверхностными разливами. Даже в пределах одного географического района всегда имеются сложные вариации в мощности и характере торфяного горизонта, наличии глин или песков и их различном сочетании.

Поэтому каждый проект осушения должен быть продуктом сложного и глубокого анализа причин и особенностей избыточного увлажнения почв, должен давать долгосрочный прогноз свойств почв после мелиорации и предусматривать оптимальный вариант технического решения осушительной мелиорации инженерными, почвенно-мелиоративными и агрономическими средствами. Цель осушения — устойчивое получение максимально высоких и дешевых урожаев сельскохозяйственной продукции. К сожалению, с этой точки зрения изыскания к проектам иногда проводятся недостаточно тщательно и всесторонне. Обычны неполные данные по гидрогеологии местности, по физике и химии почв и, что особенно плохо, по водному режиму, агротехнике и химизации почв до и после осушения. Надо учитывать, что для высокого урожая зерна, свеклы, картофеля или ценных трав требуется много воды. Например, для урожая 2 *т* зерна пшеницы нужно не менее 2,0—3,0 тыс. *т* воды.

Осушение заболоченных и переувлажненных почв является поэтому не просто гидротехнической задачей, решающей проблему отвода с территории избыточной влаги. Одновременно решается задача последующего за осушением оптимального водоснабжения растений. Даже в условиях нечерноземной полосы растения в отдельные годы и сезоны могут испытывать недостаток влаги в почве. Поэтому главной составной частью всякого проекта осушения заболоченных и переувлажненных почв должно быть решение задачи перераспределения водных ресурсов в ландшафте таким образом, чтобы в критические периоды неожиданной сухости сохраненные запасы «избыточных» вод были использованы культурными растениями. Это может достигаться перекачкой вод в водоемы и шлюзованием осушительных каналов. В таком смысле особое значение приобретает знание источников и причин заболачивания, которые также крайне разнообразны и в своем происхождении, и в сочетаниях.

Для территорий, испытывающих временное переувлажнение от атмосферных осадков (например, на Дальнем Востоке, в Приамурье), большое значение следует придавать агротехническим и культуртехническим мероприятиям, таким как создание глубоких структурных водопроницаемых поверхностных горизонтов почвы. Это достигается с помощью мощных подпочвенных рыхлителей, плантажной вспашки и почвоуглубления.

На территориях, испытывающих заболачивание за счет избыточного поверхностного стока и разливов рек, основное значение в осушительных мелиорациях следует придавать перераспределению паводкового

и поверхностного стока с помощью систем дамб, плотин и перераспределяющих каналов. В частности, этот тип осушения рекомендован для заболоченных равнин Барабинской низменности, где имеется своеобразное сочетание заболоченности, засоленности и периодических засух.

В тех переувлажненных и заболоченных ландшафтах, где преобладающая роль принадлежит почвенно-грунтовым и подземным водам, основная задача по осушению разрешается строительством системы водоотводных каналов и предпочтительно закрытого дренажа.

Учитывая повышенную сезонную потребность культурных растений в почвенной влаге, особенно на фоне интенсивного применения минеральных и органических удобрений, рассчитанных на высокие урожаи сельскохозяйственных культур, весьма важно поддерживать оптимальное положение и режим почвенно-грунтовых вод. Для заболоченных территорий, имеющих разную литологию почвообразующих пород и различные физические и химические свойства (в особенности выраженность и мощность торфянистого горизонта), оптимальная глубина поддержания почвенно-грунтовых вод с помощью осушительных сооружений колеблется в широких пределах.

Согласно опыту Нидерландов, ошибка в обе стороны (т. е. недоосушка и переосушка почв) может вызвать потери, достигающие 25—50% высшего возможного после осушения урожая. Необходимый уровень, на котором следует поддерживать почвенно-грунтовые воды после мелиорации («норма осушения») зависит как от климатических условий, характера почвенного покрова (в первую очередь высоты капиллярного поднятия влаги), так и от типа сельскохозяйственных культур. Чтобы обеспечить в сухой период года устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур, уровень грунтовых вод после осушения должен находиться тем выше, чем суше климат.

В условиях нечерноземной полосы Европейской части СССР для большинства сельскохозяйственных культур за вегетационный период уровень почвенно-грунтовых вод не должен быть ниже 70—90 *см*. При возделывании сахарной свеклы, картофеля и кукурузы оптимум находится глубже — на уровне 75—110 *см*.

В Нидерландах, стране осушительных мелиораций, при изысканиях, проектировании, строительстве и использовании осушительных систем исключительно большое внимание уделяется вопросу дифференцированного выбора оптимального режима и глубины залегания грунтовых вод. В условиях этой страны дефицит атмосферных осадков для получения наиболее высоких урожаев может достигать 100—150 *мм* и его удается эффективно покрывать с помощью капиллярного подтока от зеркала грунтовых вод, т. е. с помощью так называемой субирригации.

Для вновь строящихся осушительных систем предусматривается регулирующее шлюзование осушительных каналов в целях уменьшения стока почвенно-грунтовых вод в засушливые сезоны года. В песчаных почвах Нидерландов при осушении уровень грунтовых вод поддерживают летом на 40—50 *см*, в суглинках—не глубже 60—70 *см* и в тяжелых глинах — на 120—130 *см*. Вода специально накачивается в осушительные каналы из водоемов, построенных для накопления и сохранения воды. При этом частая сеть неглубоких закрытых горизонтальных дрен сооружается таким образом, что они при задержке и повышении уровня воды в магистральных и водоотводящих каналах являются как бы средством обратного перераспределения воды в осушенные почвы полей и играют роль механизма, осуществляющего подпочвенное орошение.

На этот путь становится практика осушительных работ и в Советском Союзе. Уже насчитывается около 100 тыс. *га* земель, осушенных методом двустороннего регулирования водного режима почв. Но это требует больших и продолжительных стационарных исследований на агрономических мелиоративных станциях для обоснования норм осуше-

ния и оптимального режима грунтовых вод. Спешить в таких случаях нельзя, так как ошибки в строительстве исправлять трудно, а иногда и невозможно. Потери в урожаях могут быть больше. Но хуже всего то, что угодие можно загубить вообще.

К сожалению, строгий дифференцированный подход к проведению осушительных мелиораций на основе поддержания оптимального уровня почвенно-грунтовых вод не всегда осуществлялся в практике осушительных мелиораций в СССР. Наблюдаются случаи переосушки заболоченных почв, в особенности заболоченных песков и торфяников, что в последующем сопровождается образованием песчанных дюн, дефляцией торфяников, пожарами и быстрым разложением торфа (например, переосушка поймы р. Ирпень, переосушка некоторых участков в Полесье). Предстоит значительная опытная и конструкторская работа в лабораториях, на полях станций и осушительных системах, в производстве для уточнения оптимальных типов водного режима осушаемых почв.

Как и оросительные, осушительные работы являются дорогостоящим мероприятием и экономически себя оправдывают только при условии сочетания с агротехническими мероприятиями и при высоком уровне культуры земледелия. Осушенные почвы должны быть окультурены. Без этого продуктивность их остается низкой. Система мероприятий по окультуриванию должна быть строго дифференцирована в зависимости от природных и экономических условий.

В числе агромелиоративных мероприятий, способствующих окультуриванию осушенных тяжелых бесструктурных почв, рекомендуется создание углубленного пахотного горизонта, рыхление глубоких подпахотных слоев, иногда глубокий плантаж и всегда тщательное выравнивание полей. Болотные почвы биологически малоактивны, и их необходимо обогатить фауной, микроорганизмами, физиологически активными веществами. Окультуривание почв проходит медленно и постепенно. К сожалению, этой стороне дела уделяется очень мало внимания. Виды и организация агромелиоративных работ проектируются очень схематично или не проектируются вовсе. Агромелиоративных опытных станций по осушению очень мало, они плохо обеспечены кадрами и оборудованием. Поэтому часто для тысяч гектаров осушаемых территорий нет объективных данных о методах осушения, о нормах дренирования и способах окультуривания.

Исключительно большая роль в окультуривании мелиорированных заболоченных и переувлажненных почв принадлежит известкованию и внесению минеральных и органических удобрений. Известкование кислых почв, как это абсолютно правильно указано в решениях майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС, должно быть осуществлено на всех пахотных, луговых, пастбищных и сенокосных угодиях нечерноземной полосы. Если рожь, овес, некоторые сорта картофеля еще относительно приспособлены к повышенной кислотности почв, то более ценные культуры — пшеница, сахарная и столовая свекла, клевер, кукуруза и особенно овощи — ее совершенно не переносят.

Ввиду того, что степень и формы кислотности почв сильно варьируют на различных территориях, нормы известкования должны обосновываться специальными исследованиями и детальными картами для каждого более или менее крупного массива. В среднем нормы извести, дающие достаточно высокий эффект, варьируют в пределах от 2 до 8, поднимаясь в отдельных случаях до 12—15 *ц/га*.

Известкование в сочетании с правильным осушением и достаточно высокой дозой минеральных и органических удобрений обеспечивает получение урожая зерновых до 25—30 *ц/га*.

Торфяные почвы низинных болот, как правило, не нуждаются в известковании. Но для получения высоких и устойчивых урожаев на них

необходимо регулярно вносить калийные, а в ряде случаев и фосфорные удобрения. В районах северной и средней тайги торфяные и минеральные избыточно увлажненные почвы требуют внесения полной дозы минерального удобрения. Только при этих условиях расходы на мелиорацию почв окупятся в приемлемые сроки.

Первые два года (1966—1967 гг.) после майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС мелиоративные работы носили отпечаток переходного периода. Теперь когда организационные, индустриальные и научно-проектные предпосылки значительно улучшены, особенно важно избавиться от отдельных недостатков предшествующего периода. Приведем некоторые из них.

Наблюдаются случаи беспроектного строительства осушительной сети и лишь последующего (после начала строительства) оформления проектов. Например, в Вологодской области, в Коми АССР известны случаи, когда мелиоративно-осушительная сеть каналов проводилась без проектов.

Не всегда в достаточной степени учитываются особенности природной обстановки смежных территорий и не делаются прогнозы изменений, которые произойдут в природных ландшафтах после проведения мелиораций. Так в Белоруссии, при составлении проектов мелиорации какого-либо большого массива; не всегда производится исследование прилегающих водораздельных пространств. В Полесье имеются случаи, когда после осушения болот понизился уровень грунтовых вод и на смежных лесных массивах.

Не налажена служба эксплуатации осушительных систем, особенно на территории РСФСР. Это приводит к заиливанию и зарастанию каналов и мелкой осушительной сети, в связи с чем мелиоративные системы перестают выполнять свои функции. До 3 млн. *га* земель, имеющих осушительную сеть, в действительности вновь подверглись заболачиванию, из-за того, что осушительная сеть вышла из строя. Существует значительный разрыв между сооружением осушительной сети и началом технических и агромелиоративных работ на осушенных площадях (особенно в РСФСР).

Степень сельскохозяйственного использования осушенных земель очень низка (от 39 до 70%). Это недопустимое явление отражает, насколько сильно окультуривание и освоение земель отстает от строительных работ. На мелиорированных землях применяется не дифференцированная по природным условиям агротехника. Мелиорированные площади плохо обеспечиваются удобрениями.

Все эти недостатки отчасти объясняются тяжелым положением с кадрами мелиораторов. Гидротехники-мелиораторы получают в вузах хорошую подготовку в области технических дисциплин, но очень слабую — в области естественных наук, агротехники и агрономии. Курс почвоведения читается студентам не везде, слаба их подготовка в области гидрогеологии, геоботаники, луговодства, и т. д.

Сельскохозяйственные вузы почти не готовят агрономов-мелиораторов, специалистов в области освоения мелиорированных почв нечерноземной зоны. Число специалистов, работающих в области осушительных мелиораций, чрезвычайно мало и не соответствует громадным задачам, стоящим перед мелиоративной наукой и практикой.

В связи с огромным расширением работ по мелиорации и сельскохозяйственному освоению болотных и переувлажненных почв в РСФСР в следующих пятилетках, большую тревогу вызывает почти полное отсутствие агрономических станций на мелиорированных землях Российской Федерации. Немногие существующие опытные болотные станции входят в настоящее время в систему Министерства мелиорации и водного хозяйства РСФСР. Тематика их работ преимущественно гидротехническая, агрономические исследования находятся на втором плане.

Некоторые станции снизили объем агрономических исследований (Яхромская, Убинская). Сеть комплексных осушительных станций должна быть расширена, во много раз.

Установлено, что ни в коем случае нельзя механически переносить методы мелиорации и освоения, разработанные в прибалтийских республиках и Белоруссии, на весьма разнообразную в природном отношении территорию нечерноземной полосы РСФСР. Для почв каждого природного района РСФСР должны быть разработаны свои приемы мелиорации, агротехники, набор сельскохозяйственных культур, свои нормы и порядок внесения удобрений.

Нужно иметь в виду, что в прибалтийских республиках проводилась мелиорация высокоокультуренных почв, а в РСФСР эти работы будут вестись на слабоокультуренных почвах или на целинных, совершенно неокультуренных болотах. Поэтому для РСФСР создание сети агрономических опытных станций на мелиорированных торфяных и минеральных болотных почвах является первоочередным вопросом.

Следует отметить, что рассматриваемые здесь трудности и недостатки известны Министерству мелиорации и водного хозяйства СССР, Министерству сельского хозяйства СССР и Государственному комитету СМ СССР по науке и технике.

Разрабатывается очень обстоятельная программа развития мелиоративных работ в СССР на 15—20 лет. В этой программе предлагается подробная система мероприятий, устраняющих трудности и недостатки.

Намечается широко внедрить в практику принципы двустороннего регулирования водного режима осушаемых территорий, строительство закрытого трубчатого дренажа вместо открытых каналов и траншей, организация сети опытных сельскохозяйственных станций на осушенных территориях, значительное усиление работ по окультуриванию осушенных территорий (машины, удобрения, севообороты), расширение подготовки кадров.

Научный совет по проблемам почвоведения и мелиорации почв АН СССР силами ряда специалистов разработал план исследований на ближайшие 15 лет по научному обоснованию проектов осушения и освоения заболоченных почв СССР. Наиболее важным в этом плане является: а) изучение процесса формирования плодородия мелиорированных торфяных и минеральных заболоченных почв под влиянием разных мелиоративных и агротехнических приемов и б) разработка научных принципов почвенно-мелиоративного районирования территории нечерноземной полосы.

Вместе с тем, Научный совет выдвигает задачу осуществления ряда организационных мер, которые позволят лучше и с большим эффектом выполнить постановления Партии и Правительства по мелиорации почв нечерноземной полосы.

Необходимо восстановить в полном объеме агрономические исследования на существующих опытных болотных станциях (Архангельской, Новгородской, Московской, Убинской и др.) и создать сеть новых опытных станций на мелиорированных заболоченных почвах крупных природных районов.

Было бы крайне полезно организовать в сельскохозяйственных институтах нечерноземной полосы подготовку агрономов-мелиораторов, а также в университетах почвоведов — специалистов в области мелиорации почв и улучшить подготовку гидротехников-мелиораторов в области почвоведения, ботаники, гидрогеологии, агрономии.

Необходимо усилить почвенные отделы в проектных институтах; следует привлекать почвоведов к разработке не только проектов освоения мелиорированных почв, но и к составлению и осуществлению проектов мелиорации. При этом почвенная карта должна быть основным документом для разработки мелиоративных проектов.

Должны быть расширены исследования избыточно увлажненных почв нечерноземной полосы. Для этого целесообразно создать в северных филиалах Академии наук СССР и Сибирском отделении АН СССР лаборатории или отделы по разработке проблем мелиорации почв нечерноземной зоны.

Особенно важно улучшить службу эксплуатации и охраны осушительных систем, а также поставки удобрений и извести для колхозов и совхозов, расположенных в районах осушительных работ.

Об использовании мелководий и подтопленных земель в зоне искусственных водохранилищ

В СССР широким фронтом ведется крупное гидротехническое строительство. На Волге, Днепре, Каме, Оби, Енисее, Куре и других реках созданы большие водохранилища. Благодаря искусственным водохранилищам, регулирующим сток, решаются энергетические, ирригационные и транспортные задачи и достигается большой положительный народнохозяйственный эффект.

Однако при проектировании, строительстве и эксплуатации водохранилищ, особенно крупных, необходимо учитывать и те отрицательные последствия, которые в большей или меньшей степени всегда сопутствуют созданным искусственным водоемам.

Природные ландшафты складывались в течение тысяч лет, и вмешательство человека (крупное гидротехническое строительство) неизбежно вызывает нарушение соотношений между их элементами, которое не всегда бывает благоприятным.

Отрицательные стороны влияния крупных водохранилищ заключаются в следующем:

затопление ценных пойменных земель, обычно являющихся кормовой базой животноводства;

размывание берегов и интенсификация оползневых явлений;

подтопление и заболачивание берегов в незатопленной зоне;

образование мелководий;

образование полосы временного затопления, которая в зависимости от режима эксплуатации в отдельные годы или в отдельные периоды года то покрывается водой, то обсыхает.

Площади мелководий и подтопленных земель на водохранилищах и в зоне их влияния достигают по стране больших величин.

Водохранилище	Площадь зеркала, км²	Площадь мелководий, км²
Куйбышевское	5600	800
Волгоградское	3470	530
Саратовское	2180	455
Цимлянское	2702	314
Горьковское	1758	412
Рыбинское	4500	900
Чебоксарское	3300	1014
Итого	24 310	4425

Таким образом, мелководья составляют в среднем около 17% площади водохранилищ.

В стране отсутствует учет подтопленных земель, но можно ориентировочно предположить, что они занимают площадь не меньше, чем мелководья. Эти данные показывают народнохозяйственную значимость борьбы с потерями земельного фонда и проблемы рационального использования мелководий и подтопленных земель.

На основании исследований, проведенных в МГУ, можно прийти к следующим заключениям.

Основным мероприятием для ликвидации отрицательного влияния водохранилищ является обвалование и осушение мелководных участков. Обычно территория мелководий до затопления была покрыта пойменными почвами лугового характера. Осушая мелководья, можно вернуть сельскому хозяйству ценные кормовые угодья, которые могут быть использованы под пастбища, для возделывания овощей и технических культур.

Обычно мелководья граничат с берегами, имеющими ничтожные уклоны и поэтому подверженными сильному подтоплению и заболачиванию. Осушение мелководий одновременно способствует уменьшению подтопления и заболачивания прибрежной территории.

Осушение мелководий возможно и в целях последующего возделывания сельскохозяйственных растений. Это мероприятие более сложно. Оно требует, кроме обвалования, последующего устройства систематической дренажной осушительной сети двустороннего действия, которая позволила бы не только поддерживать пониженный уровень грунтовых вод, но и увлажнять территорию в периоды недостатка влаги.

В большинстве случаев необходимо будет устройство перекачечных станций для удаления дренажных вод за пределы мелиорированного участка. На осушенной территории бывших мелководий могут возделываться требовательные к влаге интенсивные технические и овощные культуры. Осушение мелководий в сельскохозяйственных целях возможно при благоприятных экономических условиях (близость к городам и рынкам сбыта), а также в случае достаточно высокого уровня плодородия донных отложений осушаемых мелководий. Этому условию в большей мере отвечают мелководья закрытого типа.

Кроме того, мелководья могут быть использованы для рыборазведения или для выращивания водных растений. В первом случае здесь должны быть построены пруды соответствующих размеров и глубины, где будет предусмотрена возможность поддержания необходимого гидрологического режима. Во втором — возможно выращивание обыкновенного риса (в южных районах, обеспеченных теплом), однолетнего канадского риса, многолетнего дальневосточного риса, тростника, манника. В таком случае требования к гидрологическому режиму будут менее жесткими, чем при рыборазведении.

В настоящее время гидрологический режим водохранилищ регулируется службой эксплуатации, которая недостаточно учитывает интересы всех отраслей народного хозяйства (в частности, сельскохозяйственных отраслей, связанных с водохранилищем и зоной его влияния).

Поэтому во всех случаях в результате согласования со всеми заинтересованными учреждениями и организациями служба эксплуатации должна поддерживать определенный, твердый график режима водохранилища. Вероятно, не всегда возможно полностью удовлетворить интересы всех ведомств, работа которых зависит от режима водохранилища. Тем не менее должно быть известно, на какой отметке и в течение какого периода будет находиться зеркало водохранилища. Это необходимо для энергетических, транспортных, рыбохозяйственных, сельскохозяйственных, дорожных, коммунальных организаций, органов здравоохранения и пр. Подтопленные заболачивающиеся территории могут быть использованы и независимо от осушения мелководий.

На прибрежной территории, подверженной влиянию водохранилища, формируются три зоны: заболачивания, олуговения и оглеения почв в глубоких горизонтах.

Использование зоны заболачивания возможно после проведения мелиораций, устройства дрен, систематического или выборочного осушения. Зона олуговения почв может быть использована для возделывания

соответствующих влаголюбивых культур. В зоне оглеения почв в глубоких горизонтах не требуется специальных мероприятий; эта зона эффективна при обычной высокой агротехнике.

Из изложенного краткого обзора следует, что мелководья, подтопленные и заболоченные земли, образовавшиеся в результате постройки крупных водохранилищ, могут и должны продуктивно использоваться в народном хозяйстве (особенно там, где нет явлений засоления почв). Однако в настоящее время подтопленные земли и мелководья водохранилищ используются неудовлетворительно.

Совершенно необходимо привлечь внимание соответствующих органов и общественности к этой проблеме. В частности, следует продолжить начатую ВНИИГиМом, МГУ и Росгипроводхозом работу по организации и строительству на Московском море опытного обвалованного участка. Желательно организовать аналогичный опытный участок в черноземной зоне (для этой цели возможно использовать мелководья Куйбышевского водохранилища).

Следует провести инвентаризацию мелководий, подтопленных и заболоченных водохранилищами земель. Эта работа выполнялась медленно и недостаточными силами. Необходимо расширить и углубить изучение мелководий и подтопленных земель, разработать типовые схемы их использования применительно к различным почвенно-географическим зонам и провинциям, а также в зависимости от гидрологического режима водоема, морфологии берегов и дна. Исследования такого типа должны включаться в планы Госкомитета СССР по науке и технике.

Изучение «подводного почвообразования», процессов трансформации почв при их затоплении, формирования плодородных донных отложений также должно появиться в планах различных учреждений.

Исследования «подводного почвообразования» имеет широкое теоретическое значение. Две трети поверхности нашей планеты покрыты водой. Многие равнины и низменности прошли в прошлом через подводное и грунтоводное почвообразование. В настоящее время наряду с использованием континентов человечество все чаще начинает обращаться к ресурсам гидросферы (морей, океанов, различных водоемов). Поэтому назрела необходимость изучения плодородия подводных и мелководных образований, условий его формирования. Разрешение этих проблем позволит лучше регулировать естественную продуктивность водоемов, а в дальнейшем создавать подводные фермы для получения пищевой продукции и сырья для промышленности.

Кроме того, «подводное почвообразование» является звеном в общей цепи почвообразовательных процессов. Поэтому познание «подводных почв» поможет углубить теоретические вопросы почвоведения вообще и даст возможность более эффективно использовать наземные почвы.

Исследования почвоведов и мелиораторов свидетельствуют, что в будущем следует крайне осторожно проектировать большие затопляющие водохранилища. Природа создавала пойменные земли тысячелетиями. Искусственное создание их — дело дорогое, крайне долгое, а иногда и невозможное.

О необходимости увеличения норм удобрений на мелиорированных и немелиорированных полях зерновых культур

Одной из причин невысокой средней урожайности зерновых хлебов являются низкие нормы или полное отсутствие минеральных удобрений под зерновые. В 1967 г. в пересчете на 1 *га* используемой в СССР пашни (около 224 000 тыс. *га*) общая сумма минеральных удобрений,

производимых в стране (около 10 млн. *т* азота, фосфора, калия в действующих единицах), составила примерно 45 *кг*.

Эти нормы в 2 раза меньше вносимых в пятидесятых годах Швецией, Францией, Австрией, Норвегией, Англией (около 80—100 *кг/га*), и в 4—7 раз меньше, чем применялось в то время в Бельгии, Дании, Нидерландах (200—320 *кг/га*).

По данным ФАО, урожай зерновых в этих странах в конце пятидесятых годов достиг соответственно 20—25 и 30—35 *ц/га*.

К середине шестидесятых годов нормы удобрений выросли еще в 1,5—2 раза (табл. 6).

Таблица 6

Нормы удобрений и урожаи сельскохозяйственных культур

Страна	Удобрений в питательных веществах. *кг/га*	Урожай. *ц/га*		
		пшеницы	картофеля	сахарной свеклы
Нидерланды	578,0	43,6	269	394
ФРГ	349,0	30,8	231	366
Франция	149,0	32,7	195	382
США	60,0	17,9	232	376

Ввиду того, что удобрения в СССР распределяются прежде всего на поля хлопчатника и свеклы, а также на культуру чайного куста, зерновые получают минеральных удобрений крайне мало. Навоз и компосты как дополнительное весьма ценное удобрение в полеводстве применяются мало.

Опыт повышения урожаев зерновых Болгарии (25—30 *ц/га*), Венгрии (20—25 *ц/га*) базируется на применении высоких доз азотных и фосфорных удобрений под советские сорта пшениц (Безостая и др.). Урожаи на полях сортоучастков и научных опытных станций СССР свидетельствуют о том же. Сбор зерновых на удобренных полях научных учреждений, как правило, составляет 25—30 и нередко 35—40 *ц/га*. При орошении высокие нормы минеральных удобрений позволяют получать особенно большие урожаи пшеницы (40—45 *ц/га*) и кукурузы в зерне (55—75 *ц/га*).

Поэтому вполне реально ставить задачу повышения средней урожайности зерновых в СССР с 10—11 до 18—20 *ц/га* за ближайшие 10—15 лет и задачу утроения урожайности за 25—30 лет. При таких темпах через 10—15 лет на той же площади зерновых, что и теперь (около 128 000 тыс. *га*), валовой сбор зерна составит 230—250 млн. *т*. Конечно, этот уровень может быть достигнут постепенно и лишь к концу периода. Чтобы получать 18—20 *ц/га* на неполивных и осушенных землях, потребуется вносить под зерновые культуры в среднем около 100 *кг/га* удобрений (в действующих единицах азота, фосфора, калия). На орошаемых землях под рис и пшеницу необходимо вносить по 200—250 *кг/га* удобрений (в действующих единицах). Это позволит поднять среднюю урожайность зерновых до 40—45 и, вероятно, до 55—60 *ц/га*.

Считая площадь под зерновыми хлебами равной 128 000 тыс. *га*, нужно будет производить только для зерновых культур около 13—15 млн. *т* удобрений.

Для пашни нечерноземной полосы, кроме того, потребуется возможно более быстрое завершение известкования кислых почв и целесообразного регулирования водного режима избыточно увлажненных почв.

Необходимо будет также организовать хорошо поставленную службу сбора органических отходов производства и городских отбросов, навоза для индустриального изготовления органических удобрений, которые будут весьма полезным добавлением к химическим.

Возможность такого прироста урожая показана на примере увеличения среднего урожая (в *ц/га*) за 1939—1957 гг. в следующих странах по данных ФАО:

Страна	Урожай в 1939 г.	Урожай в 1957 г.	Страна	Урожай в 1939 г.	Урожай в 1957 г.
Австрия	14	21	Франция	12,5	22
Италия	13	19	Греция	7,5	14
Швеция	13	18	Бельгия	23	32
Англия	13	27	Нидерланды	22	34

Ведущая роль в этом приросте урожаев принадлежит увеличению количества вносимых удобрений, механизации и мелиоративным работам одновременно. Однако важное значение имели и новые сорта растений, пестициды, борьба с эрозией, вспомогательные службы (склады, дороги).

В условиях социалистического строя при богатстве природных данных СССР с помощью мелиораций и при должной организации дела возможны и более интенсивные приросты.

ЗНАЧЕНИЕ ОРОШЕНИЯ И ДРУГИХ МЕЛИОРАЦИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УРОЖАЕВ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В СССР

Посевная площадь и валовая продукция зерновых культур

Валовой сбор зерна и других сельскохозяйственных продуктов в СССР периодически подвергается довольно сильным колебаниям, происходящим под влиянием засух и других неблагоприятных климатических явлений (табл. 1).

Средние и сильные засухи проявляются на обширной территории нашей страны, лежащей к юго-востоку от линии, проходящей через Кишинев, Харьков, Тамбов, Казань, Ижевск, Уфа, Челябинск, Омск, Барабинск, Барнаул (см. рисунок). Примерно через эти пункты проходит изолиния повторяемости засух раз в десять лет. К югу и юго-востоку их частота довольно быстро увеличивается и в районах дельты Терека и Кумы, Черного Яра, на Волге, к югу от Уральска в Актюбинске, к югу от Караганды число засушливых лет достигает 50% и более. Более южные районы относятся уже к пустынно-степным и пустынным зонам Советского Союза, для которых характерна постоянная необеспеченность осадками и высокая температура летнего сезона.

Влияние засух и снижение урожаев и валового сбора в последние годы проявляется особенно резко в связи с тем, что после освоения целинных и залежных земель Нижней Волги, Южного Урала, Западной Сибири и Казахстана сильно возрос удельный вес площадей посева зерновых культур в сухостепной зоне, характеризующейся наиболее резко выраженной неустойчивостью увлажнения и частыми засухами; наряду с этим уменьшился удельный вес посевов зерна в зонах наиболее устойчивого увлажнения — лесостепи и в нечерноземной полосе.

Как следует из табл. 2 и 3, посевы зерновых культур в зонах с наиболее устойчивым увлажнением уменьшились с 1940 по 1966 г. в нечерноземной полосе с 22,4 до 16,6 млн. *га*, а в лесостепных зонах и северной части степных районов Европейской части — с 33,8 до 28,5 млн. *га*. Удельный вес нечерноземной полосы в посевах зерновых в СССР уменьшился с 20,3% в 1940 г. до 13,4% в 1966 г., а лесостепных и степных районов — с 30,6 до 23%. В то же время резко возрос удельный вес районов с наиболее частыми неурожаями от засух — сухостепных и степных зон Северного Казахстана и прилегающих районов Западной Сибири. Здесь почти утроилась посевная площадь зерновых и удельный вес этих районов вырос почти в 2,5 раза. Особенно резко снизилась роль нечерноземной зоны в валовых сборах зерна в СССР — с 20% в 1940 г. до 9,1% в 1966 г.

Еще более резкие изменения произошли в размещении яровой пшеницы. В засушливых зонах ее посевы увеличились более чем в 3 раза и теперь они занимают более 50% всех посевов яровой пшеницы в СССР. Увеличение удельного веса сухостепных районов в посевной площади зерновых культур, естественно, увеличило изменчивость средней по СССР урожайности и валовых сборов зерна.

Отрицательный эффект имело также резкое сокращение чистых паров с 32 млн. *га* в 1950 г. (18% площади пашни) до 6,3 млн. *га* в 1963 г.

Таблица 1

Динамика валовых сборов с посевных площадей и урожайности зерновых культур в СССР за период с 1955 по 1968 гг.

Показатель	1955 г.	1956 г.	1957 г.	1958 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.	1965 г.	1966 г.	1967 г.	1968 г.	Среднее за пятилетие		
															1956—1958 гг.	1959—1963 гг.	1964—1968 гг.
Валовой сбор, млн. *т*	103,7	125,0	102,6	134,7	119,5	125,5	130,8	140,2	107,5	152,1	121,1	171,2	147,9	165*	116,5	124,7	131,4
Площадь посевов, млн. *га*	123,5	126,3	122,6	121,4	114,5	155,5	122,2	123,7	130,0	133,0	123,2	124,8	122,2	123,6	123,4	122,2	126,4
Урожайность, *ц/га*	8,4	9,9	8,4	11,1	10,4	10,9	10,7	10,9	8,3	11,4	9,5	13,7	12,1	13,4	9,4	10,2	12,0

* Таблица составлена по данным справочников ЦСУ СССР — «Народное хозяйство СССР» и по данным сборника статистических материалов «Страна Советов за 50 лет». 1967 г.

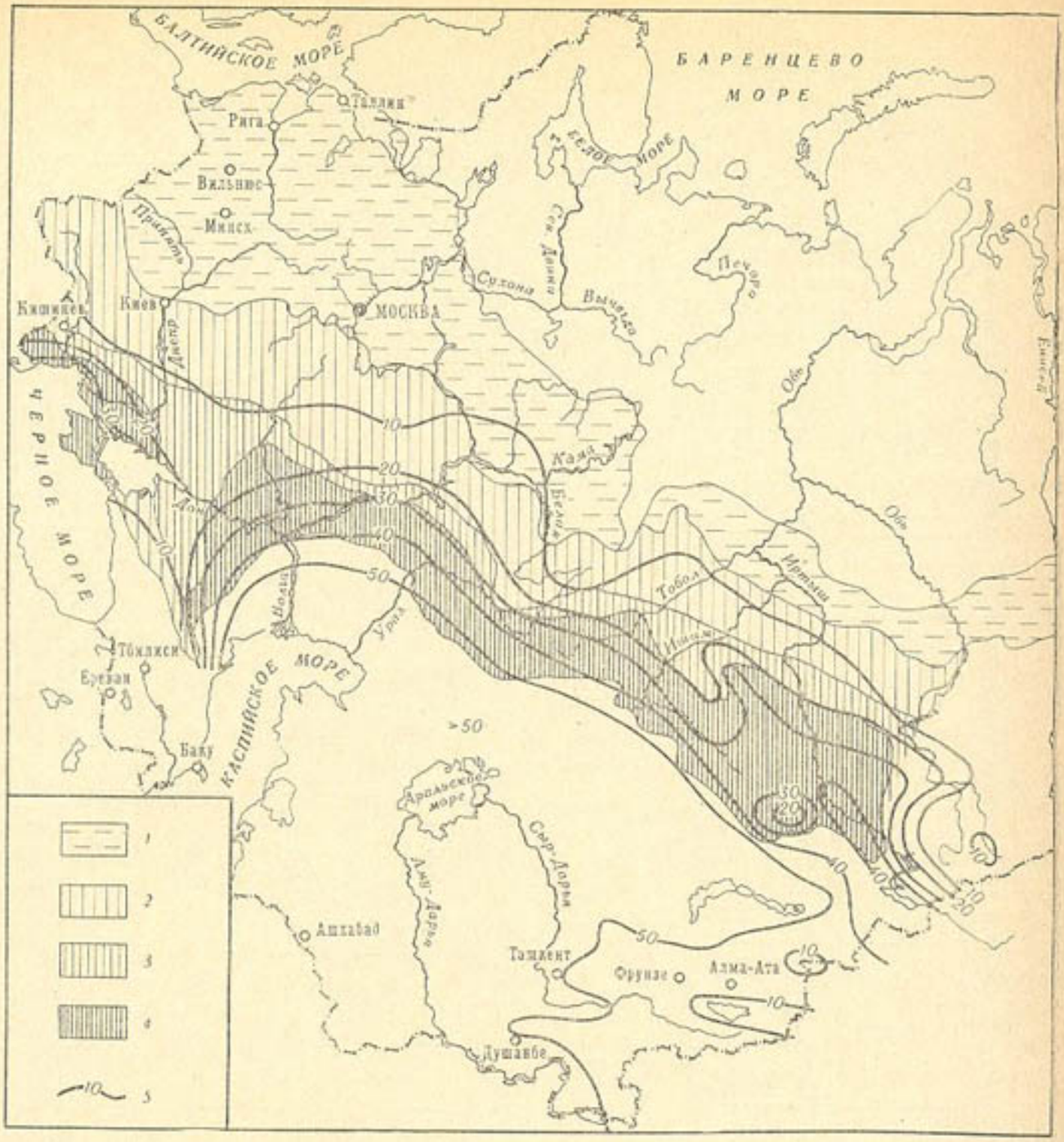
Таблица 2

Динамика посевов зерновых по крупным природно-экономическим зонам *

Зоны**	1940 г.	1950 г.	1963 г.	1964 г.	1965 г.	1966 г.	1967 г.
I. Нечерноземная полоса Европейской части СССР млн. *га*	22,4	20,7	17,9	18,5	17,4	16,6	16,9
% от посевных площадей СССР	20,3	20,2	13,8	13,9	13,6	13,4	13,8
II. Лесостепные и степные районы Европейской части СССР млн. *га*	33,8	32,15	29,3	30,7	29,1	23,5	23,0
% от посевных площадей СССР	30,6	31,3	22,6	23,0	22,7	23,0	22,9
III. Степные и сухостепные районы Азиатской части СССР млн. *га*	13,9	13,8	36,3	37,0	37,6	36,6	34,9
% от посевных площадей СССР	12,6	13,4	27,9	27,8	29,4	29,5	23,6

* Подсчитано по материалам статистического ежегодника ЦСУ СССР «Народное хозяйство СССР в 1965—1967 годах», изданного в 1965, 1968 гг.

** *I* — Нечерноземная полоса, в которую включены следующие крупные экономические районы: Северо-Западный, Центральный, Волго-Вятский, Прибалтийский, Белорусская ССР; *II* — Центрально-Черноземный, Северо-Кавказский, Донецко-Приднепровский, Юго-Западный и Молдавская ССР; *III* — Казахстанский и Западно-Сибирский экономические районы.



Почвенно-климатические зоны сельского хозяйства

1 — нечерноземная полоса с достаточным, а местами с избыточным увлажнением, засухи практически отсутствуют; *2* — лесостепь на оподзоленных черноземах и серых лесных почвах с достаточным устойчивым увлажнением (засухи возможны 1 раз в 10 лет, между Волгой и Уралом 1—2 раза в 10 лет); *3* — типичная степь на обыкновенных черноземах с достаточным, но неустойчивым увлажнением (засухи случаются 1—2 раза за 10 лет, в Куйбышевском Заволжье 2—3 раза за 10 лет); *4* — сухая степь на южных черноземах и каштановых почвах (засухи повторяются 2—4 раза в 10 лет, в Нижнем Заволжье — до 5 раз); *5* — вероятность засух, %

(2,8% площади пашни), т. е. до величин, не имеющих значения для повышения валовых сборов зерна в СССР. С 1964 г. началось восстановление площади чистых паров там, где они необходимы; их площади в 1964 г. равнялись 11,6 млн. *га,* или 5,2% всей пашни [1].

В передовых хозяйствах, располагающих достаточным количеством сельскохозяйственной техники для своевременного выполнения всех полевых работ, а также на государственных сортоиспытательных участках и на сельскохозяйственных опытных станциях степень снижения урожаев под влиянием недостатка атмосферных осадков значительно меньше, чем в основной массе совхозов и колхозов. Это обстоятельство объясня-

[1] Ежегодник ЦСУ СССР «Народное хозяйство СССР в 1964 г.» М., 1965.

Таблица 3

Валовые сборы зерна по крупным природно-экономическим зонам, % от сбора по СССР

Зона	1940 г.	1950 г.	1963 г.	1964 г.	1965 г.	1966 г.	1967 г.	Площадь всей пашни, млн. га	
								1964 г.	1967 г.
I. Нечерноземная полоса Европейской части СССР	19,8	16,9	11,9	9,2	15,3	9,1	13,9	33,4	37,8
II. Лесостепные и степные районы Европейской части СССР	39,6	37,0	36,8	33,7	40,5	33,7	34,9	56,8	56,8
III. Степные и сухостепные районы Азиатской части	7,2	13,8	13,9	23,9	11,6	25,0	16,3	51,6	53,4

ется тем, что большинство сельскохозяйственных предприятий до сих пор в недостаточной степени оснащено сельскохозяйственными машинами и орудиями. Вынужденное запаздывание с обработкой почвы, сроками посева и уборкой урожая, вызванное недостатком тех или иных видов сельскохозяйственных машин, резко снижает биологическую и амбарную урожайность в годы неблагоприятных климатических условий.

Совхозы и колхозы обеспечены материальными средствами производства неравномерно и в ряде районов недостаточно. Так, в Эстонской ССР, получившей в 1965 г. наиболее высокий среднереспубликанский урожай зерновых (22 *ц/га*), совхозы имеют силовых и рабочих машин и оборудования вместе с транспортными средствами в 1,5 раза больше, чем в Белорусской ССР, и почти вдвое больше, чем совхозы смежных областей РСФСР. Почти такое же соотношение и в оснащении техникой колхозов названных республик.

Поэтому анализ путей увеличения валовых сборов зерна и других сельскохозяйственных продуктов в СССР, повышения урожайности зерновых и придания устойчивости валовым сборам зерна следует провести по основным зонам и экономическим районам нашей страны, рассмотрев при этом не только влияние неблагоприятных метеорологических явлений и других природных условий, но и роль и значение главнейших организационно-хозяйственных факторов развития сельскохозяйственного производства. Для каждого района необходимо разработать свой комплекс мер по подъему зернового хозяйства и других отраслей сельскохозяйственного производства.

В пределах основных земледельческих зон расположено приблизительно 205 млн. *га* пашни, или 91% общесоюзной ее площади. Посевами зерновых здесь занято 114 млн. *га*, или 91,5% их общей посевной площади; на этой территории производят 93% валового сбора зерна.

По характеристике природных условий земледельческая территория СССР делится на четыре крупные природные зоны:

нечерноземную полосу, занимающую зону дерново-подзолистых почв (южная часть обширной лесной зоны СССР);

лесостепную, расположенную на серых лесных почвах, оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземах;

типичную степь на обыкновенных черноземах;

зону сухих степей на южных черноземах и каштановых почвах (см. рисунок).

Каждая из этих зон характеризуется следующими особенностями.

Нечерноземная полоса. Освоенная земледелием часть лесной зоны расположена главным образом на дерново-подзолистых почвах южнотаежной подзоны и простирается от западных границ СССР до Енисея. Она наиболее широка в западной части, где занимает пространство свы-

ше 10° по широте от Карельского перешейка до южных границ Украинского Полесья.

По ориентировочным подсчетам, в пределах Европейской территории западная часть нечерноземной полосы занимает площадь 81,3 млн. *га*, из которых 30,9 млн. *га* составляют сельскохозяйственные угодья, 17 млн. *га* — пашни; 5,9 млн. *га* последних характеризуются переувлажненностью и нуждаются в осушительных мелиорациях. Кроме того, площадь низинных и верховых болот составляет около 10 млн. *га*.

Восточная половина нечерноземной полосы в пределах Европейской части СССР занимает такую же территорию (81,3 млн. *га*) с площадью пашни около 20 млн. *га* и имеет несколько более 2 млн. *га* заболоченных сельскохозяйственных угодий и около 2 млн. *га* болот.

Западносибирская часть занимает 52,8 млн. *га*, в пределах которых сельскохозяйственные угодья составляют 5—6 млн. *га*, а пашни — 2,4 млн. *га*. Болота, по минимальным подсчетам, занимают площадь 14 млн. *га*. Переувлажненные земли в составе сельскохозяйственных угодий учтены весьма ориентировочно (около 250 тыс. *га*), и есть основания считать, что на самом деле их значительно больше.

Сельскохозяйственная территория нечерноземной зоны, особенно в ее западной и северной части, характеризуется мелкоконтурностью сельскохозяйственных угодий. Широко распространены отдельные участки пашни или сенокоса, занимающие площадь от долей гектара до 2,4 *га*. Такая мелкоконтурность сложилась под влиянием заболоченных земель и участков с неудобным рельефом, с одной стороны, и исторических причин (освоения мелких участков дореволюционным крестьянством) — с другой.

Далее на восток эта зона сужается и за Уральским хребтом представляет собой сравнительно узкую ленту, южная граница которой проходит через Свердловск, Тюмень, несколько севернее Новосибирска и Томска и далее на восток по долине Чулыма идет к г. Енисейску. Северная граница, как уже говорилось, проходит примерно по параллели 60°. На этой обширной территории в связи с большим простиранием с запада на восток сильно изменяются климатические условия.

Западная часть зоны примерно до линии Вологда — Смоленск — Киев находится в зоне смягчающего влияния Атлантического океана и характеризуется наиболее влажным и мягким климатом. Количество годовых осадков здесь достигает 600—800 *мм* в год; зима менее продолжительна, и длина безморозного периода колеблется от 165—180 дней в Калининградской области до 135—160 дней в районе Вологды и Киева.

Далее к востоку до Уральского хребта характерно постепенное уменьшение осадков от 600—700 *мм* в западной части примерно до 500 *мм* в Предуралье. Безморозный период здесь уменьшается до 120—150 дней. В западносибирской части количество осадков меньше — 350—500 *мм* в год.

Северная граница нечерноземной зоны характеризуется суммой активных температур 1600° (за время с устойчивой суточной температурой +10°), что позволяет возделывать довольно широкий набор культур умеренного пояса.

На юго-западе в районе Белорусского и Украинского Полесья сумма активных температур увеличивается до 2400—2600°, что значительно расширяет набор культур, вызревающих в местных условиях, включая ранние и среднеранние сорта кукурузы на зерно, сахарную свеклу, подсолнечник, коноплю и др. Значительная длительность безморозного периода в западной части зоны позволяет в ряде мест с успехом возделывать после уборки ранних зерновых культур скороспелые кормовые культуры.

Восточная половина зоны в пределах Европейской территории характеризуется более коротким вегетационным периодом и суммой ак-

тивных температур, лежащей в интервале от 1600° на севере до 2000—2100° по южной границе этой зоны.

Сибирская часть имеет значительно меньшее количество тепла: на северной границе 1600—1400° и к южной границе около 1800°. Короткий безморозный период, составляющий здесь 95—115 дней, сильно ограничивает набор культур, пригодных для возделывания. В ее северной части с достаточным снеговым покровом возможно возделывание озимой ржи. Вблизи южной границы условия перезимовки зерновых становятся неблагоприятными и главная роль в зерновом хозяйстве принадлежит яровой пшенице.

В почвенном покрове нечерноземной полосы преобладают дерново-подзолистые почвы нормального увлажнения. Широко распространены почвы супесчаного и песчаного механического состава, занимающие около одной третьей части всей площади зоны и около четверти пахотных земель.

Дерново-подзолистые почвы характеризуются повышенной кислотностью, и большая часть их для получения хороших урожаев нуждается в известковании. Обилие осадков создает условия для широкого распространения болот и заболоченных почв в местах недостаточного стока поверхностных и грунтовых вод. Наибольшие их площади сосредоточены в западной половине Европейской территории (в прибалтийских республиках, Белоруссии, Украинском полесье и в областях Северо-Западного экономического района). В восточной половине Европейской части площади заболоченных земель значительно меньше.

При интенсификации сельскохозяйственного производства нечерноземной полосы мелкоконтурность сельскохозяйственных угодий должна быть ликвидирована. Полям и сенокосным угодьям необходимо придать более крупные размеры, удобные для экономически эффективного использования сельскохозяйственной техники.

Нечерноземной зоне свойственно довольно устойчивое увлажнение. Здесь можно получать достаточно высокие и сравнительно устойчивые урожаи, но для достижения этого требуется проведение обширного круга взаимно согласованных мероприятий: известкование кислых почв как на пашнях, так и на сенокосах и пастбищах, осушение переувлажненных участков сельскохозяйственных угодий, ликвидация мелкоконтурности, что может быть достигнуто при выборочном осушении и раскорчевке мелколесья, окружающего отдельные участки сельскохозяйственных угодий. Значительный фонд для расширения пашен дает осушение болот, главным образом наиболее плодородного низинного типа.

Все почвы нечерноземной зоны хорошо отзываются на минеральные и органические удобрения, увеличение применения которых является обязательным условием для получения высоких урожаев в этой полосе.

Влажный климат, слабоструктурные кислые и местами заболоченные почвы, быстрое зарастание пашни и сенокосов кустарником и мелколесьем в случаях недостаточно внимательного ухода за сельскохозяйственными угодьями вызывают необходимость разработки для нечерноземной полосы своей системы машин, приспособленных к местным условиям.

В разных частях этой зоны состав почвенного покрова складывается по-разному, а поэтому и состав мероприятий по повышению эффективности сельского хозяйства будет различным.

Лесостепь. Эта зона занимает обширную площадь на серых лесных почвах, оподзоленных, выщелоченных и типичных черноземах в виде полосы, начинающейся у Карпат и идущей к северо-востоку через северную половину Украины, центральные черноземные области, Среднее Поволжье, Башкирию и лесостепи Западной Сибири.

В пределах Алтайского края лесостепь занимает правобережье Оби до подножия Салаирского кряжа, а далее к востоку — межгорные котловины Кузнецка, Красноярска, Канска и Иркутска.

В пределах Дальнего Востока аналогом лесостепных условий являются черноземовидные почвы Приамурья. Так же как и нечерноземная полоса, лесостепная зона характеризуется изменением климатических условий при передвижении от ее западных границ к востоку. В юго-западной части в пределах Молдавской и Украинской ССР условия наиболее теплые и влажные. Сумма активных температур здесь достигает 2400—3200° и количество осадков доходит до 500—600 *мм* в год.

Среднеевропейские и приволжские отрезки лесостепной зоны характеризуются уменьшением суммы активных температур до 2700—2200° и количества осадков до 400—550 *мм* в год.

В сибирской части лесостепной территории сумма активных температур составляет около 1600—2000° с годовым количеством осадков на уровне 300—450 *мм,* и только в отдельных частях Алтайской лесостепи осадки достигают 500 *мм* в год.

Западным частям свойствен длинный безморозный период — 180—200 дней. В Центрально-Черноземных областях и в Поволжье безморозный период уменьшается до 110—160 и в Западной Сибири — до 100—120 дней.

Для западных районов характерна мягкая зима с хорошим, но неустойчивым снежным покровом, неглубокое промерзание почв, раннее оттаивание которых обусловливает хорошее впитывание талых вод в почву.

В восточных частях зоны суровость зимы нарастает, почва промерзает глубже (до 200—300 *мм*) и к началу снеготаяния оттаивает в редкие годы. Значительное количество зимних осадков весной скатывается в реки, вызывая эрозию почв на крутых элементах рельефа.

В пределах Европейской части вся зона благоприятна для возделывания как озимой, так и яровой пшеницы, сахарной свеклы, лучшие условия выращивания которой имеются к западу от Волги и особенно к западу от Днепра. Сибирская часть лесостепи для озимых культур малоблагоприятна.

Лесостепная зона изредка подвергается засухам. Повторяемость средних и сильных засух в западной части (к западу от Тамбова) около 10%, т. е. один раз в десять лет. В Поволжье и Башкирии повторяемость засух увеличивается до 10—20% лет. В зауральской части она снова небольшая — порядка одного раза в десять лет, а в алтайских предгорьях — и того меньше.

Наиболее важное явление, снижающее продуктивность использования земель лесостепной полосы, заключается в сильном развитии водной эрозии почв в районах возвышенного рельефа с крутыми уклонами поверхности (правобережье Днепра, район Среднерусской возвышенности, Приволжская возвышенность, Приуралье, часть районов Алтайского края, отдельные районы Минусинской котловины и т. д.).

На почвах лесостепной зоны при внесении минеральных удобрений и правильном их применении зерновые культуры в этой зоне дают высокие и устойчивые урожаи. Урожаи зерновых культур на государственных сортоиспытательных участках и во многих передовых хозяйствах достигают 22—25 *ц/га.*

В системе мероприятий по интенсификации сельского хозяйства этой полосы главное значение имеет внедрение правильных севооборотов, широкое применение минеральных и органических удобрений, широкое использование специальных агротехнических, гидротехнических и агролесомелиоративных мероприятий по преодолению водной эрозии.

В отдельных локальных районах распространения солончаковых почв и солонцов содового типа полезны гипсование почв и другие приемы химической мелиорации содовых солонцов (Приднепровская терраса, Окско-Донская низменность, Западно-Сибирская низменность).

Как и во всех районах страны, крупное значение для организации высокопроизводительного сельского хозяйства в этой полосе имеет

дальнейшее оснащение совхозов и колхозов сельскохозяйственными машинами, постройками, складами и другими материально-техническими средствами производства.

По ориентировочным подсчетам, общая площадь лесостепной зоны в названных границах составляет около 224 млн. *га*. Из них сельскохозяйственные угодья занимают около 110 млн. *га*, пашни — около 79 млн. *га*, или 35% всех пахотных земель СССР. Посевы зерновых в 1958 г. составляли 43 млн. *га*, или 34,5% посевов в СССР. Средняя урожайность зерновых в этой зоне, по данным 1958—1960 гг., характеризуется сравнительно небольшой величиной — около 11 *ц/га*; между тем, как показывает опыт передовых хозяйств и государственных сортоиспытательных участков, сравнительно простая и выполнимая система мероприятий позволяет повысить среднюю многолетнюю урожайность до 22—25 *ц/га*.

Степная зона. К степной зоне отнесена территория распространения обыкновенных черноземов, которая начинается на западе сравнительно узкой полосой в южной части Украины, включая север Одесской и Николаевской областей, Кировоградскую и Днепропетровскую области. Далее на восток она расширяется, занимая Донецкую, Ворошиловоградскую области, юг Харьковской и Воронежской областей, а также северо-запад Волгоградской. В пределах западной части Саратовской, Куйбышевской и Оренбургской областей зона обыкновенных черноземов становится очень узкой. Значительные пространства степная зона обыкновенных черноземов занимает на юге Западной Сибири и в Северном Казахстане, простираясь до Приобского плато в Алтайском крае.

Степная зона хорошо обеспечена тепловыми ресурсами. В ее западной части сумма активных температур составляет 2800—3200°, в Заволжье и Предуралье — 2300—2700°, в пределах Казахстана и Алтайского края — 2200—1900°. С запада на восток также сильно сокращается и длина безморозного периода. В пределах Молдавии и Украины безморозный период длится 165—185 дней, в Заволжье и Предуралье — 135—165 дней, а в Казахстане и Алтайском крае — 110—125 дней.

Обеспеченность атмосферными осадками изменяется в том же направлении. В западных частях выпадает 400—500 *мм*, в Заволжье, Казахстане и Алтайском крае — 300—400 *мм* в год.

Устойчивость атмосферного увлажнения в степной зоне значительно меньше, чем в лесостепной. Повторяемость средних и сильных засух в западной части зоны достигает 10—20%, в Заволжье — 20—30%, в Оренбургской области — 35%, в пределах Западной Сибири и Северного Казахстана — 15—25%, а на Приобском плато Алтайского края — 15—30% общего количества лет. В связи с этим урожайность зерновых в степной зоне в достаточной степени неустойчива, особенно в Заволжье, Оренбургской области и в южной части Приобского плато на Алтае.

Западная часть степной зоны примерно до Волги достаточно благоприятна для возделывания озимых культур. В восточной части условия перезимовки более суровы, а в Западной Сибири и Северном Казахстане возделывание озимых культур становится невозможным, так как в зимний период температуры почв на глубине узла кущения озимых культур опускаются ниже 20°. На Украине и в Центрально-Черноземных областях почвы промерзают на глубину 25—125 *см*, тогда как в восточной части зоны глубина промерзания достигает 200—220 *см* и сезонная мерзлота оттаивает довольно поздно.

Кроме засух, затрудняющих развитие устойчивого и высокопродуктивного сельскохозяйственного производства, неблагоприятным фактором в отдельных частях зоны является развитие водной, а местами и ветровой эрозии. Водная эрозия происходит в районах возвышенного рельефа по правобережью Днепра, в Донбассе, на Приволжской возвышенности, в Оренбургской области, на Предуральском плато и в отдельных районах Алтайского края.

В исключительно сухие весны на отдельных территориях степной зоны появляются пыльные бури. Они отмечены на юге Башкирии, в Оренбургской области, в Кустанайской и Кокчетавской областях Казахстана. Пыльные бури характерны также для Приобского плато Алтайского края.

По древним речным террасам в отдельных частях степной зоны развиты солонцеватые черноземы и солонцовые комплексы, преимущественно с содовым засолением почв. Более широко солонцовые процессы распространены в пределах Западно-Сибирской низменности и Барабинской степи. Для повышения плодородия солонцеватых черноземов и солонцов требуется гипсование и другие приемы химических мелиораций. В Западно-Сибирской низменности на солонцовых комплексах, развитых в районах с неглубоким залеганием грунтовых вод, может потребоваться также и осушение с обязательным понижением их уровня.

При интенсификации сельскохозяйственного производства большое значение имеют мероприятия, направленные на накопление и сбережение влаги. В пределах Европейской части они должны заключаться в сохранении необходимой площади чистых паров, зяблевой обработке, снегозадержании, развитии полезащитного лесоразведения.

В Западной Сибири и Казахстане большое значение приобретает безотвальная обработка почв с оставлением стерни в целях сохранения снежного покрова от переноса ветрами и накопления влаги. Чистые пары в пределах Западной Сибири и Казахстана должны иметь бóльший удельный вес, чем на Европейской территории.

В районах распространения пыльных бурь определенное значение будет иметь полезащитное лесоразведение с применением ажурных, продуваемых лесных полос, уменьшающих скорость ветров, но не дающих возможности накапливаться пыли под лесными полосами. На легких почвах нужны специальные приемы «полосного» земледелия, заключающиеся в распашке полей узкими лентами с оставлением между ними полос нераспаханной земли с посевами многолетних трав. В пределах степной зоны начинают успешно применять искусственное орошение посевов кормовых культур. Хорошие урожаи при орошении дают посевы сахарной свеклы. Орошение зерновых культур имеет здесь довольно широкие перспективы.

По ориентировочным подсчетам, общая площадь степной черноземной зоны равняется 112 млн. *га*. Из них сельскохозяйственные угодья занимают 63 млн. *га*, пашни около 40 млн. *га*. Посевы зерновых культур составляют 23—25 млн. *га* (18—20% общей посевной площади зерновых в СССР).

Средняя урожайность зерновых в 1966—1968 гг. достигала 12—13 *ц/га*, тогда как результаты передовых хозяйств, опытных станций и государственных сортоиспытательных участков показывают возможность ее поднятия до 20—22 *ц/га*.

Сухостепная зона. Зона сухой степи расположена на южных черноземах и комплексных каштановых почвах. Она занимает крайний юг Украины и большую часть Крымского полуострова, степи среднего и нижнего течения р. Дон, окаймляет Прикаспийскую низменность с запада, севера и северо-востока, занимая восточные части Ставропольского края, восточную часть Ростовской области, западную часть Калмыкской АССР, большую часть Волгоградской области, восточную половину Саратовской, юг Куйбышевской, большую часть Оренбургской области и обширные пространства Северного Казахстана. В пределах Западной Сибири зона сухой степи занимает крайнюю западную часть Алтайского края, известную под названием Кулундинской степи. Характерной особенностью сухостепной зоны является частая повторяемость засух. В пределах Украины и Крымского полуострова засухи повторяются в 20—30% лет. На правобережье Волги засухи в сухостепной зоне повторя-

ются от 2 до 4 раз в десятилетие. На левобережье частота засух увеличивается до 30—50% лет и более. Сухие степи Казахстана характеризуются повторяемостью засух в пределах 20—50% лет.

Общая обеспеченность атмосферными осадками зоны сухих степей невелика. На юге Украины и Крымском полуострове годовое количество осадков колеблется от 300 до 400 *мм*. В сухих степях Северного Кавказа и Поволжья оно уменьшается до 230—400 *мм*. В казахской части количество осадков еще меньше — 220—330 *мм* в год. При этом в зону сухих степей поступает много тепла. На юге Украины и Крымском полуострове сумма активных температур превышает 3200°. На правобережье Волги — 3000—3500°, в Заволжье — 2800—2900° и в пределах Казахстана — 2200—2700°. Обеспеченность теплом позволяет возделывать здесь широкий набор ценных культур, но недостаток влаги ограничивает эти возможности. Поэтому в этой зоне необходимо орошение.

Сухая степь характеризуется также довольно длительным безморозным периодом, особенно в ее западной части, где он составляет 175—190 дней. В Заволжье длина безморозного периода уменьшается до 150—160 дней и в Казахстане — до 125—140 дней.

Наиболее плодородны в пределах сухостепной зоны южные черноземы, развитые в ее северной части. Они более гумусны, чем каштановые почвы, содержат больше питательных веществ, менее засолены. Темно-каштановые и каштановые почвы на массивах, не имеющих пятен солонцов, также достаточно плодородны.

В почвенном покрове сухостепной зоны довольно широко развиты солонцеватые комплексы и солонцы. Они занимают обширные площади на юге Украины и севере Крымского полуострова по берегам Сиваша. Широко распространены солонцеватые каштановые почвы и солонцы в Сальско-Манычском понижении; солонцовые комплексы есть на Ергенях по правобережью Волги. Но особенно широко они распространены в пределах Прикаспийской низменности (в восточной части Калмыкской АССР, в заволжских частях Волгоградской и Саратовской областей, Уральской области) и на всем протяжении сухих степей Казахстана.

Солонцовые и солонцеватые почвы значительно ухудшают водный режим пахотных земель вследствие плохого впитывания ими атмосферных осадков. Вся сухостепная зона характеризуется наименьшими запасами продуктивной влаги как в момент сева озимых культур, так и весной ко времени посева яровых зерновых культур.

В пределах сухостепной зоны довольно часты пыльные бури, особенно в восточной части Северного Кавказа, в Волгоградском Заволжье, на юге Оренбургской и в Актюбинской области, на юге Кустанайской, Кокчетавской и особенно Павлодарской областей Казахстана. Наиболее сильно подвержены ветровой эрозии легкие супесчанные каштановые и светло-каштановые почвы, распаханные в период освоения целинных и залежных земель на довольно больших площадях.

Безполивное земледелие в сухостепной зоне характеризуется большой неустойчивостью урожаев. В годы сильных засух урожайность уменьшается до величин, делающих нерентабельным ведение зернового хозяйства. Губительное влияние засух в степной зоне за последние годы увеличилось в связи с тем, что были уменьшены площади чистых паров. В результате уменьшились запасы продуктивной влаги, которая накапливалась в почвах к моменту посева яровых культур.

Увеличению устойчивости урожаев в сухостепной полосе на всем ее обширном протяжении будет способствовать орошаемое земледелие, а в богарном земледелии широкое применение чистых паров, использование всех мероприятий по снегозадержанию (полезащитное лесоразведение, кулисные пары, безотвальная обработка с сохранением стерни в азиатской части зоны). Большое значение имеет мелиоративное улучшение солонцовых комплексов, которое может быть осуществлено

путем глубокой перепашки (35—40 *см*), дающей возможность использовать природные запасы гипса и извести в подпахотных слоях солонцов. Глубокая перепашка должна сочетаться со снегозадержанием или орошением и внесением в почву органических веществ (навоз, травы).

Очень большое значение для всей сухостепной зоны имеет оснащение колхозов и совхозов необходимым количеством тракторов и сельскохозяйственных машин, обеспечивающих своевременное проведение всех полевых работ, особенно при обработке почв и севе сельскохозяйственных культур. Необходимо также применять орошение, как регулярное, так и лиманное, особенно там, где годовое количество осадков меньше 300 *мм*.

Общие размеры зоны сухих степей ориентировочно определяются в 107—110 млн. *га*. Из них площадь сельскохозяйственных угодий занимает 94 млн. *га*, а площадь пашни —45 млн. *га*.

В сухостепной зоне расположено 30 млн. *га* посевов зерновых, что составляет 24% общей посевной площади зерновых в СССР. Средняя урожайность зерновых неустойчива и колеблется около 9 *ц/га*.

Северные зоны. К северу от основной земледельческой территории расположены обширные пространства северной тайги и тундры, которые характеризуются недостаточным количеством тепла для широкого развития земледелия и избыточным атмосферным увлажнением. В южной части этой территории возможно лишь выборочное земледелие в наиболее теплых местах, защищенных от холодных северных ветров и имеющих легкие, хорошо дренированные почвы, обеспечивающие развитие нетеплолюбивых культур.

Из общей площади этой территории 1138 млн. *га* выборочными участками пашни занято только 2,2 млн. *га*. Трудно рассчитывать, чтобы на этих холодных пространствах можно было найти сколько-нибудь значительные площади для дальнейшего расширения пахотных земель. Однако осушение пойменных земель и низинных болот для создания культурных сенокосов и пастбищ имеет здесь широкие перспективы и большое значение для развития молочного скотоводства.

Устойчивость урожайности зерновых культур по основным почвенно-климатическим зонам

Изменчивость метеорологических условий от года к году является причиной значительных колебаний урожайности всех сельскохозяйственных культур и в особенности зерновых. В разных природных зонах зависимость урожайности от изменения погодных условий проявляется не в одинаковой степени.

Колебания урожайности происходят прежде всего из-за частого повторения засух на протяжении вегетационного периода в целом или отдельных его отрезков. На урожайности озимых культур сильно сказываются условия их перезимовки: суровые зимы вызывают вымерзание, особенно в районах с маломощным снежным покровом; чередующиеся оттепели и морозы приводят к гибели озимых культур в результате выпревания, вымокания или покрытия ледяной коркой. В нечерноземной полосе изменчивость урожайности вызывается большей частью избыточно влажной погодой весеннего периода, ведущей к запаздыванию с полевыми работами и посевами яровых культур. В этой полосе снижение урожайности в отдельные годы связано также с избыточно влажной погодой в период уборки зерновых культур, что ведет к потере части выращенного урожая.

Материалы государственной статистики, данные опытных сельскохозяйственных станций, длительные ряды урожайности зерновых культур на государственных сортоиспытательных участках показывают, что наименьшие колебания урожайности свойственны нечерноземной полосе.

Таблица 4

Урожайность зерновых за 1957—1966 гг. по крупным экономическим районам, *ц/га*

Сельскохозяйственный район	Средняя урожайность	Квадратичное отклонение ±	Коэффициент вариации ±
Нечерноземная полоса Европейской части СССР			
Северо-западный	6,7	0,9	13,4%
Центральный	7,7	1,0	13,0%
Волго-Вятский	7,2	1,1	15,2%
Литовская ССР	10,3	1,44	14,0%
Эстонская ССР	13,8	1,96	14,2%
Белорусская ССР	8,2	1,08	13,2%
Лесостепные и степные районы Европейской части СССР			
Центрально-Черноземный	12,9	1,64	12,7%
Северо-Кавказский	16,4	2,4	14,6%
Донецко-Приднепровский	17,6	3,0	17,1%
Юго-Западный	17,0	2,0	11,8%
Молдавская ССР	27,5	2,8	10,2%
Степные и сухостепные районы Азиатской части СССР			
Западно-Сибирский	9,0	3,0	33,3%
Казахстанский	7,2	2,6	36,0%
Районы, сложные по составу природных зон от лесостепи до сухой степи			
Уральский	9,1	2,5	27,5%
Поволжский	9,3	1,72	18,5%
Восточно-Сибирский	9,7	1,5	15,4%

Многолетние ряды урожайности в прибалтийских республиках, Белорусской ССР, Северо-Западном и Центральном экономических районах дают коэффициент вариации[1] средней многолетней урожайности от ±8 до 20% (табл. 4). В прибалтийских республиках отмечена повышенная изменчивость урожайности за счет ее роста в последние 3 года при повышении уровня интенсивности земледелия.

Несколько менее устойчивы урожаи в лесостепной зоне. Расположенные здесь государственные сортоиспытательные участки за период 1938—1955 гг. дали среднюю многолетнюю урожайность около 17—22 *ц/га* с коэффициентом вариации в пределах 32—42%. Такую же изменчивость показала яровая пшеница в многолетних опытах Харьковской областной опытной сельскохозяйственной станции за период 1914—1932 гг.

Наибольший размах колебаний урожайности для озимой и яровой пшеницы отмечается в степной и сухостепной зонах.

В зоне обыкновенных черноземов материалы сортоиспытательных участков дают многолетние ряды урожайности яровой пшеницы с коэффициентом вариации ±40—50%.

В сухой степи коэффициент вариации многолетней урожайности достигает величины 60—77—80% средней многолетней.

Следует отметить, что яровая пшеница на государственных сортоиспытательных участках и опытных сельскохозяйственных станциях при орошении дает более выравненные ряды и более высокую среднюю уро-

[1] Коэффициент вариации равняется среднему квадратичному отклонению, выраженному в % от средней многолетней величины урожайности.

жайность, чем без него (табл. 5). При орошении урожайность ее увеличивается на 10—20 *ц/га* и примерно в 2—3 раза уменьшается изменчивость урожайности по годам. Так, на Безенчукской опытной сельскохозяйственной станции средняя урожайность яровой пшеницы без орошения равнялась 9—11 *ц/га* с коэффициентом вариации ±40—52%. При орошении она составила 32,2 *ц/га* (средняя за восемь лет) и коэффициент вариации уменьшился до ±23,6%. По данным Валуйской сельскохозяйственной опытной станции, за период 1924—1933 гг. без орошения яровая пшеница дала в среднем 4,7 *ц/га* с коэффициентом вариации ±63%, а при орошении за те же годы —25,5 *ц/га*.

Интересно отметить, что полного выравнивания урожайности по годам орошение не дает. Сохраняются ее колебания, вызванные нарушением сроков полива зерновых культур, недостатком воды в источниках орошения и разнообразными хозяйственными причинами. Сильное снижение урожайности дали поливные зерновые на хозяйственных посевах в засушливом 1963 г.

Озимая пшеница в результате орошения дает более высокие прибавки урожаев (от 15 до 20—25 *ц/га*), и при этом примерно в 2 раза уменьшается колебание урожайности (табл. 6).

Таблица 5

Урожайность яровой пшеницы на опытных станциях и госсортоучастках (ГСУ)

Место проведения опытов, почва, сорт	Число лет	Годы	Без орошения			При орошении			Прибавка от орошения, *ц/га*
			средний урожай, *ц/га*	среднеквадратичное отклонение, *ц/га*	коэффициент вариации, %	средний урожай, *ц/га*	среднеквадратичное отклонение, *ц/га*	коэффициент вариации, %	
Безенчукская опытная станция, обыкновенный чернозем, мягкая пшеница	29	До 1948	9,3	±3,7	±40				
	8	До 1948	—	—	—	32,5	±7,7	±23,6	23,2
Там же, твердая пшеница по пласту многолетних трав	29	До 1948	11,2	±5,8	±52,3	—	—	—	—
Валуйская опытная станция, каштановые почвы	10	1924—1930	4,7	±2,97	±63,2	25,5	±6,1	±24	20,8
Малокабардинская опытно-мелиоративная станция на южных и обыкновенных предкавказских черноземах	5	1950—1954	4,54	±4,26	±94	20,7	±3,44	±16,6	16,2
Бузулукский ГСУ, Оренбургской обл., южный чернозем, сорт «Альбидум 43»	5	1954—1958	—	—	—	19,0	±3,8	±20	8,9
Переволоцкий ГСУ, сорт «Альбидум 43»		1954—1958	10,1	±7,61	±75,8	—	—	—	—
Пугачевский ГСУ, Саратовская обл., южный чернозем	5	1954—1958	11,6	±8,4	±72,3	25,2	±10,9	±43,5	±13,5
Новоузенский ГСУ, Саратовская обл., темнокаштановые почвы, сорт «Мелянопус 69»	4	1954—1958	9,2	±6,3	±68,5	25,5	±11,5	±45,1	16,3
Усть-Абаканский ГСУ, Красноярский край (Хакасия), каштановые почвы	16	1940—1961	15,9	±7,25	±45,6	30,7	±5,2	±17,0	14,8

Таблица 6

Урожайность озимой пшеницы при орошении и без него на опытных станциях и госсортоучастках

Место проведения опытов	Число лет	Годы	Без орошения			При орошении			Прибавка от орошения, *ц/га*
			средний урожай, *ц/га*	среднее квадратичное отклонение, *ц/га*	коэффициент вариации, %	средний урожай, *ц/га*	среднее квадратичное отклонение, *ц/га*	коэффициент вариации, %	
Энгельсовская опытно-мелиоративная станция, 1 влагозарядковый полив	9		8,9			21,3			12,3
То же + 1 вегетационный полив			—			30,2			21,3
Опытная станция (Ростовская обл.), 1 влагозарядковый полив	4	1952—1955	25,8	±7,03	±27,2	38,2	±5,3	±13,8	12,4
То же + 1 вегетационный полив						43,8	±4,3	±9,7	18,0
Сунженская опытно-мелиоративная станция (Сев. Кавказ), 1 влагозарядковый полив	4	1952—1955	10,9	±5,2	±52,3	25,2	±5,3	±21,1	14,2
То же + 1 вегетационный полив						34,4	±4,6	±13,4	23,5
Мало-Кабардинская опытно-мелиоративная станция, южные и обыкновенные предкавказские черноземы	5	1951—1955	18,0	±7,0	±39,0	25,0	±7,05	±28,2	7,0

Материалы опытных станций и государственных сортоиспытательных участков показывают, что в степной и сухостепной зонах чистые пары, примененные как под озимые, так и под яровые культуры, дают не только повышение урожайности, но и уменьшают ее изменчивость в зависимости от метеорологических условий. Так, на государственных сортоиспытательных участках Алтайского края посевы яровой пшеницы по чистому пару давали прибавки урожая от 2 до 3 *ц/га* и одновременно уменьшали в 1,5 раза коэффициент вариации многолетней урожайности. Аналогичное уменьшение изменчивости урожаев обеспечивает применение удобрений.

Районы, наиболее перспективные по природным условиям для развития орошения зерновых культур

Слабый дефицит увлажнения по сравнению с тепловыми ресурсами отмечается на территории СССР начиная с зоны лесостепи. Дальше к югу и юго-востоку степень сухости возрастает и природные атмосферные осадки обеспечивают использование только небольшой доли тепловых ресурсов, получаемых земной поверхностью.

Орошение зерновых культур, таким образом, необходимо применять примерно со средней части лесостепной зоны. Северная граница выделенных Гипроводхозом территорий, нуждающихся в орошении, проходит примерно через города Кишинев, Черкассы, Белгород, Воронеж, Ульяновск, Уфу, Челябинск, Курган, Омск и Барнаул. Искусственное орошение в зоне лесостепи при доведении увлажнения зерновых культур до

оптимального уровня, рассчитанного на полное использование тепловых ресурсов, по данным Гипроводхоза, увеличит урожайность в 1,5—2 раза.

Более южная степная зона, занимающая, примерно зону южных черноземов и частично обыкновенных черноземов, характеризуется как пояс, где при оптимальном увлажнении урожайность зерновых может повыситься в 2—2,5 раза. Далее к югу и юго-востоку тепловые ресурсы позволяют с помощью орошения увеличить урожай в 3,5 раза и более.

Учитывая высокие затраты на организацию поливного земледелия, Всесоюзный институт растениеводства высказался за целесообразность орошения зерновых культур в тех районах, где по тепловым условиям имеется возможность получать два урожая в год. Такая возможность определяется общей суммой активных температур (сумма среднесуточных температур+10°) не менее 2800°, исходя из того, что для озимой пшеницы после весеннего отрастания требуется 1600°, а для повторных посевов таких культур, как овес, ячмень скороспелых сортов, гречиха, турнепс — 1200° .

Изотерма 3000° проходит по северной части Молдавской ССР через Днепропетровск, Ворошиловград, Волгоград, южнее Уральска, южнее Актюбинска и далее к оз. Балхаш, огибая его с севера. Северная часть этой территории, ограниченной изотермой 3000°, более пригодна для скороспелых, а южная — для позднеспелых сортов названных культур, за исключением земель, лежащих к востоку от Волги, характеризующихся суровой зимой.

По данным Всесоюзного института растениеводства, в орошаемых районах Южной Украины и Северного Кавказа наиболее эффективны посевы кукурузы и озимой пшеницы, так же как и в восточной части Поволжья. Далее к востоку на поливных землях в основном должна возделываться яровая пшеница, особенно твердая, так как озимая пшеница здесь вымерзает. За северную границу возделывания твердой яровой пшеницы на Европейской территории СССР ориентировочно принимается линия, проходящая через Кировоград, Липецк, Ульяновск, Оренбург. В Западной Сибири твердую яровую пшеницу целесообразно размещать южнее линии Шадринск — Купино — Камень на Оби — Колывань.

Названные районы орошения находятся значительно южнее северной границы распространения твердой пшеницы, и поэтому возделывание ее на поливных землях будет достаточно эффективным.

Однако твердую яровую пшеницу из-за меньшей ее урожайности по сравнению с мягкой озимой пшеницей нецелесообразно выращивать на поливных землях юга Украины и Северного Кавказа. Твердую пшеницу на поливных землях необходимо сеять в тех районах, где имеются плохие условия для перезимовки озимой, т. е. в Заволжье, на Южном Урале и в Северном Казахстане.

Нецелесообразно также размещать ее на поливных землях южнее линии Енотаевск — Баскунчак — Челкар — Иргиз. Высокие температуры в период колошения, характерные для этих районов, мешают получить хорошую урожайность твердых пшениц, какую дают здесь сильные мягкие яровые пшеницы.

Таким образом, в засушливом Заволжье в пределах Волгоградской, Саратовской и Куйбышевской, а также Оренбургской и Уральской областей орошение целесообразно проводить лишь на посевах твердых яровых пшениц, видимо, на сравнительно небольшой площади.

Новые сорта озимых пшениц «Безостая 1» и «Мироновская 808», дающие при применении соответствующих доз минеральных удобрений урожаи 40—50 *ц/га* и более, характеризуются как сорта теплолюбивые, плохо переносящие суровые условия перезимовки. Для «Безостой 1» наиболее благоприятной зоной возделывания является Краснодарский край и юг Ростовской области. Для «Мироновской 808» — южные районы Украины и аналогичные им районы, прилегающие к Дону и право-

бережью Нижней Волги. В Заволжье, как уже говорилось, впредь до выведения зимостойких сортов озимых пшениц приходится ориентироваться на возделывание твердой яровой пшеницы.

Ориентировочные расчеты удельных капиталовложений, требующихся для увеличения валовых сборов зерна путем развития ирригации и всемерного подъема агротехники, развития химизации в зонах достаточного увлажнения, а также в зонах сравнительно редкого повторения засух, заставляют с очень большим вниманием относиться к обоснованию и разработке мероприятий, повышающих эффективность широкого орошения в зерновой зоне. Видимо, для того чтобы обеспечить достаточную экономическую эффективность использования оросительных систем в степной зоне, необходимо ориентироваться на развитие не только зерновых посевов, но и определенного набора технических (сахарная свекла, подсолнечник) и кормовых культур (кукуруза и люцерна).

Не подлежит сомнению экономическая эффективность орошения рисовых посевов в тех частях степной зоны, которые обеспечены достаточным количеством тепла для его вызревания. Такими зонами являются районы с суммой активных температур выше 3000°. Учитывая потребность риса в большом количестве поливной воды и возможности ее подачи на рисовые поля, в качестве перспективных районов рисосеяния намечаются крайний юг Украины, северная часть Крыма, Кубань, низовья Дона, низовья Терека, дельта Волги, низовья Амударьи и Сырдарьи, низовья Или, отдельные районы Куро-Араксинской низменности, а для среднеспелых сортов — Волго-Ахтубинская пойма.

При выделении зоны эффективного орошения зерновых культур необходимо учесть также особенности почвенного покрова и плотность населения в соответствующих районах. Высокую эффективность орошения зерновых вполне закономерно ожидать в сухой степи и в более южных пустынно-степных и пустынных зонах.

Однако фактором, ограничивающим выбор конкретных территорий для орошения зерновых культур, является широкое распространение в сухой степи и пустынно-степной зоне солонцовых комплексов и засоленных земель, а также крайне редкое население этой зоны. Создание жилищно-бытовых условий для населения, мелиорация солонцовых комплексов значительно удорожают строительство новых оросительных систем в этих зонах и заставляют рассматривать широкое орошение здесь как задачу будущего.

СОРТА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ДЛЯ ОРОШАЕМОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ДЛЯ РАЙОНОВ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ СССР

Решения майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС «О широком развитии мелиорации земель», подтвержденные и дополненные на июльском (1970 г.) Пленуме ЦК КПСС и в Директивах XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР, являются конкретной программой коренного преобразования целых районов крупного сельскохозяйственного производства, рассчитанной на многие годы. Выполнение ее потребует серьезных материальных затрат, крупных капитальных вложений государственных средств и больших усилий всего народа.

Естественно поэтому, что главной должна быть забота о том, чтобы затраты и усилия дали максимальный эффект, наибольшую отдачу и как можно скорее и лучше окупились. Единственный путь к решению этой задачи — получение возможно более высоких и устойчивых урожаев на мелиорированных землях и прежде всего в районах орошаемого земледелия и в нечерноземной полосе.

Основное значение в этом отношении будет иметь подбор соответствующих сортов сельскохозяйственных растений, наиболее пригодных для возделывания на мелиорированных землях.

Орошение зерновых культур. Орошаемое земледелие открывает большие возможности для получения высоких устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур и является важным резервным фактором увеличения производства зерна в стране и создания гарантированной кормовой базы для развивающегося животноводства. Данные научно-исследовательских учреждений и практика колхозов и совхозов показывают, что зерновые культуры, и в первую очередь пшеница, рис и кукуруза, в условиях орошения способны весьма эффективно использовать поливную воду и давать высокий экономический эффект.

Так, совхоз «Комсомольский» Херсонской области в 1967 г. с каждого поливного гектара получил 53,4 *ц* озимой пшеницы. В южных районах Украины в 1966 г. на орошаемых территориях площадью 40 тыс. *га* снимался урожай 35,3 *ц/га* против 24,8 *ц/га* на богарных землях. В том же году 44 хозяйства республики собрали урожай озимой пшеницы по 45—57 *ц/га*.

Высокие урожаи пшеницы при орошении из года в год получают хозяйства Николаевской области. В 1967 г. с каждого из 8,4 тыс. *га* был получен урожай по 42,7 *ц*. В Жовтневском районе Николаевской области в 1967 г. на орошаемых полях урожай пшеницы составлял 46, а без орошения — 19,9 *ц/га*. Прибавка составила 26,1 *ц/га*. Еще большая урожайность была достигнута в совхозе «Южный» Николаевской области, где при орошении на площади 200 *га* озимая пшеница дала урожай по 55 *ц/га*.

На Пржевальском орошаемом госсортоучастке Киргизской ССР средний урожай сорта «Безостая 1» за последние пять лет составил 73,8 *ц/га*, а в 1963 г. достиг рекордной цифры — 95 *ц/га*. Хорошие результаты показал более зимостойкий, чем «Безостая 1», сорт «Мироновская 808». На Семикаракорском орошаемом госсортоучастке Ростов-

ской области он дал урожай 47,6 *ц/га*, а на Аксакайском госсортоучастке — 52,2 *ц/га*.

По данным П. Е. Маринича, на орошаемом Харабалинском госсортоучастке Астраханской области сорт яровой пшеницы «Альбидум 43» дал урожай 55,3 *ц/га*, а сорт твердой пшеницы «Мелянопус 69» —54 *ц/га*.

По сравнению с другими зерновыми культурами рис обладает наиболее высокой урожайностью. Как свидетельствует Е. Б. Величко, в некоторых хозяйствах страны урожай риса достигает 150—170 *ц*/га. Сорт риса «Краснодарский 424» на Скадовском госсортоучастке Херсонской области дал урожай 95 *ц/га*. В совхозе «Комсомольский» этой области в 1967 г. с каждого поливного гектара собрано риса по 63 *ц* и более. В колхозе «Коммунизм» Хорезмской области на площади 1100 *га* в течение ряда лет получают урожай риса 70—73 *ц/га*. На Регарском госсортоучастке Таджикской ССР он дастигает 102 *ц/га*.

Кукуруза характеризуется высокой урожайностью, жаростойкостью, сравнительно низким транспирационным коэффициентом и при орошении дает большой экономический эффект. В поливных условиях Николаевской области урожай кукурузы достигает 94,3 *ц/га*. В колхозе им. Карла Маркса Кабардино-Балкарской АССР с больших площадей получают урожай зерна кукурузы по 102—150 *ц/га*. Двойной межлинейный гибрид «Днепровский 90 Т» на Карталинском орошаемом госсортоучастке Чечено-Ингушской АССР дал урожай зерна 110 *ц/га*.

Одним из решающих факторов увеличения урожайности пшеницы при орошении помимо агротехники является внедрение в производство высокопродуктивных отзывчивых на полив сортов. За годы Советской власти в нашей стране достигнуты большие успехи в селекции сельскохозяйственных культур, в том числе и пшеницы. Широкой популярностью пользуются сорта озимой и яровой мягкой и твердой пшеницы «Безостая 1», «Мироновская 808», «Лютесценс 758», «Саратовская 29», «Саратовская 36», «Скала», «Казахстанская 126», «Харьковская 46», «Мелянопус 26», «Шарк» и др.

Ряд сортов, создававшихся для богарного земледелия, оказался перспективным и при орошении. В то же время многие сорта, превосходные в условиях неполивного земледелия, часто оказываются недостаточно приспособленными или даже совсем непригодными для условий орошения. Это связано с тем, что искусственное орошение создает иную экологическую обстановку, в которой более или менее резко изменяются процессы, происходящие в самом растении, и его взаимодействие со средой.

В районах недостаточного увлажнения орошение создает благоприятные условия для оптимального протекания в растении ряда важнейших процессов, от которых зависит урожай. В первую очередь это относится к фотосинтетической деятельности растения, которая при недостаточном обеспечении влагой резко снижается в полуденные часы вследствие нарушения нормального соотношения между световым и температурным факторами, с одной стороны, и влагообеспеченностью—с другой. При поливе недостаток влаги устраняется и дневной ход фотосинтеза выражается одновершинной кривой, максимум которой соответствует оптимальному сочетанию световых и температурных условий.

Следует однако иметь в виду, что избыточное увлажнение также может привести к снижению уровня фотосинтетической деятельности растений, хотя характер кривой фотосинтеза при этом будет иной.

Изменяя ход физиологических и биохимических процессов в растении, орошение действует благоприятно на одни свойства растения и отрицательно — на другие. При возделывании пшеницы на поливе у нее активизируются ростовые процессы, увеличивается накопление крахмала и зольных веществ в зерне. Вместе с тем наблюдается тенденция к снижению концентрации белка и изменению его качественного состава в худшую сторону. Проведенные лабораторией биохимии Всесоюзного ин-

ститута растениеводства (ВИР) анализы 17 сортов пшеницы, выращенных в Поволжье на богаре и на поливе, показали, что содержание белка в зерне в условиях полива снизилось в среднем на 1,3%. Изменился при этом и состав белка: возросла фракция альбуминов и глобулинов и снизилась концентрация глиадина и глютенина.

Такое изменение состава белка снижает качество клейковины. Уменьшение количества белка в зерне и ухудшение его качества в условиях орошения снижает соответственно и технологические свойства муки. Аналогичная картина в изменении химического состава отмечается при возделывании на поливе ячменя и других культур. Однако с этими явлениями можно бороться, применяя поливы дождеванием и внекорневую подкормку.

Орошение в значительной степени изменяет взаимоотношение между растениями и возбудителями болезней. В южных районах ограничивающим фактором интенсивного развития многих болезней является недостаток влаги и высокая температура. При орошении влажность воздуха и почвы возрастает, а температура снижается. Это создает благоприятные условия для развития бурой, желтой и стеблевой ржавчины пшеницы, ржавчины подсолнечника, болезни увядания многих полевых, технических и овощных растений и т. д. К тому же устойчивость растений к болезням в условиях орошения ослабляется вследствие понижения осмотического давления, увеличения углеводов в тканях, а также потому, что покровные ткани становятся тоньше и рыхлее. Следовательно, сорта, устойчивые к болезням при возделывании в неполивных условиях, могут оказаться неустойчивыми в условиях полива.

На поливе, как правило, удлиняется вегетационный период растений, что в большинстве случаев нежелательно. Большое влияние оказывает орошение на морозостойкость озимых пшениц. Причем здесь происходят противоречивые процессы. С одной стороны, озимая пшеница при предпосевном поливе растет более интенсивно и накапливает относительно меньше сахаров, чем в условиях богары. Это должно снижать ее морозостойкость. Однако, с другой стороны, достаточная обеспеченность клеток водой, повышение водоудерживающей способности коллоидов протоплазмы способствуют лучшему прохождению процесса закаливания растений в предзимний период. Благодаря этому их морозостойкость в общем увеличивается несмотря на интенсивный рост и меньшее содержание сахаров (по сравнению с растениями, растущими в богарных условиях). Наконец, при орошении снижается устойчивость пшеницы к полеганию, как стеблевому, так и прикорневому, а это ведет к снижению урожая, ухудшению качества зерна и затрудняет уборку.

Неблагоприятные стороны влияния орошения на растения могут быть в какой-то мере ослаблены соответствующими агротехническими приемами, правильным использованием удобрений и т. д. По данным П. М. Фокеева, в поливных условиях в травостое пшеницы происходит понижение температуры и повышение относительной влажности воздуха, вследствие чего отрицательное влияние засухи ослабевает.

По данным Н. С. Петинова и А. С. Кружилина, при оптимальном увлажнении почвы и внесении высоких доз минеральных удобрений в растение поступает большое количество азота, фосфора и калия, что способствует усиленному росту репродуктивных органов, а также приводит к увеличению белка в зерне и повышению его качества. Последнее обстоятельство имеет особое значение, так как поливы вызывают ухудшение технологических свойств зерна.

Говоря о процессах, происходящих в растениях в условиях полива, по сравнению с процессами на богаре, следует иметь в виду, что характер и степень этих изменений у разных сортов одной и той же культуры бывают неодинаковы. Сорта по-разному реагируют на одни и те же условия, создаваемые орошением. И это очень важно.

Так, в опытах, проводившихся на Приаральской опытной станции ВИРа с большим набором сортообразцов ячменя, было показано, что при выращивании на поливе процент белка в зерне снизился в среднем на 2,3, изменяясь от 1 до 5% и более.

В лаборатории технологической оценки сельскохозяйственных культур ВИРа была проведена оценка набухаемости муки в уксусной кислоте более 600 сортов пшеницы, выращенных в Поволжье на богаре и на поливе. Оказалось, при выращивании на поливе показатель набухаемости одних образцов снизился значительно, а других — мало, а в некоторых случаях остался без изменения (в том числе сорт «Саратовская 29» и ряд иностранных сортов из коллекции ВИР). Подобных примеров различной реакции сортов пшеницы на орошение можно привести много.

Из этого следует, что можно и нужно создавать такие сорта, которые способны в максимальной степени использовать благоприятные условия искусственного орошения и вместе с тем избегать отрицательного его влияния на важнейшие признаки и свойства, определяющие величину и качество урожая.

Выведение новых сортов — дело длительное, требующее не менее 10 лет напряженной работы. Естественно поэтому, что на первых порах мы должны использовать для возделывания на поливе наиболее пригодные сорта из существующего сортимента зерновых культур.

Особый интерес для районов орошаемого земледелия Северного Кавказа, Закавказья, Средней Азии, Молдавии и Юга Украины представляют сорта озимой пшеницы селекции П. П. Лукьяненко (Краснодарский НИИСХ). К ним относится наиболее распространенный в стране сорт «Безостая 1», продолжающий занимать все новые районы. В настоящее время «Безостая 1» — один из лучших сортов в условиях поливного земледелия в ряде районов страны. Высокоурожайный, с отличными хлебопекарными качествами, устойчивый к полеганию сорт «Безостая 1» оказался весьма отзывчивым на полив и высокие дозы минеральных удобрений. Более широкому распространению этого сорта мешает его слабая зимостойкость и чувствительность к грибным болезням при орошении. Сорт «Безостая 1» переведен Всесоюзным институтом растениеводства на стерильную основу как исходный материал для селекции гибридной пшеницы с цитоплазматической мужской стерильностью.

Из новейших сортов селекции П. П. Лукьяненко перспективны при орошении сорта «Ранняя 12», «Краснодарская 6» и другие. Сорт «Ранняя 12» сочетает в себе все положительные качества «Безостой 1», но обладает большей скороспелостью и в меньшей степени страдает грибковыми болезнями. Устойчивость к полеганию очень высокая. Отзывчивым на орошение и устойчивым к полеганию является и другой новый сорт П. П. Лукьяненко — «Краснодарская 6».

Из наиболее популярных сортов озимой мягкой пшеницы заслуживают внимания при орошении сорта «Мироновская 808» и «Белоцерковская 198». Оба сорта районированы для поливного земледелия. «Мироновская 808», выведенная В. Н. Ремесло, характеризуется высокой урожайностью, повышенной зимостойкостью и отличными хлебопекарными качествами. Зерно крупное, стекловидное. Недостаток сорта — склонность к полеганию на поливе. «Белоцерковская 198» — также высокоурожайный сорт. В условиях Украины и Молдавии его урожайность достигает 50 *ц/га*. Зерно крупное, отличного качества. При орошении средне восприимчив к видам ржавчины, средне устойчив к полеганию. Эти два сорта переведены ВИР на стирильную основу.

По предварительным данным, перспективны при орошении новые сорта озимой мягкой пшеницы «Веселоподольская 485», «Киргизская 16», «Одесская 26».

«Веселоподольская 485» выделяется устойчивостью к полеганию, слабой восприимчивостью к болезням, крупным и средним зерном хороше-

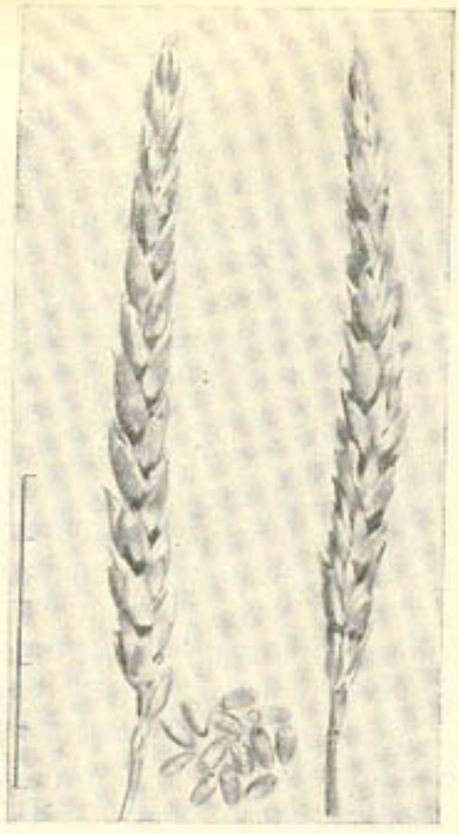


Рис. 1. Колосья и зерно яровой мягкой пшеницы

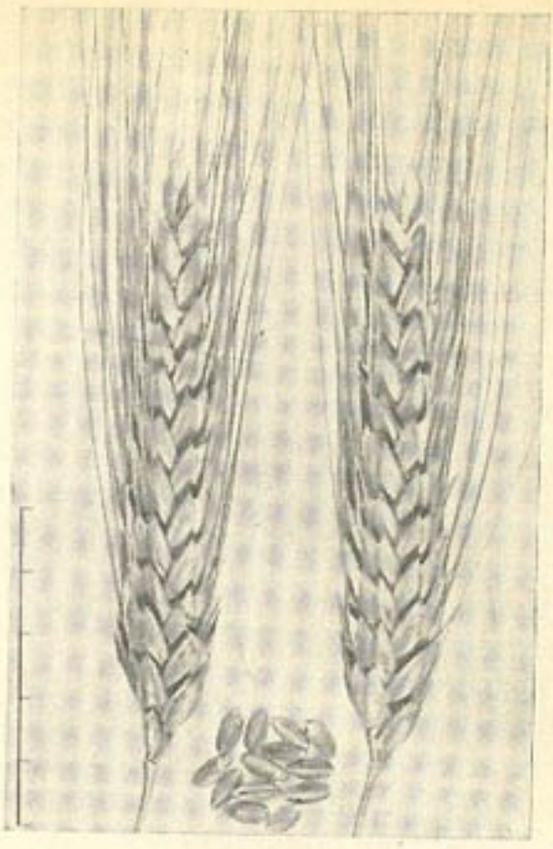


Рис. 2. Колосья и зерно яровой твердой пшеницы

го качества. Сорт «Киргизская 16» устойчив к полеганию, слабо поражается болезнями, имеет крупное зерно. Хлебопекарные качества хорошие. «Одесская 26» — высокоурожайный сорт с отличными хлебопекарными качествами, средне поражается видами ржавчины, средне устойчив к полеганию. Из яровой мягкой пшеницы перспективны при орошении новые сорта селекции Научно-исследовательского института сельского хозяйства Юга-Востока: «Саратовская 36», «Саратовская 38» и «Саратовская 210», характеризующиеся высокой продуктивностью и отличными качествами зерна, сохраняемыми при орошении. Сорт «Саратовская 36» при поливе дает высокие и устойчивые урожаи по годам, не полегает, слабо поражается болезнями и имеет крупное, стекловидное зерно; районирован при орошении. «Саратовская 38» является среднеранним продуктивным неполегающим сортом с крупным стекловидным зерном с высоким содержанием белка. «Саратовская 210» — один из лучших сортов-улучшителей. Отличается продуктивностью, устойчивостью к полеганию и сравнительной скороспелостью.

Заслуживают также внимания сорта яровой мягкой пшеницы (рис. 1) «Скала», «Казахстанская 126», «Онохойская 4». «Скала» (Тулунской госселекстанции) — урожайный, отзывчивый на орошение сорт, сравнительно устойчивый к болезням, имеет крупное зерно хорошего качества, не полегает. «Казахстанская 126» выделяется продуктивностью, устойчивостью к полеганию, слабо поражается болезнями и имеет хорошие и отличные хлебопекарные качества. Сорт «Онохойская 4» (Бурятской госселекстанции) продуктивен, устойчив к полеганию, имеет крупное стекловидное зерно хорошего качества.

Весьма перспективен при орошении распространенный сорт яровой пшеницы «Безенчукская 98», обеспечивающий высокие и устойчивые урожаи по годам. Он имеет крупное стекловидное зерно отличного качества; устойчив к полеганию, слабо поражается грибковыми болезнями.

Особого внимания при орошении заслуживает твердая пшеница, имеющая большое народнохозяйственное значение. Она используется в хлебопекарной, макаронной и кондитерской промышленности и идет на экс-

порт. Твердая пшеница характеризуется наибольшей отзывчивостью на орошение по сравнению с другими видами и должна занять важное место в поливных условиях.

В стране уже есть сорта, выделяющиеся рядом положительных свойств. Из сортов озимой твердой пшеницы возделываются при орошении «Аг-бугда 13», «Шарк», «Дербентская черноколосая», «Кяхраба 10», «Аранданы», «Джафари» и др. Озимый сорт твердой пшеницы «Аг-бугда-13» приспособлен к поливным условиям, хорошо зимует в южных районах страны, среднеспелый, продуктивный, сравнительно устойчив к полеганию, слабо поражается болезнями, имеет крупное зерно. Сорт «Шарк» характеризуется скороспелостью, устойчивостью к полеганию, хорошими хлебопекарными качествами. В Азербайджанской ССР на поливе дает урожай свыше 40 *ц/га*. Новый сорт «Кяхраба 10» выделяется урожайностью, слабой восприимчивостью к болезням, крупным зерном хорошего качества; по предварительным данным, отзывчив на орошение, но средне устойчив к полеганию.

Перспективен при орошении более зимостойкий сорт «Новомичуринка», выделяющийся устойчивостью к полеганию, слабой восприимчивостью к грибковым болезням.

Хорошо зарекомендовали себя в условиях орошения яровые сорта твердой пшеницы (рис. 2): «Харьковская 46», «Безенчукская 105», «Гордеиформе 432», «Ракета», «Мелянопус 26» и др. Сорт «Харьковская 46» стоит на первом месте по занимаемым площадям, по урожайности не уступает лучшим сортам мягкой пшеницы; отличается отзывчивостью на полив, устойчивостью к полеганию и слабой восприимчивостью к болезням, имеет крупное зерно с хорошими и отличными технологическими свойствами.

Новый сорт «Безенчукская 105» перспективен при орошении, имеет крупное стекловидное зерно высокого качества, устойчив к полеганию и слабо поражается болезнями. Популярный сорт яровой твердой пшеницы «Мелянопус 26» зарекомендовал себя на поливе как продуктивный, с высокими макаронными качествами сорт. Новый сорт «Ракета» (Красноярского научно-исследовательского института сельского хозяйства) выделяется высокой продуктивностью, устойчивостью к полеганию.

Из селекционного фонда риса перспективными оказались следующие сорта: «Алакульский», «Дубовский 129», «Кубань 3», «Краснодарский 424°, «Узрос 269», «Узрос 7/13», «Узрос 275», «Акула», «Садри», «Челяй».

Сорт «Алакульский» выделяется скороспелостью, слабой восприимчивостью к пирикуляриозу и к полеганию. Сорт урожайный, с крупным стекловидным зерном хорошего и отличного качества. «Дубовский 129» — раннеспелый, устойчивый к полеганию, слабо восприимчивый к болезням. Качество зерна отличное. Сорт «Кубань 3» отличается высокой урожайностью и устойчивостью к полеганию. Технологические качества хорошие и отличные. Широко распространенный сорт «Краснодарский 424» характеризуется высокой урожайностью, устойчивостью к полеганию и слабой восприимчивостью к болезням. Технологические качества отличные. Заслуживают внимания сорта Узбекской рисовой опытной станции. Сорт «Узрос 269» выделяется высокой продуктивостью. В течение ряда лет дает урожай 65—80 *ц/га*. Среднеспелый, устойчивый к полеганию, слабо поражается пирикуляриозом. Технологические качества хорошие. «Узрос 7/13» обладает высокой урожайностью, устойчивостью к полеганию, невосприимчивостью к пирикуляриозу. Технологические качества хорошие. «Узрос 275» — один из первых сортов отечественной селекции. Высокопродуктивный, устойчивый к полеганию и засолению почв. Пирикуляриозом поражается слабо. Технологические качества выше средней. Сорт «Акула» выделяется высокими технологическими свойствами. Устойчив к полеганию и осыпанию. Слабо поражается болезнями. Сорт «Челяй» отличается скороспелостью и слабой воспри-

имчивостью к болезням. Недостатком сорта является его склонность к полеганию.

Кукуруза весьма отзывчива на орошение и широко распространена на поливных землях Средней Азии, Южного Казахстана, Нижнего Поволжья, Краснодарского края, Молдавии и других районов.

Широко применяется на поливных землях зубовидная кукуруза. Лучшими при орошении оказались следующие гибриды и сорта кукурузы: «ВИР 156 Т», «ВИР 338 Т», «Днепровский 90 Т», «Краснодарский 5», «Краснодарский 4 Т», «Днепровский 200», «Одесская 10», «Краснодарский 309», «ВИР 42», «Узбекская белая зубовидная». Двойной межлинейный гибрид «ВИР 156 Т» высокорослый, но устойчивый к полеганию и поражению пузырчатой головней. Урожайный, весьма отзывчивый на орошение и удобрения. Перспективен для возделывания на силос

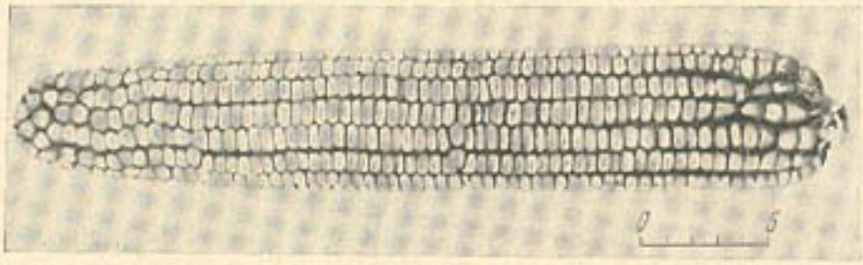


Рис. 3. Початок кукурузы сорта «ВИР 156 Т»

в пожнивных посевах. Семеноводство гибрида переведено на стерильную основу (рис. 3). Двойной межлинейный гибрид «ВИР 338 Т» отзывчив на орошение, продуктивен, устойчив к полеганию и к поражению пузырчатой головней. Растения высокорослые, с хорошей облиственностью. Листья и стебли этого гибрида долгое время сохраняются в зеленом состоянии, что повышает питательную ценность зеленой массы. Семеноводство гибрида «ВИР 338» переведено на стерильную основу. Гибрид «Краснодарский 4» выделяется высокой урожайностью, отзывчивостью на орошение, но склонен к полеганию; устойчив к пузырчатой головне. Двойной межлинейный гибрид «Днепровский 90 Т» характеризуется высокой урожайностью и отзывчивостью на орошение. Устойчив к полеганию. Двойной межлинейный гибрид «Краснодарский 309» — среднепоздний, урожайный, устойчивый к полеганию сорт; поражение грибными болезнями и кукурузным мотыльком незначительное. Переведен на стерильную основу. Двойной межлинейный гибрид «ВИР 42» высокоустойчив к полеганию и к поражению пузырчатой головней. Отзывчив на орошение и в тоже время жаровыносliв. Сорт «Узбекская белая зубовидная» характеризуется высокой облиственностью; зеленая окраска листьев сохраняется после созревания зерна. Урожай зеленой массы с початками достигает 2000 *ц/га* (рис. 4). Сорт «Днепровский 200»— продуктивный, устойчивый к полеганию, дает высокие урожаи зеленой массы с початками. Сорт «Одесская 10» весьма отзывчив на орошение. При созревании початков стебли и листья сохраняют зеленую окраску. Дает высокие урожаи зеленой массы.

Помимо районированных гибридов кукурузы большой интерес для орошаемых районов имеют новые гибриды из США: «Небраска 201 Т» и «Иллинойс 3029». По данным ВИРа, они весьма перспективны в республиках Средней Азии, на Северном Кавказе, в Нижнем Поволжье, на юге Казахстана, превышают по урожайности районированный здесь гибрид «ВИР 156». Урожайность высокая. Гибрид среднепоздний, хорошо вызревает в большинстве основных районов возделывания кукурузы.

На втором месте по размеру посевных площадей стоит кремнистая кукуруза. Некоторые сорта кремнистой кукурузы дают ценное по технологическим качествам зерно и представляет интерес для возделывания при орошении. Имеретинский гибрид этой группы кукурузы характеризуется отзывчивостью на орошение; растения высокорослые, хорошо облиственные. Районирован в Средней Азии и Грузинской ССР.

В последние годы в нашей стране широко распространяется сахарная и лопающаяся кукуруза, используемая для пищевых целей. Сахарная кукуруза консервируется в молочной спелости и употребляется в пищу в виде гарниров, а также для приготовления супов, оладьев и т. д. Она содержит до 13% белка и 13—14% жира и является ценным пищевым продуктом.

В поливных условиях перспективными оказались следующие сорта и гибриды сахарной кукурузы: «Юбилейный 427», «Тираспольская скороспелая 33», «Заря 123», «Элегия 439», Сказка 435». Гибрид «Юбилейный 427» среднепоздний, высокоурожайный, с крупным початком цилиндрической формы; зерна крупные, вкусовые качества хорошие. Сорт «Тираспольская скороспелая 33» скороспелый, низкорослый, среднеурожайный, с повышенной холодостойкостью. Весьма отзывчив на ороше-

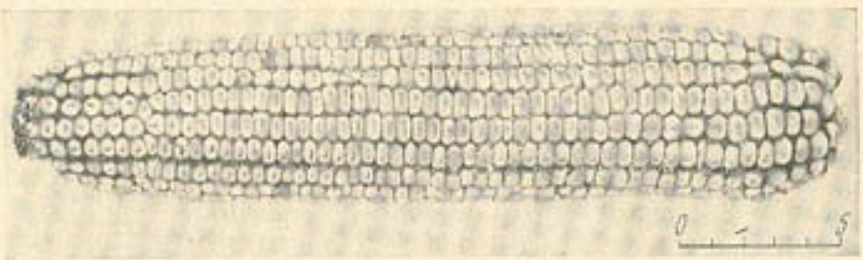


Рис. 4. Початок кукурузы сорта «Узбекская белая зубовидная

ние гибрид «Заря 123», среднеранний, сравнительно холодостойкий, высокоурожайный. Тройной межлинейный гибрид «Элегия 439» (Крымской опытной станции ВИР им. Н. И. Вавилова) находится в государственном сортоиспытании. Относится к скороспелой группе; средний урожай спелых початков 40 *ц/га*; технологические качества хорошие. Простой межлинейный гибрид «Сказка 435» (Крымской опытной станции ВИР им. Н. И. Вавилова) скороспелый; средний урожай спелых початков 46,6 *ц/га*; технологические качества хорошие. Переведен на стерильную основу. Находится в государственном сортоиспытании.

Лопающаяся кукуруза используется в пищу в виде «взорванных» зерен, «корнфлексов», а также является ценным сырьем для производства крупы высокого качества. В последнее время многие научно-исследовательские учреждения начали селекционную работу с лопающейся кукурузой, в результате которой появились перспективные сорта. Гибрид «МОС ВИР 1» среднепоздний, урожайный, хорошо облиственный, устойчивый к полеганию, слабо восприимчивый к пузырчатой головне. Технологические и вкусовые качества хорошие. Отзывчив на полив. Тройной межлинейный гибрид «Небраска 104» позднеспелый, высокорослый, устойчивый к полеганию и повреждению болезнями. Листья после созревания початков долгое время сохраняют зеленую окраску. Технологические качества высокие.

В связи с засухоустойчивостью ячмень распространен главным образом на богарных землях. При орошении его возделывают в республиках Средней Азии и Закавказья. На поливных землях ячмень выгоден в качестве промежуточной культуры. Он созревает на 8—15 дней раньше пшеницы, что создает благоприятные условия для получения двух урожаев в год в районах с теплым климатом. В зонах хлопководства ячмень хорошо используется в качестве покровной культуры для люцерны, имеющей важное агротехническое значение для борьбы с вилтом хлопчатника. Весьма важно, что ячмень, выращенный при орошении, значительно превосходит богарный по качествам, необходимым для приготовления пива. В зонах древнего орошения ячмень оказывается более выносливым к засолению почвы, чем пшеница.

Разнообразие природных условий в районах орошаемого земледелия повлекло за собой районирование большого числа сортов ячменя. Наиболее распространены при орошении следующие сорта ячменя осеннего сева: «Дагестанский», «Каршинский», «Персикум 64», «Треби», «Шир-

ванданы», «Хасавюртовский», «Унумли-Арпа»; из яровых на поливе заслуживают внимания сорта «Комбайнер» и «Нутанс 187».

Сорт «Дагестанский» биологически озимый, отзывчивый на орошение и устойчивый к болезням, среднеспелый, сравнительно зимостойкий, Сорт «Каршинский», кормового использования, выделяется жаровыносливостью и отзывчивостью к орошению, хорошо зимует в зоне районирования, среднеустойчив к болезням. К недостатку сорта следует отнести его склонность к полеганию на поливе. Сорт «Персикум 64», кормового использования, среднеспелый, устойчивый к засухе, отзывчивый на орошение. В условиях орошения восприимчив к мучнистой росе и склонен к полеганию. Сорт «Треби» биологически яровой, кормового использования, обладает повышенной выносливостью к засоленности почв, жаростойкий, среднезасухоустойчивый, зимостойкость слабая. «Ширванданы»—биологически озимый сорт, обладающий жаровыносливостью и засухоустойчивостью. Зимостойкость ниже средней, весьма отзывчив на орошение. На поливе склонен к полеганию, восприимчивость к болезням средняя. Сорт «Хасавюртовский», кормового использования, слабо зимостойкий, устойчивый к болезням, среднеустойчивый к полеганию. Отзывчив на орошение. Сорт «Унумли-Арпа» в условиях орошения дает высокий урожай зерна с хорошими пивоваренными качествами. Жаровыносливый, зимует хорошо (в зоне районирования). Средне поражается грибковыми болезнями, склонен к полеганию. Сорт «Комбайнер» возделывается в яровом посеве. Имеет хорошие пивоваренные и крупяные качества. Весьма отзывчив на орошение, но слабо выносливый к высоким температурам. Выделяется устойчивостью к полеганию. Сорт «Нутанс 187» среднеранний, на поливе выделяется высокой продуктивностью.

Наряду с использованием лучших из существующих сортов, наиболее пригодных для возделывания на поливе, необходимо немедленное и широкое развитие селекционной работы, направленной на выведение новых сортов, более приспособленных к условиям орошения.

Каким основным требованиям должны отвечать эти сорта? Коротко можно сказать, что они должны давать максимально высокий урожай и максимально высокое качество продукции. Но величина урожая и его качество есть суммарный результат многих и сложных процессов. Это функция многих переменных. Поэтому приведенное общее требование распадается на ряд более частных. Вводимые для условий орошения сорта должны быть максимально отзывчивыми на орошение в смысле повышения активности обменных процессов, в частности, фотосинтеза и формирования элементов продуктивности; не ухудшать при этом химического состава и технологических свойств получаемого продукта, а по возможности улучшать их: обладать повышенной устойчивостью к ряду грибковых заболеваний и вредителей. Иметь прочный стебель и хорошо развитую корневую систему, чтобы быть достаточно устойчивыми как против стеблевого, так и против прикорневого полегания. Обладать достаточной скороспелостью. Для озимых культур обязательным является наличие высокой зимостойкости, гарантирующей их перезимовку даже в самые неблагоприятные зимы в районах их возделывания и т. д.

На современном этапе селекционной работы особое место отводится исходному материалу, сосредоточенному в мировых коллекциях Всесоюзного ордена Ленина научно-исследовательского института растениеводства им. Н. И. Вавилова. Его изучение позволило выделить ценные формы как исходный материал для селекции при орошении.

Из отечественного сортимента в качестве исходного материала для селекции пшеницы в условиях орошения наибольший интерес представляют сорта «Безостая 1», «Баткан красная» (Киргизская ССР), «Моцинаве» (Грузинская ССР), «Сурхак 262», «Сурхак юбилейный», «Таджикская 16» (Таджикская ССР) и др. Все они довольно устойчивы к полеганию в условиях полива. Интересны по устойчивости к бурой ржавчине

сорта «Осетинская 3», «Осетинская 4», «Г — 728», «Г — 776» (Северо-Осетинская АССР).

По комплексу хозяйственно-ценных признаков в условиях орошения представляют интерес новейшие озимые сорта североамериканской селекции: «Триумф», «Джорджия». Некоторые сорта пшениц США оказались ценными благодаря слабой поражаемости бурой ржавчиной и высокому качеству зерна при орошении, а именно: «Блэкхак» и «Виго», и европейских — высокопродуктивные сорта итальянской селекции: «Анкона», «Продуторе», «Фортунато 702/ha», «Фуноне». Некоторые итальянские сорта представляют интерес по устойчивости к бурой и желтой ржавчинам («Виктория», «Венето»). Интересен французский озимый сорт «Этуаль де шуази», который на Пржевальском (Киргизская ССР) госсортоучастке при орошении дал урожай 95 *ц/га*. Заслуживает внимания также аргентинский сорт «Клейн 33», чилийский «Менфло» и др.

При селекции яровой мягкой пшеницы в условиях орошения наибольшее значение как исходный материал имеют отечественные высококачественные сорта «Безенчукская 98», «Саратовская 36», «Лютесценс 758», «Скала», «Казахстанская 126», «Таджикская местная 13424», «Туркменская местная 22526» и многие другие. Отзывчивыми на орошение оказались сорта Ирана («Азар», «Адл», «Табази»), Австралии («Федерейшн»), США («Дакота», «Ципресс», «CI-12358»), Канады («Лейк», «Гибрид 4280-10» и др.), Чили («Орофен»), Мексики («Хактана»), Кении («Кения Хок», «367 AR»), Аргентины («Клейн синмарк»), Индии («Цуса 4», «НП 165»), Франции («Престиж») и т. д. Ценным исходным материалом при селекции на устойчивость к бурой ржавчине в условиях орошения являются яровые аргентинские сорта «Клейн церес» и «Ля превисион 25», североамериканские «Ли», «Конли», бразильский «Фронтана», чилийский «Менфло», мексиканский «Анахуас» и др.

В орошаемом земледелии страны особое место должна занять твердая пшеница. Из мировой коллекции выделен исходный материал для селекции твердой пшеницы. Из зарубежных в поливных условиях лучшими оказались сорта твердой пшеницы Италии («Капелли 8», «Сенатор Капелли»), Сирии (местный «Леукурум 17107»), Египта («Белади»), Канады («ДТ — 208 — РЛ3158»), Ирана (местные «Гордеиформе 22496» и «Леукурум 38621»), Албании (местный «Леукомелян 43156»), Турции (местный «15908») и др. Устойчивыми к бурой ржавчине оказались сорта твердой пшеницы (рис. 5) СССР («Краснодарская 362», «Кустанайская 14», «Гордеиформе 10»), США («Нуггет»), Чили («Кандеаль 19», «Кандеаль 18», «Кандеаль 5»).

В последние годы коллекция риса пополнилась перспективными местными и селекционными сортами. Среди них имеются ценные образцы для селекции на скороспелость, устойчивость к полеганию и осыпанию, на иммунитет к пирикуляриозу, крупнозернистость, низкорослость, высокие биохимические и технологические качества.

Из сортов зарубежной селекции по совокупности хозяйственно-ценных признаков в условиях орошаемого земледелия весьма перспективными оказались следующие «Сезарио», «Марселле» (Франция), «Греггио», «Италпатна», «Баллила а грана гросса», «Ба заретти», «Ленчино» (Италия); «Селн 244», «Портигуёс» (Португалия); «Де-

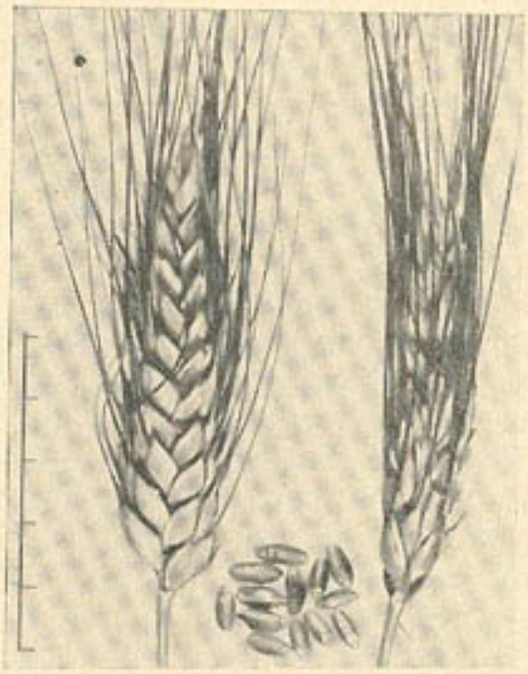


Рис. 5. Колосья и зерно озимой твердой пшеницы

роковазе», «Шин-сетсу» (Япония); «Белле Ратна» (США) и «Роза дель гольфо» (Куба).

Скороспелостью и устойчивостью к пирикуляриозу характеризуются образцы из Японии. Индийские сорта выделяются повышенной кустистостью и хорошей озерненностью метелки. Сорта Европы отличаются крупнозерностью, безостостью и хорошими качествами зерна.

Помимо подбора сортов и гибридов кукурузы для орошаемого земледелия в настоящее время проводится работа по их выведению на базе самоопыленных линий. Изучение большого набора самоопыленных линий кукурузы в условиях орошения позволило выделить наиболее перспективные из них как исходный материал для селекции (таб. 1). Из данных таблицы следует, что по урожайности зерна выделяются линии США: A116, Oh40B, B33, W374, 32183, а также линия 7—122 из Венгрии, значительно превысившие стандарт — линию ВИР 40 — по ряду признаков: по урожайности, величине початков, крупности зерна. Эти линии обладают высокой комбинационной способностью, выделяются отзывчивостью на орошение.

В условиях поливного земледелия на высоком агрофоне у многих самоопыленных линий проявляется склонность к многопочатковости, что особенно заметно у более скороспелых из них. Два початка на растении при орошении в этих условиях дают линии США: J — 234, B 28, Oh7, Jll701, 38—11, WF9. Наиболее высокопродуктивными оказались позднеспелые линии США: H — 39, K — 148, H — 31, MP — 1,— характеризующиеся высокой комбинационной способностью. Лучшие гибриды этих линий с тестором (WF9 × 38—11) дали урожай сухого зерна по 95—97 *ц/га* (табл. 2).

Из мировой коллекции в условиях орошения выделены ячмени, которые могут быть использованы как исходный материал для селекции. Положительную оценку по зимостойкости получили образцы «Доминатор» (ГДР), «Костен» (Польша), «Брукер 3» (Австрия), «Боче» (Швеция) и др. Устойчивыми к полеганию на поливе оказались образцы США и Канады («Дейтоне», «Пейс», «Бичеч», «Глециер», «Пэрклянд»

Таблица 1

Перспективные самоопыленные линии кукурузы для орошаемого земледелия (Ташкент, 1963—1965 гг.)

Линия	Происхождение	Группа скороспелости	Число листьев	Высота растений, *см*	Урожай в початках, *ц/га*	Вес початка, *г*	Вес 1000 зерен, *г*	Выход зерна, %
ВИР 40 (стандарт)	Краснодарский край	Среднеспелая	15,8	170	43,2	135	246	84,7
A 116	США, Миннесота	»	15,5	216	63,4	192	250	84,9
A 385	» »	»	15,1	167	47,2	157	255	86,7
УА 153	США, Айова	Среднепоздняя	16,6	183	44,2	120	243	83,6
УII 4226	США, Иллинойс	»	17,3	219	43,2	209	308	82,4
B 33	США, Нью-Джерси	»	17,4	202	77,2	201	234	85,1
Oh 40 B	США, Огайо	»	17,2	217	55,6	175	295	82,7
32183	» »	»	16,3	223	54,4	180	267	84,9
32565	» »	»	16,1	223	46,4	163	233	84,5
W 374	США, Висконсин	»	17,6	203	52,4	234	314	81,7
7—122	Венгрия	»	17,7	246	64,0	232	349	82,1
УII 90	США, Иллинойс	Позднеспелая	18,3	207	52,8	191	237	84,2
5377	» »	»	13,9	252	65,5	211	291	82,1
W 134	США, Висконсин	»	19,4	233	74,3	243	307	84,4
Tx 303	США, Техас	»	21,2	273	70,3	246	333	84,9

Таблица 2

Комбинационная способность лучших самоопыленных линий кукурузы, выращенных при орошении в 1964 г.

Гибридные комбинации	Урожай зерна, *ц/га*	Отклонение от стандарта, *ц/га*	Урожай, % к стандарту
ВИР 338 — стандарт	82,5	0	100
(WF9×38—11)×п О 14	90,8	+3,3	100,1
(WF9×38—11)×В 15	93,9	+11,4	112,6
(WF9×38—11)×МР 305	94,1	+11,6	114,1
(WF9×38—11)×п 6	94,5	+12	114,5
(WF9×38—11)×МР 4	96	+13,5	116,3
(WF9×38—11)×Н 27	94,9	+12,4	115
(WF9×38—11)×В 42	95	+12,5	115,1
(WF9×38—11)×Jnb 24	95,1	+12,6	115,2
(WF9×38—11)×Р 2	95,2	+12,7	115,3
(WF9×38—11)×R 78	95,4	+12,9	115,6
(WF9×38—11)×N 15	95,6	+13,1	115,8
(WF9×38—11)×МР 2	95,8	+13,3	116,1
(WF9×38—11)×МР 5	96,6	+14,1	117,1
(WF9×38—11)×К 148	96,8	+14,3	117,3
(WF9×38—11)×Н 31	96,9	+14,4	117,4
(WF9×38—11)×Н 29	97,3	+14,8	117,9

и др.), Чили и Перу («18666», «18669»). По устойчивости к болезням в условиях орошения выделился ряд сортов, в том числе «Кейстон», «Вентмор» (США); «Модиа», «Рокакудо» (Северная Африка), «Монте-Кристо» (Аргентина), «Ракуза» (Югославия) и др. В условиях повышенной засоленности орошаемых почв хорошие урожаи дает ячмень. Из мировых сортов как исходный материал для селекции ценными оказались ячмени США, Канады, Аргентины, Западной Европы и Эфиопии: «Волла», «Гляцир», «Кривенер 2», «Линия 6326», «Массаукс 2526», «Ля превисион», «Эмир» и др.

Увеличение производства зерна в нечерноземной зоне. Важнейшей задачей является интенсификация сельского хозяйства зоны для получения высоких и устойчивых урожаев зерновых культур и снижение себестоимости зерна. Опыт многих хозяйств и научных учреждений показывает, что в нечерноземной зоне можно получать высокие урожаи зерна. В 1967 г. в хозяйствах Ломоносовского района Ленинградской области средняя урожайность зерновых культур составила 28 *ц/га*, а в совхозе «Красная Балтика» этого района она достигла 32,8 *ц/га*. В колхозе им. Ленина Кингисеппского района Ленинградской области в 1967 г. получен урожай зерна озимой пшеницы 29,5 *ц/га*. В отдельные годы в этом колхозе снимают урожай пшеницы до 40 *ц/га*.

На осушенных торфяных почвах Расейнского района Литовской ССР сбор зерна ячменя превышал 40 *ц/га*. Ряд хозяйств Латвийской ССР в 1965 г. на больших площадях получал урожай ячменя по 30 *ц/га*. В колхозе «Красный Октябрь» Латвийской ССР урожайность зерновых в 1967 г. составила 26 *ц/га*. В 1967 г. колхозы и совхозы Эстонской ССР на всей площади собрали урожай зерна 22 *ц/га*. В колхозе «Родина» Солигорского района Белорусской ССР в 1967 г. урожайность озимой пшеницы сорта «Мироновская 808» составила 27 *ц/га*. В третьей бригаде колхоза «Красное знамя» Псковской области с каждого гектара в 1967 г. получили по 53 *ц* ячменя. Высокие урожаи в условиях нечерноземной зоны дает также овес.

Основным средством повышения урожайности и снижения себестоимости продукции в нечерноземной зоне являются мелиорация, удобре-

ние почв и прежде всего осушение переувлажненных и известкование кислых почв, очистка полей от кустарников, создание крупных окультуренных массивов и т. д. К важным факторам повышения урожайности относится также рациональное размещение зерновых культур. Исходя из агроклиматических, почвенных условий и биологических особенностей культур необходимо пересмотреть и улучшить географическое размещение сельскохозяйственных культур по отдельным районам зоны.

По сложившейся в настоящее время структуре посевных площадей доминирующая роль принадлежит ржи. Она занимает в нечерноземной зоне свыше 8 млн. *га*, что составляет половину всех посевов этой культуры в стране. Удельный вес озимой ржи в указанной зоне достигает в среднем 82% всего озимого клина; на долю озимой пшеницы приходится 18%.

В ряде экономических районов нечерноземной зоны рожь должна сохранить высокий удельный вес в озимом клину (Северо-Западный, Волго-Вятский и Предуралье). В то же время в районах с более благоприятными условиями необходимо увеличить за счет ржи посевы озимой пшеницы, как более урожайной культуры. Так, в Московской, Владимирской, Тульской и Калужской областях превышение урожая озимой пшеницы над озимой рожью за последние 5 лет составляет 1,5—2,9 *ц/га*. Расширение посевов озимой пшеницы перспективно также в прибалтийских советских республиках и в отдельных областях БССР.

Необходимо уточнить соотношение в посевах ячменя и овса в зависимости от специализации хозяйств и урожайности. Субъективизм в планировании привел к недооценке овса в нечерноземной зоне, хотя здесь он дает высокие устойчивые урожаи.

В прибалтийских республиках, где ведущими зерновыми культурами являются пшеница и ячмень, овес сохраняет свое значение на подзолистых, менее плодородных почвах (южная часть Эстонской ССР, Приморская низменность и западная часть Латвийской ССР, восточные районы Литовской ССР). В нечерноземной зоне можно получать большие урожаи пивоваренного ячменя, особенно в прибалтийских республиках и Белорусской ССР.

В решении проблемы увеличения производства зерна, как уже отмечалось, видное место принадлежит сортовым ресурсам и хорошо поставленному семеноводству. Только за счет лучших сортов в нечерноземной зоне прибавка урожая зерновых культур достигает 2—4 *ц/га* при одних и тех же затратах.

Селекционерами нечерноземной зоны выведено большое число сортов; районировано 114 сортов, в том числе ржи — 17, озимой пшеницы — 25, яровой пшеницы — 16, ячменя — 16 и овса — 20.

Из сортов озимой ржи наиболее распространен сорт «Вятка», занимающий более 70% всей площади посевов ржи в нечерноземной зоне. В Белорусской ССР широко применяются сорта «Беняконская» и «Партизанская местная». В прибалтийских республиках наиболее популярны сорта «Сангасте» (Эстонская ССР), «Приекульская» (Латвийская ССР) и «Литовская 3» (Литовская ССР). Созданы новые сорта ржи: «Балтия» и «Йыгева 112», представляющие интерес для прибалтийских республик как устойчивые к полеганию. Однако состояние селекции ржи не соответствует значению этой важнейшей культуры в нечерноземной зоне. Нет еще короткостебельных сортов, противостоящих полеганию в условиях высокого агрофона и переувлажнения. Селекционеры еще не создали зимостойких сортов с другими хозяйственно-ценными признаками. Слабо ведется работа по улучшению хлебопекарных свойств ржи.

Сорта озимой пшеницы для нечерноземной полосы весьма разнообразны. Наибольшие площади (около 600 тыс. *га*) занимает старый сорт «Ульяновка», районированный еще в 1929 г. Его популярность связана

с выносливостью к неблагоприятным условиям зимовки, особенно в Волго-Вятском районе, а также в Костромской, Рязанской и Владимирской областях. Однако по урожайности и качеству зерна он уступает современным сортам.

Сравнительно большие площади занимает сорт «ППГ — 186» (200 тыс. *га*). Он преобладает в посевах Московской области, широко распространен также в Смоленской, Тульской, Калининской и Новгородской областях. Сорт «ППГ — 186» выделяется хорошими хлебопекарными качествами и устойчивостью к полеганию. Зимостойкость средняя. Пыльной головней поражается слабо.

В последние годы селекция озимой пшеницы ознаменовалась выведением ряда новых сортов, перспективных в районах нечерноземной полосы. К ним относятся «Горьковская 52», «Иген 3», характеризующиеся отзывчивостью на высокий агрофон, сравнительной устойчивостью к полеганию и крупным зерном хорошего качества.

В отдельных областях Центрального района высокую оценку получили сильные пшеницы украинской селекции — «Белоцерковская 198», «Мироновская 808». По данным Государственного сортоиспытания, сорт «Мироновская 808» превысил в Московской области по урожаю «ППГ-186» на 4,8—5,3, а в Смоленской — на 9—16 *ц/га* в связи с лучшей озерненностью колоса и большой крупностью зерна.

В прибалтийских республиках наиболее распространены сорта «Дотнувская 458» (Литовская ССР), «Приекульская 481» (Латвийская ССР), «Универсал» и «ПУУК» (Эстонская ССР), выделяющиеся отзывчивостью на высокие агротехнические условия и устойчивостью к полеганию. Сорт «Курземе» (Латвийская ССР) отличается урожайностью, устойчивостью к полеганию и замостойкостью.

В Белорусской ССР наибольшие площади заняты сортами «ППГ-186» и «ППГ-1». В последние годы здесь районированы также сорта украинской селекции: «Мироновская 808» и «Белоцерковская 198».

Селекционеры нечерноземной зоны добились значительных успехов в выведении ценных сортов озимой пшеницы. Особенно ощутимы успехи в повышении качества зерна и устойчивости к полеганию. Вместе с тем проблема зимостойкости в нечерноземной зоне по-прежнему остается острой. Гибель озимой пшеницы по различным причинам достигает ежегодно значительных размеров, а иногда носит характер стихийных бедствий. Плохая перезимовка озимых культур нередко связана с нарушениями правил агротехники. Однако широкие производственные опыты показали большое преимущество в степени перезимовки за наиболее зимостойкими сортами. Выведение более урожайных сортов, выносливых к зимним невзгодам,— одна из главнейших задач селекции пшеницы в нечерноземной зоне.

Проблема зимостойкости в селекционной работе, несомненно, является наиболее трудной. В настоящее время в мировой коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова имеется обширный генетический фонд сортов сильных и высококачественных, устойчивых к полеганию, а также обладающих сравнительной зимостойкостью пшениц, которые могут быть использованы как исходный материал для селекции. В повышении зимостойкости еще не разработаны эффективные методы селекции; испытываются также трудности в подборе исходного материала.

Площади яровой пшеницы в нечерноземной зоне близки к посевам озимой. Яровые сорта возделываются в основном в Волго-Вятском районе и Предуралье (свыше 1 млн. *га*). Значительные площади заняты яровой пшеницей в Центральном экономическом районе РСФСР, однако удельный вес озимой пшеницы здесь более чем в 2 раза выше, по сравнению с яровой.

Из сортов яровой пшеницы преобладает старый шведский сорт «Диамант», весьма урожайный, ценный по своей биологической плас-

тичности. Он сравнительно выносливый к повышенной кислотности почв, но имеет средние хлебопекарные качества, склонен к полеганию и восприимчив к бурой ржавчине. В Вологодской и Архангельской областях дополнительно к «Диаманту» районированы скороспелый сорт «Апу» (финской селекции) и отечественный сорт «Скала». В ряде областей Северо-Запада и в Центральном районе перспективен сорт «Минская», превосходящий «Диамант» по урожайности, качеству зерна и устойчивости к полеганию. Из новых ценных сортов перспективны «Отечественная» (Тульская область и Чувашская АССР), «Краснозерная» (Московская область), «Горьковская 20» (Горьковская область). В Предуралье районированы сорта, различающиеся по скороспелости: среднеспелые «Лютесценс 758», «Диамант», «Стрела» и ранние «Комета», «Скала», «Норрена».

Посевы яровой пшеницы в Прибалтике незначительны. Здесь распространены: «Диамант», «Пикер» (Латвийская ССР), «Гражучай», «Гарсас» (Литовская ССР) и «Диамант», «Норене» (Эстонская ССР).

Среди сортов ячменя господствующее положение в нечерноземной зоне занимает «Винер». Его посевы здесь составляют 80% всех посевов ячменя. Сорт весьма урожайный, выносливый к весенним засухам и повышенной кислотности почв, но неустойчивый к полеганию. По данным Государственного сортоиспытания, средняя урожайность этого сорта в нечерноземной полосе составила 22—25 *ц/га* при максимальной урожайности 40,2 *ц/га* (Псковская область).

Перспективен новый сорт «Немчиновский», превышающий по урожайности сорт «Винер» на 2,5—5,0 *ц/га* и имеющий большую устойчивость к полеганию. В Северо-Западном районе возделываются скороспелые сорта «Полярный 14», «Бирка» и «Тамми».

В Прибалтике наиболее распространены сорта ячменя «Майя», «Комбайнер», «Вайрогс», «Приекульский 1» (Латвийская ССР); «Ауксиняй», «Джогяй» (Литовская ССР); «Майя», «Домен», «Тамми» (Эстонская ССР).

По данным ВИР им. Н. И. Вавилова, некоторые районированные в нечерноземной полосе сорта ячменя обладают повышенной устойчивостью к кислым почвам: «Джюгяй», «Полярный 14», «Пиркка», «Тамми», «Винер». Это ценное свойство необходимо учитывать при подборе исходного материала для селекции.

Из районированных сортов овса наиболее распространены в нечерноземной полосе сорта «Золотой дождь», «Победа», «Орел», «Льговский 1026», «Лоховский», частично «Советский». В северной части популярны скороспелые сорта «Хибины 2» и «Северянин» отечественной селекции, а также стародавние финские сорта «Кюта», «Пельсо» и «Осмо», улучшенные благодаря длительному семеноводству селекционно-опытных учреждений СССР. В Белорусской ССР основные площади заняты сортами «Надежный», «Золотой дождь», «Советский». Для осушенных торфяников районирован устойчивый к полеганию сорт «Серебристый», выделенный из мировой коллекции ВИР им. Н. И. Вавилова. В прибалтийских республиках возделываются гибридные сорта овса местной селекции: «Стэндский желтый» (Латвийская ССР); «Гирунес», «Скайструнес» (Литовская ССР); «Йыгева Хямарик» (Эстонская ССР).

Мы кратко остановились на сортах пшеницы, риса, кукурузы, ржи, ячменя и овса, перспективных в условиях орошаемого земледелия и в нечерноземной полосе СССР, рассмотрели также исходный материал для селекции новых сортов в этих зонах.

Вместе с тем следует констатировать, что многие из перечисленных сортов не в полную меру отвечают или повышенным специфическим требованиям поливного земледелия, или современному уровню интенсивного земледелия вообще.

Для успешного выполнения задач по увеличению производства зерна в условиях орошаемого земледелия, а также в обширной нечерноземной полосе необходимо начать интенсивную селекционную работу и в короткие сроки создать новые сорта, способные максимально использовать поливную воду и повышенные дозы минеральных удобрений, давая максимальный экономический эффект.

Хорошо известно, что успех селекции прежде всего определяется четкой организацией селекционной работы, одним из серьезных недостатков которой является ее распыленность. Селекцией зерновых культур в нашей стране занимаются свыше 100 селекционно-опытных учреждений и значительное число специальных кафедр сельскохозяйственных вузов.

Весьма плохо обстоит дело с размещением селекционно-опытных учреждений в стране. Их много в Европейской части СССР и мало на Востоке страны. Не продумана система организации областных опытных станций (примером может служить Центрально-Черноземная полоса, где селекцией зерновых культур занимается 6 научных учреждений).

Следует еще раз подчеркнуть, что решающим фактором в успехе селекционной работы на данном этапе является ее комплексность. Прошли те времена, когда селекционер работал в одиночку. Современный уровень науки и высокие требования к стандарту настоятельно требуют кооперации селекционера с генетиками, физиологами, цитологами, фитопатологами, энтомологами, вирусологами, биохимиками, технологами.

К сожалению, даже в наших ведущих селекционных учреждениях нет хорошо организованных и оборудованных генетических, физиологических и других лабораторий, которые по своему оборудованию и методике исследований находились бы на современном уровне и вместе с селекционерами, комплексно решали сложные селекционные задачи.

В связи с этим желательно и очень важно, чтобы институты Академии наук СССР биологического профиля в соответствии с решением июльского (1970 г.) Пленума ЦК КПСС приняли участие в решении ведущих проблем селекции. Эти институты хорошо оборудованы и обеспечены высококвалифицированными кадрами. Они могут оказать большую помощь в решении ряда теоретических проблем, связанных с селекцией вообще и с созданием сортов для условий орошаемого земледелия в частности. Институт физиологии растений, Институт генетики, Институт биохимии, Институт биофизики и некоторые другие институты Академии наук — каждый может внести свой весомый вклад в решение этой задачи.

Сейчас ВАСХНИЛом принято решение создать на базе существующих крупных селекционных учреждений своеобразные центры в зонах орошаемого земледелия, которым будет поручено развернуть широким фронтом работы по выведению новых сортов, в том числе и для орошаемого земледелия. Селекционные учреждения будут проводить работу непосредственно в районах, где намечено значительное расширение орошаемых площадей, а именно: в республиках Средней Азии и Закавказья, на Северном Кавказе, в Заволжье, на юге Украины, и в Киргизской и Молдавской ССР, а также в нечерноземной полосе и в других зонах страны.

В свое время Н. И. Вавилов и Н. А. Максимов сделали очень многое, чтобы физиологию растений поставить на службу практического растениеводства, сделать культурные растения объектом изучения и превратить физиологию из науки чисто университетского типа, какой она была, в науку, связанную с интересами растениеводства — в агрофизиологию.

Сейчас, к сожалению, наблюдается обратная тенденция: крупные физиологи растений стремятся отойти от решения практических задач, от разработки физиологических проблем, имеющих важнейшее значение

для селекции и растениеводства и уйти опять в область «университетской» физиологии. То же можно сказать и в отношении биохимии растений. Академии наук следовало бы преодолеть эту тенденцию и направить хотя бы часть сил физиологов и биохимиков, генетиков, цитологов, иммунологов (не в ущерб, разумеется, большим теоретическим работам) на решение таких проблем, как изучение зимостойкости, холодостойкости, жаровыносливости, засухоустойчивости культурных растений, устойчивости к болезням и вредителям.

В связи с орошением важно вскрыть закономерности изменения физиологических и биохимических процессов, просходящих в растениях при изменении условий среды, научиться управлять ими в интересах повышения продуктивности растений.

Все эти проблемы весьма актуальны для развития современного растениеводства и все они требуют глубокой теоретической разработки, которая в настоящее время наиболее успешно может осуществляться только ведущими учеными Академии наук совместно с учеными, работающими в области сельскохозяйственных наук.

Следует остановиться еще на одном вопросе. Успех работы по выведению сортов для поливного земледелия существеннейшим образом зависит от наличия и подбора исходного материала. В коллекциях ВИР есть много сортов и образцов, которые могут быть использованы для этой цели, как уже указывалось, главным образом путем гибридизации. Эти сорта и образцы по мере их выявления и изучения незамедлительно передаются и впредь будут передаваться селекционерам.

Но наряду с этим необходимы поиски и сборы нового исходного материала и не только в целях выведения сортов для орошаемых площадей, но и сортов для возделывания в нечерноземной полосе и других природных зонах страны.

Всесоюзный ордена Ленина институт растениеводства им. Н. И. Вавилова систематически пополняет свои коллекции мировых растительных ресурсов новыми сортами и образцами как отечественного, так и зарубежного происхождения. Сюда попадают все новые сорта, выведенные в Советском Союзе.

Для получения зарубежных сортов используются различные пути: выписка семян и посадочного материала, обмен семенами, поездки сотрудников в зарубежные страны и сбор материала на месте.

Однако большой интерес представляет сбор не только селекционных сортов, но и местных популяций, многих полукультурных, примитивных и диких видов, которые часто обладают весьма ценными признаками или комплексом признаков и имеют большое значение как исходный материал для селекции, а иногда и для непосредственного введения в культуру.

Получить такой материал путем выписки или обмена не всегда представляется возможным. Единственным надежным способом его сбора является экспедиция как внутри страны, так и за ее пределами. Небольшие экспедиции в СССР ВИР им. Н. И. Вавилова организует ежегодно, однако их мало. Многие отдаленные и труднодоступные районы Советского Союза остаются почти не исследованными. Еще сложнее обстоит дело с экспедициями в зарубежные страны.

Между тем Главный ботанический сад, Ботанический институт Академии наук СССР и Ботанические институты Академий наук союзных республик ежегодно организуют экспедиции с флористическими целями в разные районы СССР и другие страны.

При обследовании той или иной территории интересы ботаников-флористов и растениеводов в подавляющем большинстве случаев совпадают, часто совпадают и объекты исследования, так как многие дикорастущие растения представляют одинаковый интерес как для флористов, так и для растениеводов. В связи с этим весьма желательно и полезно

для общего дела, чтобы такие экспедиции, организуемые ботаниками и растениеводами, носили комплексный характер — флористический и растениеводческий. (Это вполне возможно, так как среди ботаников, участвующих в экспедициях, есть много ученых, хорошо знающих нужды растениеводства.)

Весьма полезно иметь единый план экспедиций, проводимых учреждениями АН СССР и ВАСХНИЛ, в котором без ущерба для экспедиций ботанических садов можно было бы учесть и интересы растениеводов по сбору культурных сортов и их сородичей. Мы не видим причин, препятствующих осуществлению этой задачи. В таком случае при меньшей затрате сил и средств можно достигнуть наиболее эффективных результатов в быстрейшей и лучшей мобилизации растительных ресурсов для нужд селекции и растениеводства.

То же можно сказать и об экспедициях в зарубежные страны.

Задачи растениеводческой науки применительно к орошаемым и осушенным мелиорированным землям целиком и полностью относятся и к районам засоленных и других земель, где также необходимо выводить сорта, в наибольшей степени приспособленные к условиям, характерным для этих зон страны.

Сейчас ученые сельскохозяйственной и биологической науки, накопившие огромный опыт, имеют возможность в короткий срок выполнить задачу выведения сортов зерновых культур для орошаемого земледелия и для районов нечерноземной полосы.

ОПЫТ ОРОСИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ [1]

Советский Союз за годы социалистического строительства достиг грандиозных успехов в развитии орошаемого земледелия. До революции в царской России орошалось меньше 4 млн. *га*. Ныне эта площадь увеличилась почти втрое. Развитие орошаемого земледелия в Советском Союзе проходило главным образом за счет строительства новых оросительных систем в республиках Средней Азии и Закавказья. В последние десятилетия новые оросительные системы были сооружены также в степных районах юга и юга-востока Европейской части Советского Союза. За эти же годы, несмотря на известные трудности, построена обширная по протяженности дренажно-коллекторная сеть, обслуживающая оросительные системы. Общая длина сети составляла в 1967 г. до 48 тыс. *км*, т. е. в среднем около 13 пог. *м* на 1 *га* засоленных орошаемых земель. Наряду с хлопчатником в СССР орошается большая площадь, занятая культурой риса, и весьма значительная площадь под пшеницей.

Опыт Советского Союза в развитии орошаемого земледелия и мелиорации засоленных почв при орошении привлекает глубокий интерес других социалистических стран — Венгрии, Румынии, Болгарии, МНР, Вьетнама, Югославии, которым Советский Союз оказывал помощь в развитии орошаемого земледелия и во введении в культуру новых площадей поливного хлопчатника, риса, плодовых, зерна и др. Советский Союз оказывает большую научно-техническую и экономическую помощь Объединенной Арабской Республике в создании новых оросительных систем в среднем и нижнем течении Нила; Сирии и Ираку — в сооружении новых оросительных систем в бассейне Евфрата и Тигра; Республике Сомали — в проектировании и строительстве оросительной системы в бассейне р. Джуба; Алжиру — в реконструкции и создании новых оросительных систем и многим другим развивающимся странам Азии и Африки.

Научно-технические круги Индии и Пакистана проявляют интерес к изучению и использованию опыта Советского Союза в развитии оросительных мелиораций и в освоении засоленных земель для возделывания хлопчатника и риса. Об этом свидетельствуют неоднократные визиты различных делегаций из Индии и Пакистана для ознакомления со строительством оросительных и мелиоративных систем в республиках Закавказья и Средней Азии.

За последние 10 лет несколько делегаций ирригаторов, агрономов, почвоведов приезжали из Соединенных Штатов Америки для изучения опыта Советского Союза в орошаемом земледелии.

Непрерывно возрастающий интерес различных стран к опыту нашей страны в строительстве новых оросительных систем и мелиорации засоленных орошаемых почв объясняется темпами развития орошаемого

[1] Переработанный текст доклада, сделанного на научно-техническом совете Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР в Баку (1967 г.).

земледелия и мелиоративного строительства в СССР. Развивающиеся страны Азии, Африки и Латинской Америки видят в них примеры для своей национальной экономики.

В современном мире вследствие прошлого колониального режима и эксплуатации зависимых стран в среднем каждый третий обитатель земной планеты недоедает, а около 500 млн. человек хронически и остро голодают. Особенно плохо обстоит дело с белковым питанием. Жители слаборазвитых стран на одного человека получают в сутки примерно в 10 раз меньше пищевых белков, чем жители развитых индустриальных стран.

Ожидается, что население земного шара к началу третьего тысячелетия достигнет 6 млрд., т. е. удвоится. Это может привести к еще большему обострению дефицита питания и сырья во многих странах Азии, Африки, Латинской Америки.

В решении проблем быстрейшего увеличения пищевых и сырьевых ресурсов, производимых сельским хозяйством, весьма ответственная роль принадлежит и будет принадлежать орошаемому земледелию. Возрастающее значение орошаемого земледелия во всем мире связано и с тем, что большинство развивающихся стран расположено в зонах жарких пустынь или же в областях полузасушливого и периодически засушливого климата. В таких условиях орошение позволяет не только получить сельскохозяйственную продукцию на бесплодных территориях, но и выращивать два — три и даже пять урожаев с единицы площади, если, конечно, земля и растения обеспечены непрерывным поступлением влаги и питательных веществ.

Всего на земном шаре распахана площадь около 14 млн. $км^2$, что составляет примерно 10% суши земного шара. Площадь поливных земель, включая территории со вторым и третьим урожаем, составляет около 220—230 млн. *га*. Однако в ценностном выражении она производит примерно 50% общей стоимости мировой сельскохозяйственной продукции. Достаточно сказать, что почти весь рис и большая часть хлопчатника возделываются на земном шаре на поливных землях. Именно этим объясняется интенсивный рост площади орошаемых земель за последние 200 лет.

К концу XVIII в. общая площадь поливных земель на земном шаре составляла лишь 8 млн. *га*, к концу XIX в. она выросла до 40 млн. *га*, а во второй половине 60-х годов XX в. составляет около 180 млн. *га*. Ожидается, что к 2000 г. площадь поливных земель на земном шаре достигнет 300 млн. *га*. Здесь уместно упомянуть, что под дренажными устройствами разного рода, обслуживающими оросительные и осушительные системы, а также мероприятия по борьбе с засолением почв находится до 80 млн. *га*.

В Советском Союзе предстоит в ближайшие 10—15 лет дальнейшее, еще более ускоренное развитие орошаемого земледелия. В соответствии с решениями июльского (1970 г.) Пленума ЦК КПСС площадь поливных земель к 1985 г. должна возрасти до 21 млн. *га*. Общая площадь посевов хлопчатника при этом должна увеличиться от 2,4 до 3,6 млн. *га* с одновременным ростом средней урожайности хлопка-сырца с 20—24 до 26—27 *ц/га* в 1980 г. При этом, конечно, параллельно со значительным увеличением площади под посевами хлопчатника должны быть увеличены площади под культурой люцерны в севообороте, а также под культурой риса, свеклы, плодовых, виноградников и других. Решение столь грандиозных задач не будет простым; потребуется анализ и обобщение всего предшествующего научного и технического опыта развития орошаемого земледелия и мелиоративного строительства в Советском Союзе и во всем мире.

Две международные организации системы Объединенных Наций, а именно: ЮНЕСКО и Международная сельскохозяйственная организа-

ция (ФАО) приступили в 1963 г. к коллективному труду специалистов многих стран по составлению так называемого «Международного Руководства по орошению и дренажу засоленных и солонцовых почв». Это Руководство, состоящее из 14 частей, составлялось при активном участии специалистов Советского Союза, США, стран Западной Европы, Африки и Азии. Пробный тираж первой редакции Руководства вышел в 1967 г. на английском языке для предварительного рассмотрения, уточнения и переиздания. Весь комплект этих рабочих материалов, включая различные приложения, иллюстрирующие мировой опыт орошаемого земледелия и мелиорации засоленных почв, был переведен и издан на русском языке в виде серии из 22 книг. На мою долю выпала роль быть организатором и редактором английского издания ЮНЕСКО и ФАО и советского издания на русском языке.

Советские участники этого коллективного труда прислали в адрес редакции английского и русского издания дополнения и изменения. Опыт мелиорации засоленных орошаемых почв в СССР наряду с опытом орошаемого земледелия многих стран — Америки, Азии, Африки и Австралии — позволяет сформулировать некоторые выводы и соображения общего значения, которые появились в ходе работы по подготовке и изданию Руководства.

Цели и задачи создания оросительных систем

Оросительные системы создаются на длительное время (порядка многих столетий) в расчете на обслуживание потребностей многих поколений людей, населяющих или же осваивающих данную территорию. Часто забывается, что целью строящейся оросительной системы является не сооружение каналов и водохранилищ, а создание высокопродуктивного земледелия, позволяющего получать не один, а по возможности несколько высоких урожаев ценных сельскохозяйственных культур. Решение этой задачи достигается путем комплекса искусственных мероприятий, обеспечивающих создание наиболее благоприятных условий для существования и продуктивности культурных растений. Как свидетельствует мировой и советский опыт строительства и использования оросительных систем, помимо решения задачи накопления, транспорта и распределения оросительной воды с помощью гидротехнических сооружений каждая оросительная система должна одновременно на научной основе решить следующий комплекс неразрывно связанных задач, направленных на одну и ту же цель — создание высокопродуктивного земледелия.

Создание искусственного дренажа и осуществление специальных работ по рассолению почв и регулированию водно-солевого режима территории оросительной системы; в том случае, когда местность обеспечена естественной дренированностью, необходимо сознательное, научно обоснованное использование этого естественного дренажа для тех же целей.

К сожалению, как в мировой, так и в советской практике орошаемого земледелия роль искусственного дренажа как средства предупреждения и ликвидации процессов засоления орошаемых почв и как основа для управления солевым режимом оросительных систем была неодооценена. Многие стороны конструкции, строительства и использования дренажа оказались неразработанными. Это явилось одной из важнейших причин широкого распространения на орошаемых землях, расположенных в засушливых климатических условиях, процессов засоления почв и потери ими плодородия. Общая площадь земель, выпавших вследствие засоления и заболачивания из хозяйственного пользования, достигает в мире около 20 млн. *га*.

Земледельческое освоение и окультуривание орошаемых почв после начала орошения и в особенности после мелиорации бесплодных солончаков, солонцов или такыров. Эта агромелиоративная задача всякой оросительной системы и особенно расположенной в пустынном климате часто забывается. Между тем целинные пустынные почвы бедны гумусом, крайне обеднены почвенной фауной и микроорганизмами. Долго после начала орошения и после мелиорации такие почвы остаются полустерильными, с низкой биологической и биохимической активностью. Фиксация и круговорот соединений азота, продуцирование и концентрация угольной кислоты в почвенном и приземном слое, структура пахотного горизонта, ризосфера корневой системы вновь вводимых поливных культурных растений совершенно не отвечают условиям получения высоких устойчивых урожаев. Часто забывается, что без больших доз навоза и минеральных удобрений, без правильного травосеяния, включенного в нормальный севооборот, обогащения почвы фауной и микроорганизмами культурное состояние почвы формируется очень медленно и продуктивность сельскохозяйственных растений, несмотря на орошение, не достигает ожидаемого уровня.

Создание генетиками и селекционерами *новых сортов сельскохозяйственных растений*, специально отзывчивых на орошение и на высокие дозы удобрений, применяемых в практике орошаемого земледелия. Эта задача особенно часто упускается из вида. Вводится орошение тех же сортов растений, которые возделывались до орошения. По своей наследственной природе эти сорта, которые в прошлом существовали в условиях неорошаемого, богарного земледелия, иногда оказываются неспособными нормально реагировать на вновь созданные условия поливного земледелия. Применение старых сортов, характеризующихся пониженной продуктивностью, не оправдывает средств, затрачиваемых на орошение и на удобрение. Например, японский и филиппинский сорта риса высоко отзывчивы на минеральные удобрения. Индийский сорт риса мало отзывчив на минеральные удобрения, применяемые при орошении. Индийскому правительству приходится проводить специальные мероприятия по скрещиванию или созданию новых сортов, заменяющих традиционные сорта риса, возделывавшиеся в стране прежде. Это относится и к хлопчатнику, и к пшенице.

Известно, что новые сорта поливной пшеницы, выведенные в Мексике, отличаются очень высокой продуктивностью. Эти сорта оправдали себя при орошении в Пакистане и Индии. Прекрасным примером служат также высокоурожайные сорта пшеницы, созданные П. С. Лукьяненко.

Создание на орошаемых полях *продуктивных культурных биоценозов*, обеспечивающих максимально высокую в данных физико-географических условиях производительность фотосинтеза, продукцию биомассы и хозяйственного урожая растений. Установлено, что хозяйственный урожай тем выше, чем бóльшая выращивается фитобиомасса, включая наземную и подземную части покрова культурных растений. Потребности в воде, в минеральном питании и удобрениях, угольной кислоте и азоте должны рассчитываться, таким образом, не только по хозяйственному урожаю, а по продукции всей биомассы. Искусственные растительные формации, которые вводятся в культуру на оросительной системе и на ее отдельных массивах, должны быть спроектированы с учетом данных климатологии, физиологии растений, почвоведения, агрохимии и оросительной техники таким образом, чтобы продуктивность фотосинтеза на единицу орошаемой площади была наибольшей. Травянистые, кустарниковые и древесные культурные растения должны составлять повсеместный фитопокров оросительной системы. Особенно важно учитывать целесообразность сочетания нескольких культур на одном поливном массиве. Возможности для уплотненных,

повторных и комбинированных сельскохозяйственных культур на орошаемых полях тем большие, чем теплее климат и длиннее безморозный вегетационный период. В советском орошаемом земледелии возможности повторных культур почти совершенно не используются в практике поливного земледелия, хотя на юге и юго-востоке СССР для этого имеются благоприятные условия.

Комплекс специальных вопросов, таких как повышение культуры основного населения, создание кадров технического персонала низшего, среднего и высшего уровня, организация дорожного, мостового, складского хозяйства, местной первичной переработки продуктов, условий быта, культурной жизни, обучения молодежи.

Часто важнейшие элементы перечисленного комплекса упускаются проектантами частично или полностью, что создает в последующем огромные трудности. Нередко имело место увлечение главным образом гидротехнической стороной проблемы. Проектирование и осуществление мероприятий по таким элементам комплекса, как мелиорация земли, освоение и окультуривание почв, введение новых сортов высокой продуктивности, создание сети древесных насаждений, введение рациональных севооборотов и системы удобрений отставало или даже не производилось.

Значение перспективного генерального проектирования на длительный период (15—20 лет)

Условия социалистического строя Советского Союза создают особенно благоприятные возможности для всестороннего комплексного перспективного генерального проектирования и научной разработки планов развития оросительных мелиораций в стране. Наличие перспективных генеральных схем развития оросительных систем позволяет обеспечить последовательный отбор экономически наиболее эффективных объектов орошения, установить экономически целесообразную очередность ввода в эксплуатацию вновь построенных оросительных систем, а также заблаговременно накопить, проанализировать и использовать при проектировании сложный научный материал, который необходим для обоснования проекта. Вновь построенные оросительные системы оказывают исключительно могущественное геохимическое и геофизическое влияние на природные ландшафты.

Опыт показывает, что необходимо рассматривать крупные территории, на которых строятся оросительные системы, как единое взаимодействующее целое. Так, в пределах Ферганской долины водохозяйственные мероприятия, осуществляемые в ее западной части, могут рано или поздно отозваться на ее центральной или восточной части, а создание крупных оросительных каналов и сооружений по бортам долины неизбежно сказывается на водном балансе, солевом режиме всей долины в целом. То же следует сказать о дельте Амударьи. Это можно подтвердить общеизвестным примером отрицательных последствий сброса дренажно-коллекторных вод из верхней части дельты Амударьи в другую часть дельты, расположенную ниже по течению. Чем бóльшие площади вводятся вновь в оросительные системы, тем более крупными являются головные сооружения и транспортирующие каналы, тем в большей мере необходимы заблаговременный перспективный научный анализ проблемы и разработка комплексной универсальной схемы развития и последовательности строительства и освоения оросительных систем.

Решения Пленумов ЦК КПСС, принятые в 1966, 1968 и 1970 гг., обязывают ученых натуралистов, экономистов, инженеров разработать перспективы развития сельского хозяйства страны на 10—15 лет вперед. Это значит, что общий план развития орошаемого земледелия

Советского Союза должен быть составлен в первом приближении на 25—30 лет вперед. Надо с удовлетворением отметить, что производственные и проектные организации Министерства мелиорации и водного хозяйства заняты этой государственно необходимой работой. Доведение перспективного генерального проектирования по этапам до известного логического конца, завершаемого одобрением и подтверждением со стороны высших государственных органов страны, тем более необходимо, что в дальнейшем для технических проектов и выполнения самого строительства, мелиорации и освоения требуется огромный научный материал, отличающийся высокой степенью достоверности и воспроизводимости во времени. Знание гидрогеологических и гидрогеохимических процессов, которые должны быть приняты во внимание проектировщиками с особенной тщательностью, требуют многих лет предварительных наблюдений, полевых экспериментов, проверки на опытных пунктах и опытных станциях. Обоснование системы мелиоративных и агротехнических мероприятий, направленных на коренное улучшение свойств орошаемых почв и возрастающий уровень их плодородия, также должно базироваться на многолетних достоверных опытах достаточной статистической повторности и региональной распространенности.

Эти положения являются общепризнанными в нашей стране. К сожалению, за последние десятилетия были значительные изменения курсов в технической политике развития орошаемого земледелия страны. Конец 40-х и начало 50-х годов ознаменовались интенсивным развитием научных, проектных и строительных работ в области орошаемого земледелия. Затем, после 1953 г., последовал период значительного сокращения работ по проектированию и научным исследованиям, связанным со строительством и развитием орошаемого земледелия. Некоторые проектные и научные коллективы были распущены, ряд факультетов, готовящих кадры ирригаторов и мелиораторов, был свернут. Значительное число объектов орошаемого земледелия на юге Украины, в Поволжье, Закавказье и в Средней Азии было законсервировано.

В 60-х годах наметился новый период подъема и интенсификации научных, проектных и строительных работ по развитию орошаемого земледелия. Неравномерность технической политики в области орошаемого земледелия в прошлом, конечно, отзывалась на организации, развертывании и систематичности как научных, так и проектных работ, обслуживающих перспективное проектирование и разработку технических проектов на объекты первой очереди. В итоге иногда получалось, что технические проекты были мало обоснованы данными геологических, гидрогеологических, почвенных и биологических исследований. Некоторые проекты оформлялись наспех без достаточного научного обоснования, что затем вызывало необходимость введения коррективов и капитальных дополнений. Имели место отдельные случаи, когда ирригационные стройки начинались без утвержденных проектов.

Иногда даже высказывается явно ошибочное мнение, что перспективное планирование и проектирование на много лет вперед невозможно и не нужно, ибо неизвестно, что произойдёт через 10—15 лет с нашими техническими и общими возможностями. Но научное проектирование перспектив как раз и заключается в предвидении тенденций развития экономики и техники и способов возможно более быстрой модернизации технологии и хозяйственного процесса. Развивать орошаемое земледелие только отдельными изолированными техническими проектами по объектам, не имея генеральной перспективы, неправильно и чревато серьезными техническими и экономическими ошибками и трудностями. Такой чисто «эмпирический» тип развития ирригационного строительства мешает научному обоснованию и разработке прогнозов и долгосрочных рекомендаций, обеспечивающих получение в будущем макси-

мальных экономических результатов от строительства оросительных систем.

Программа научных исследований, научных изысканий для проектов, размещение и деятельность опытных пунктов и опытно-мелиоративной станции должна составлять и осуществляться, исходя из содержания генеральной перспективной схемы развития орошаемого земледелия. Только в этом случае научные данные предпроектных изыскательских работ могут дать достоверное обоснование для проектанта и обеспечить разработку долгосрочных прогнозов, оценку возможных трудностей и осложнений в деятельности оросительных систем и правильно оценить эффективность капиталовложений в мелиорацию и окультуривание почв.

Возможные пути повышения продуктивности орошаемого земледелия в Советском Союзе

Достижения орошаемого земледелия в Советском Союзе бесспорны. Однако они могли быть значительно большими, если бы полнее учитывался комплекс перечисленных вопросов, которые должны решаться в ходе проектирования, строительства, освоения и нормальной эксплуатации современной инженерной оросительной системы. Средний урожай хлопчатника, как известно, 25 *ц* сырца с 1 *га*. Однако за средней величиной скрываются большие колебания вверх (до 35—40 *ц/га*) и вниз (до 10—15 *ц/га*). Хотя именно за последние 5—6 лет был достигнут значительный сдвиг в повышении урожаев хлопка-сырца с 20 до 24—25 *ц/га*, все же есть все основания считать, что при современных условиях средний урожай мог бы быть на уровне 30—35 *ц/га*. По-видимому, в среднем недобирается с 1 *га* 20—25% хлопка-сырца и общая потеря достигает 1,2—1,5 млн. *т* ежегодно.

Главной причиной замедленных темпов роста урожайности хлопка-сырца является все еще высокая степень засоленности орошаемых почв многих оросительных систем Закавказья и Средней Азии.

По существующим данным, ежегодно выпадает из строя до 80—100 тыс. *га* орошаемых земель вследствие сильного вторичного засоления почв. Известно также, что значительные территории орошаемых земель в хлопковой зоне, выпавшие за прошлое время из сельскохозяйственного оборота, были списаны из общего фонда поливных земель.

Причиной существующего и нарастающего засоления орошаемых почв в хлопковой зоне является все еще недостаточная сеть дренажных сооружений. Как это ни досадно, но приходится отметить, что обширные пространства вновь орошенных земель в зоне действия южного Голодностепского канала подверглись весьма интенсивному губительному засолению, что вызвало снижение урожаев или полную их гибель на значительных территориях. То же произошло на ряде массивов, приуроченных к Каракумскому каналу, в особенности в Мургабском оазисе. Это же явление, но только в форме содового засоления наблюдается на Азовской и Веселовской оросительных системах в зоне волго-донских сооружений.

Следует ожидать, что интенсивное засоление произойдет в центральных районах Каспийской низменности, которые начинают орошаться без какого либо строительства дренажных сооружений, вопреки рекомендациям ученых. Конечно, засоление орошаемых почв наблюдается не только на оросительных системах Советского Союза. Эти явления в разной мере отмечены на вновь построенных оросительных системах Венгрии, Болгарии, Румынии, КНР. Исключительных размеров достигло засоление орошаемых почв в таких странах, как Иран, Ирак, Сирия, ОАР, Индия, Пакистан. В Западном Пакистане в Пенджабе в среднем и нижнем течении Инда засоление орошаемых почв достигло состояния

страшной национальной катастрофы. Засоление орошаемых почв известно в Австралии, Аргентине, Бразилии и во многих штатах США. Однако это ни в какой мере не может нас успокоить по поводу продолжающегося засоления орошаемых почв. Ведь возможности, создаваемые в нашей стране (централизованное управление водным хозяйством и мелиорацией без помех, вызываемых частной собственностью на землю), существуют только в социалистических государствах.

Советский практический и научный опыт борьбы с засолением достаточно эффективен и убедителен, а также успешно проверен на таких крупных производственных объектах, как Вахшская оросительная система, Чарджоуская оросительная система и Южный Хорезм. Нельзя считать терпимым развитие процессов вторичного засоления орошаемых земель в Советском Союзе. Поэтому мы самым горячим образом приветствуем быстрейшее выполнение решений Партии и Правительства по вопросам мелиорации засоленных орошаемых почв. Вообще было бы уместным проанализировать глубже существующий статистический материал в целях оценки тех потерь, которые имеются в орошаемом хозяйстве Советского Союза и которые должны быть устранены в ближайший период.

В распоряжении автора имеется интересный материал, опубликованный Департаментом земледелия Соединенных Штатов и посвященный изучению вопросов потерь в земледелии США. Это большая работа, выполненная 20 крупнейшими специалистами, которые обобщили первичный материал сотен практических и научных работников системы земледелия США. Приведем здесь лишь цифры, связанные с водным хозяйством и хлопчатником. Потери в ежегодном урожае хлопчатника в Соединенных Штатах, по этим данным, составляют 12% валового сбора, в том числе на долю потерь, вызванных заболеванием обеими формами вилта, приходится четвертая часть. Общие потери в урожае риса составляют ежегодно до 7%. Они также вызваны различного рода болезнями. Потери в урожаях и валовых сборах пшеницы составляют 14, люцерны — 24 и клевера — 35%. Эти цифры должны насторожить и нас. Мы знаем, что потери в урожае хлопка-сырца, вызванные обеими формами вилта, составляют в наших условиях большую величину. Поучительны данные Департамента земледелия США, относящиеся и к потерям вследствие заболачивания, засоления, высокой щелочности почв и т. д.

Потери	Млн. долл.
Из-за высокого уровня грунтовых вод временного затопления	291
Из-за неблагоприятных почвенных условий (засоление, щелочность, нарушение, структуры)	353
Вызванные фильтрацией воды при орошении	665
От недостатка влаги вследствие транспирации и испарения	204
Общая потеря (ежегодно)	1513

В комментариях к этим цифрам отмечается, что вторичное заболачивание, вторичное засоление и щелочность являются серьезной угрозой для перспективной продуктивности орошаемого земледелия западной части Соединенных Штатов. Примерно около 4 млн. *акров* культурных земель западных штатов в настоящее время нуждается в специальных мероприятиях по устранению отрицательного влияния избыточного переувлажнения и засоленности. В этом документе придается очень большое значение разработке методов по сокращению бесполезной транспирации и по ликвидации испарения влаги из почвы, водоемов и каналов. Дело не только в том, что имеются прямые убытки хозяйству от этих потерь, но и в том, что снижаются урожаи

сельскохозяйственных культур от засоленности почв и сокращаются площади возможного расширения поливных земель.

По глубокому убеждению автора, должны быть поставлены комплексные теоретические и производственные полевые исследования физико-химических методов воздействия на поверхность влажной почвы и поверхность водоемов в целях коренного уменьшения испарения влаги, столь нужной для народного хозяйства. Академия наук СССР должна возглавить эти работы.

Весьма интересен, произведенный Департаментом земледелия Соединенных Штатов анализ потерь хозяйства от расхода воды на транспирацию растениями, произрастающими в каналах, прудах водоемах и на поливных землях, т. е. расходы на «бесполезную транспирацию». Специальное обследование, произведенное в 1957 г. Бюро мелиорации и Сельскохозяйственной научной службой, показало, что ежегодно потери этим путем составляют в 17 западных штатах до 1,966 млн. *акра-футов* поливной воды стоимостью около 4 млн. долларов ежегодно. Если бы эта вода не была бесполезно использована водорослями, сорняками и растительностью в каналах, прудах и водоемах, то, по подсчетам Департамента земледелия, дополнительно можно было оросить от 330 до 780 тыс. *акров* хозяйственных посевов. По другим данным, в Соединенных Штатах проблема борьбы с испарением влаги от орошаемых и неорошаемых землях рассматривается как одна из важнейших научно-производственных проблем, так как сумма ежегодных потерь по этой причине достигает 400—500 млн. долл.

Общая площадь орошаемых земель Соединенных Штатов составляет примерно 30 млн. *акров*. Из них 8 млн. *акров* страдает в разной степени от вторичного засоления и солонцеватости, что составляет примерно 25—27% всей орошенной площади и вызывает ежегодные потери около 350 млн. долл. Интересна суммарная цифра, иллюстрирующая общие потери сельского хозяйства Соединенных Штатов от неблагоприятных почвенных и мелиоративных условий, а также от недостатков водоиспользования. Эта цифра достигает колоссальной величины—9 млрд. долл. ежегодно.

Гидроизоляция, дренаж и промывки

В необходимости внедрения в практику орошаемого земледелия этих трех мероприятий сомнений ни у кого теперь нет. И все же реализация их в практике идет не вполне успешно.

Гидроизоляция на ирригационных каналах. Уже на многих оросительных системах страны идет строительство гидролотков для картовых и отводных распределителей, транспортирующих поливную воду на поля. Это дает и будет давать свои положительные результаты. Однако введение гидролотков на картовых оросителях и отводных распределителях не решает проблемы коренного уменьшения потерь транспортируемой каналами воды на фильтрацию.

В практике нашего ирригационного строительства гидроизоляция почти совершенно не применяется на магистральных каналах и крупных транспортирующих отводах.

Вопросы гидроизоляции на крупных каналах все еще остаются нерешенными и их строительство по-прежнему производится без противофильтрационных мероприятий.

Конечно, здесь много дискуссионного и нет достоверного производственного опыта и научно-технических решений. Но все это может быть накоплено и обобщено только в ходе последовательного применения антифильтрационных покрытий на ирригационных каналах. По этому вопросу нужно повторить то, что было сказано нами лет 10—15 назад. Если грунтовые воды на вновь строящейся оросительной системе залегают достаточно глубоко, т. е. на глубине 15—20 *м* и больше,

то должны быть запроектированы и осуществлены все противофильтрационные мероприятия, которые обеспечат исключение подъема уровня грунтовых вод до критического положения. Именно в этих случаях строительство закрытой ирригационной сети, лотков и каналов, обеспеченных гидроизоляционными покрытиями, является особенно необходимым и будет весьма эффективным в предотвращении вторичного заболачивания и засоления.

Другие условия складываются на низких аллювиальных равнинах, дельтах и приморских низменностях, где грунтовые воды и до орошения залегают на небольшой глубине, около 1,5—7 *м*. В этих условиях гидроизоляция ирригационной сети в большинстве случаев будет мало целесообразной. Здесь потребуются большие объемы воды на период мелиоративных промывок в целях рассоления засоленных почв. В этом случае целесообразно сочетать гидростатический напор и местные фильтрационные потоки от ирригационных каналов с работой постоянных и временных глубоких дрен, заложенных между ирригационными каналами. К сожалению, нередко в нашей практике гидроизоляция делается там, где она менее эффективна, и не делается на тех сооружениях, где она была бы особенно необходимой.

Мелиоративные и регулирующие промывки засоленных почв. Необходимо откровенно признать, что мелиоративные промывки в период освоения вновь построенных оросительных систем на засоленных почвах или при освоении крупных массивов солончаковых перелогов проходят неудовлетворительно и в малом соответствии с ожидаемыми теоретическими предсказаниями и рекомендациями.

В производственной обстановке нормы промывных вод, обеспечивающие получение необходимого рассолительного эффекта, оказались в два — три, а иногда и в четыре — пять раз выше тех норм, которые подсчитывались на основании существующих формул и лабораторных опытов. Время и продолжительность проведения промывок, от их начала до получения необходимого снижения засоленности почв до физиологически приемлемого уровня, растягивалось неожиданно для ученых и проектантов на периоды, в три — пять раз большие, чем это ожидалось. Конечно, в реальной хозяйственной обстановке существует немало организационных и технических трудностей, помех и иных обстоятельств, затрудняющих организацию работ по промывкам и снижающих их эффективность. В то же время наши представления о промывках засоленных почв базируются главным образом на лабораторных экспериментах вначале с насыпными образцами в трубках и колонках, затем на опытах с монолитами и, наконец, на малых участках засоленных почв.

Насыпные образцы, как и монолиты почв, изъятых из природной и производственной среды, оказываются в условиях, исключительно благоприятных и совершенно не отвечающих реальной природной обстановке. В лабораторном эксперименте с монолитом отсутствует подпирающее влияние грунтовых вод и капиллярной восходящей каймы, направленной к поверхности; отсутствует затрудняющее влияние воздушной пробки; не сказывается напорность грунтовых вод; совершенно не проявляется влияние соседних орошаемых или промываемых массивов. Иначе говоря, эксперимент с промывкой на монолитах, больших или малых, происходит обычно в условиях исключительно благоприятного, даже, правильней сказать, идеального дренажа. Это обеспечивает оптимальные условия для нисходящих токов почвенных растворов и наиболее идеальные условия для немедленного и необратимого отвода минерализованных промывных грунтовых вод.

Все это объясняет, почему в реальных производственных природных условиях нормы для промывок, полученные путем лабораторных и мелкоделяночных экспериментов, совершенно не отвечают тем нормам,

которые в производственных условиях приходится применять для достижения необходимого уровня рассоления почв.

Вторым весьма важным обстоятельством является недопонимание главной задачи мелиоративной промывки, которая заключается не только в освобождении почвы от легкорастворимых солей. Эта задача будет успешно решать проблему мелиорации солончака лишь в том случае, если он относится к группе так называемых сухих солончаков т. е. не имеющих грунтовых вод. В случае же активных гидроморфных солончаков, с близкими грунтовыми водами и капиллярной каймой, доходящей до верхних горизонтов, главным объектом мелиорации при промывке является соленая грунтовая вода. Промывка на фоне дренажа должна не только вытеснить и удалить соли из совокупности почвенных горизонтов, но, самое главное, она должна вытеснить и заместить соленую грунтовую воду из водоносного горизонта до определенной глубины пресной промывной водой.

К настоящему времени мелиоративная техника еще не имеет эффективного механизма для замещения и вытеснения минерализованных грунтовых вод, вызывающих явления засоления почв. Задача опреснения соленых грунтовых вод и замещения их пресными промывными водами в экспериментальных лабораторных условиях не изучалась. И в рекомендуемых формулах для расчета промывных норм этот показатель не учитывается.

Из обзора наших теоретических представлений и практического опыта промывок солончаков, имеющих близкие грунтовые воды, можно видеть, что на протяжении последнего десятилетия намечается как со стороны ученых и проектантов, так и со стороны освоителей — агрономов и мелиораторов — тенденция к постепенному увеличению рекомендуемых для промывки солончаков норм воды. Вопрос очень сложен и заслуживает специального изучения как в лабораторных условиях на моделях, так и на полях в производстве. Но уже сейчас ясно, что должны быть предложены в качестве временной переходной меры другие расчетные формулы. Одна из этих новых эмпирических формул разработана нами на основании анализа опыта прошлого. Промывная норма в этой формуле является функцией степени засоленности почв и грунтовых вод с четырьмя коэффициентами пропорциональности: n_1; n_2; n_3 и n_4.

n_1 — коэффициент пропорциональности, определяющий литологические особенности почвообразующей и подстилающей породы, варьирует от 1 (в песках) до 3 (в глинах);

n_2 — коэффициент пропорциональности, определяющий влияние уровня грунтовых вод; при близких грунтовых водах — 2—3, при глубоких грунтовых водах — 1;

n_3 — коэффициент пропорциональности, отражающий влияние степени минерализации грунтовых вод; при опресненных грунтовых водах он равен 1; при минерализованных — 2, а при рассолах — 3 и, может быть, 4;

n_4 — коэффициент пропорциональности, связанный с наличием или отсутствием местного или общего гидростатического напора грунтовых вод. По-видимому, в случаях, когда этот напор выражен в сильной степени, коэффициент может достигать величины 1,5. При высокой степени дренированности массива этот коэффициент не нужен.

В общем виде формула выглядит следующим образом:

$$Y = n_1 n_2 n_3 n_4 X \cdot 400 \pm 100,$$

где X — содержание легкорастворимых солей в двухметровом слое почвы в %, Y — слой промывной воды в *мм*.

Опытные подсчеты вероятных промывных норм воды с учетом упомянутых коэффициентов пропорциональности дают объемы промывных вод, весьма близкие к тем, которые установлены практикой опытов последнего десятилетия. Ввиду того, что расчетные нормы для промывок в прошлом были приуменьшены по крайней мере в два — три, а иногда в четыре раза по сравнению с тем, что необходимо в действительности, оросительные системы, построенные на засоляющихся или засоленных почвах, работали неэффективно. С одной стороны, растягивались сроки реального освоения земель и получения на них продуктивных урожаев, с другой — попытки промыть почву большими объемами промывных вод были затруднены тем, что пропускная способность ирригационной и дренажной сети не обеспечивала подачу необходимых объемов воды, да и водные ресурсы были недостаточными для промывок в короткое время.

Мелиорирующее влияние горизонтального и вертикального дренажа. Необходимость строительства глубокого горизонтального, а также вертикального дренажа как средств борьбы с засолением и основы мелиорации засоленных орошаемых почв стала в нашей стране общепризнанной. Несмотря на общеизвестные трудности, которые были в прошлом в области дренажного строительства, в орошаемом земледелии Советского Союза уже достигнуты вполне определенные положительные результаты на обширных хозяйственных объектах.

Надо прежде всего упомянуть блестящий пример Вахшской оросительной системы, в пределах которой за минувшее 30-летие полностью ликвидировано вторичное засоление; солончаки и солончаковые почвы на этой территории практически исчезли. Средняя удельная норма дренирования, обеспечившая ликвидацию солончаковых процессов на Вахшской оросительной системе, составляет примерно 35—40 пог. *м* на 1 *га*.

Значительно улучшились, благодаря систематическому строительству сети коллекторов и глубокого дренажа, условия в Бухарском и Каракульском орошаемых оазисах. На этих территориях также площади солончаковых выпадов значительно сократились. Почти полностью мелиорированы земли Чарджоуского оазиса. Многое сделано в мелиорации и освоении солончаковых земель в Кура-Араксинской низменности в пределах Муганской, Сальянской и Ширванской степей. Наконец, специально следует отметить блестящие успехи, достигнутые на базе развитого дренажно-коллекторного строительства в южном Хорезме. Здесь процесс оздоровления орошаемых земель сопровождается резким подъемом урожаев хлопка-сырца. В Фергане и в Голодной степи осуществляется грандиозный план строительства глубокого горизонтального и вертикального дренажа, который начинает себя оправдывать уже на значительных массивах. И все-таки достигнутое положение в области дренажного строительства еще нельзя рассматривать как удовлетворительное.

Средняя фактическая удельная протяженность дренажно-коллекторных сооружений для засоленных массивов оросительных систем Советского Союза составляет всего лишь около 13 *м/га* вместо необходимых 40—50 *м/га*. К сожалению, еще имеются примеры, когда новые оросительные системы сооружаются без строительства дренажных систем. Учет изменения засоленности почв и грунтовых вод при мелиорации и освоении не организован. Уход, ремонт, содержание и правильно организованная эксплуатация дренажных сооружений все еще не вполне налажены и отстают от уровня требований. На существующей дренажно-коллекторной сети не организованы гидрометрические посты для замера расхода дренажно-коллекторных вод и для взятия образцов на анализ. Поэтому подсчеты водно-солевого баланса на мелиорируемых системах и оценка успеха мелиоративных мероприятий оказы-

ваются в большинстве случаев невозможными. Это же не позволяет разрабатывать систематические регулярные предложения и прогнозы по дальнейшим мероприятиям, направленным на управление водно-солевым балансом оросительно-мелиоративных систем.

Во многих случаях горизонтальный закрытый дренаж, построенный с использованием современных средств механизации, выходит из строя потому, что качество выполненных работ низкое, а контроль за их выполнением не был обеспечен. Плохое качество строительных работ при сооружении горизонтального дренажа и отсутствие налаженной службы эксплуатации дренажно-коллекторной сети очень часто приводят к сильному снижению эффективности работы дренажа. Это в свою очередь дает пищу для демагогических утверждений о нецелесообразности продолжения строительства дренажа на оросительных системах, подверженных процессам засоления.

Как советская, так и зарубежная практика применения горизонтального дренажа для мелиорации засоленных почв имеет немало примеров низкой его эффективности в смысле снижения уровня грунтовых вод и оттока растворимых солей. Как правило, эти примеры относятся к территориям сульфатно-хлоридных и особенно содовых (щелочных) глинистых солончаков. Обычно глины в таких солончаках представлены высоко пептизированными коллоидными и монтмориллонитовыми минералами. Территории засоленных почв такого характера должны специально изучаться с точки зрения разработки методов повышения эффективности промывок и работы дренажа.

Попытка применить вакуумную технику и постоянный электрический ток как средство повышения эффективности дренажа для таких массивов заслуживают внимания, дальнейшего изучения и производственного испытания. Следует, однако, отметить, что территории такого типа являются скорее исключением, чем правилом. В целом же существующий научный и производственный опыт оросительных систем Советского Союза и зарубежных стран свидетельствует о том, что если дренажные сооружения построены правильно и тщательно, их эксплуатация налажена, коллекторная сеть не переполнена и не подтоплена, то успешное рассоление почв промывками и поливами полностью гарантировано. Такой общий вывод совершенно достоверен, так как базируется на обширном мировом опыте. Это мнение разделяется или независимо от нас высказывается голландскими и французскими, египетскими и пакистанскими ирригаторами и мелиораторами, учеными и производственниками Австралии.

Какому виду дренажа для борьбы с засолением почв следует отдавать предпочтение — горизонтальному или вертикальному? Это зависит от природных условий и экономической целесообразности. Основные различия в развитии мелиоративного процесса под действием горизонтального и вертикального дренажа заключаются в том, что солевой баланс мелиорируемой территории складывается совершенно различно.

При глубоком горизонтальном дренаже в сочетании с промывками и поливами солевой баланс мелиорируемой территории должен быть отрицательным в течение мелиоративного периода и стабильным в эксплуатационный период. Это значит, что в ходе мелиорации и освоения засоленных почв запасы токсических солей в почве, грунтах и в грунтовых водах должны быть коренным образом уменьшены путем эвакуации их за пределы оросительной системы.

После рассоления почв и грунтовых вод наступает эксплуатационный период в использовании горизонтального дренажа с применением субирригации, когда солевой баланс почв становится стабильным и накапливающиеся легкорастворимые соли ежегодно в компенсирующем размере эвакуируются дренажными сооружениями, чем и предотвращается повторное накопление солей в грунтовых водах и почвах. Норма выво-

да грунтовых вод с помощью горизонтального дренажа в эксплуатационный период зависит от количества и природы солей, поступающих с оросительной водой (следы соды в водах Нила, Инда, Севана), от интенсивного испарения и величины соотношения минерализации поливной воды и критической концентрации грунтовой воды поля.

На основе советского и зарубежного опыта можно сформулировать целый ряд предложений, ориентирующих практику мелиорации засоленных орошаемых почв.

Под мелиорированной — рассоленной орошаемой — следует понимать почву, на которой получается высокий устойчивый урожай хлопчатника или зерновых. Установлено, что в такой почве на весь ее профиль содержание солей должно быть не более 0,2—0,3%. Эти величины можно выражать и в концентрации почвенного раствора. Оптимальная концентрация почвенных растворов в лучших почвах равна 3—5 *г/л*.

К сожалению, эти цифры не учитываются практикой мелиорации.

Чтобы достигнуть этой степени рассоления почв грунтовые воды должны быть опреснены до 2 — 3 *г/л*. При содовом засолении почв концентрация солей в грунтовых водах должна быть значительно меньше — 0,4—1,0 *г/л*. Оптимальные концентрации грунтовых вод при мелиорации засоленных почв необходимо уточнять особо для каждой крупной области.

Промывка на первом этапе должна опреснять почву по возможности до грунтовой воды. А на втором этапе мелиорации концентрацию грунтовых вод необходимо с помощью промывок и дренажа довести до оптимальной.

Очень полезно пользоваться индексом степени полноты мелиорации, оценивающей первый и второй периоды вместе. Этот индекс C отражает отношение суммарной минерализации дренажных вод (лучше грунтовых вод) к минерализации поливных вод: $C = C_1/C_2$, где C_1 — осредненная концентрация грунтовых вод, C_2 — минерализация оросительных вод.

Если же принять оптимальную минерализацию грунтовых вод для Голодной степи равной 3 *г/л*, а концентрацию солей в поливной воде из Сырдарьи — 0,3 *г/л*, т. е. в 10 раз меньше, то этот индекс будет равен 10. При хорошо поставленной мелиоративной службе можно судить об опреснении почв и грунтовых вод по этому индексу солевого состояния территории. Необходимо брать, конечно, статистически достоверную средневзвешенную концентрацию грунтовых (дренажных) вод. Если этот индекс в случае рассматриваемого примера достигает 10 или 8, то мелиоративный период закончен, можно идти на сокращение объемов воды, отводимой дренажной сетью, можно уменьшить оросительные нормы за счет субирригации.

Мелиоративный индекс должен находиться под постоянным контролем. Как только индекс превышает 10 и достигает, например, 12, то надо на 20% увеличить степень промывного оросительного режима и на 20% дополнительно усилить сток в дренажной сети.

Чтобы этот индекс был не выше 10, дренажный сток в нормальный эксплуатационный период в рассматриваемом случае должен быть все время около 10% суммарного водозабора, подаваемого на эту территорию.

Если концентрация оросительной воды будет более высокой, например 1,5 *г/л*, индекс соответственно меняется. Надо ввести поправку на отношение этой минерализации к минерализации нормальной речной оросительной воды, которая создана природой, т. е. к 0,2—0,3 *г/л*. Необходимо набрасывать на каждый грамм повышенной концентрации оросительных вод дополнительно 5—6% увеличения дренажного стока в эксплуатационном периоде. Так, в случае минерализации оросительной воды 1,5 *г/л* средний отвод дренажных вод будет не 10% от водозабора, а около 18%.

В отношении норм глубины опреснения грунтовых вод тоже следует принять некоторые рекомендации, требовать в первый и второй годы промывок опреснения грунтовой воды на глубину 10—15 *м* нельзя. Если где-то это можно допустить, как например в Чарджоу или на отдельных массивах Северной Мугани, то повсеместно этого делать не следует.

В ходе второго этапа мелиорации и в эксплуатационный период процесс рассоления грунтовых вод непрерывно продолжается, подчиняясь параметру времени. Поэтому нужно иметь одно- или двухгодичный минимальный запас опресненных грунтовых вод на субирригацию.

Если считать, что вода в процессе субирригации расходуется растениями при капиллярном поднятии на высоту 2—2,5—3,0 *м*, то для гарантийной глубины опреснения грунтовых вод надо иметь для начала хотя бы слой около 4—6 *м* водоносного горизонта.

Это значит, что ниже поверхности грунтовых вод на 4—6 *м* водоносного горизонта должна быть опресненная грунтовая вода, концентрация которой отвечает упомянутому индексу 10, т. е. минерализация ее не должна превышать 3—4 *г/л*.

В ходе эксплуатации дренированной территории можно достигнуть дальнейшего опреснения грунтовых на глубину десятка метров, что дает гарантию рассоления орошаемой почвы даже на 2—3 маловодных года. Вопрос о форсировании скорости процесса опреснения интересен. Мелиоративный период вообще затягивается на долгие сроки (на 20—25 лет), поэтому необходимо найти новые способы ускорения мелиоративного периода.

Увеличение норм промывной воды и интенсификация промывок весьма нужное дело, которое следует изучать и совершенствовать. В то же время необходимо использовать и все другие приемы поливного земледелия: плантаж, планировку, нормы дренирования, горизонтальный и вертикальный дренаж, электроосмос, без которых ускорить процесс рассоления почв будет трудно.

Динамика солей и солевой баланс мелиорируемой территории под влиянием работы одного вертикального дренажа в сочетании с промывками и поливами складывается совершенно иначе. Откачка грунтовых вод вызывает нисходящее движение грунтовых вод, постепенное снижение их уровня и нисходящее движение солевых растворов под влиянием промывных и оросительных вод. Одновременно откачиваемые грунтовые воды, если они относительно мало минерализованы, используются для орошения. Создается замкнутый круговорот солей, имеющихся в почве, грунтах и верхних горизонтах грунтовой воды, а также в подземных и оросительных водах. Так как подземные, откачиваемые вертикальными колодцами воды всегда слабо минерализованы и имеют концентрацию 1—2 *г/л*, то они являются несравненно более мощным дополнительным источником легкорастворимых солей, поступающих в оросительную систему, чем речные оросительные воды с концентрацией 0,4—0,5 *г/л*. Таким образом, приходные статьи солевого баланса местности возрастают, расходные же статьи, с учетом всей толщи в 20 или 30 *м*, вовлеченной в ирригационно-мелиоративный процесс, не уменьшаются. Содержащиеся в почвах и грунтовых водах легкорастворимые соли лишь циркулируют и перераспределяются вначале в нисходящем направлении, а по достижении ими зоны откачки — в восходящем.

Суммарный солевой баланс территории, которая мелиорируется с помощью работы одного вертикального дренажа, является или неизменным, или даже положительным. Какова будет средняя конечная минерализация циркулирующих грунтовых и оросительных вод, пока рассчитать трудно. Но она в тенденции будет приближаться к осредненной концентрации суммы солей, содержащихся в почве, грунтах и грунтовых водах, растворенных в каком-то «рабочем» объеме откачиваемых

подземных вод, поступающих на поверхность для орошения. Очевидно, что эта «равновесная» концентрация будет выше, чем исходная концентрация откачиваемых подземных вод. Сейчас трудно представить время, в течение которого будет складываться эта конечная равновесная (но продолжающая возрастать) концентрация почвенно-грунтовых вод. Судя по отчетам американских и английских фирм, ведущих большие работы по созданию нескольких тысяч скважин вертикального дренажа в Пакистане, в условиях Пакистана критический период работы одного вертикального дренажа наступит примерно через 30—40 лет, после чего потребуется дополнительный горизонтальный дренаж для вывода солей из оросительных систем. Когда эти расчеты и прогнозы были обсуждены и раскритикованы, американцы были вынуждены сократить время наступления критической концентраци циркулирующих почвенно-грунтовых вод на системах вертикального дренажа до 20 лет.

Западный Пакистан представляет собой страну, где орошаемые почвы уже сейчас испытывают чрезвычайно сильное вторичное засоление на огромных массивах и где в общем нет сети горизонтального дренажа. Вместе с тем, в Пакистане на ряде крупных массивов уже теперь действуют несколько тысяч вертикальных дренажных колодцев, рассчитанных на водоснабжение и мелиоративный эффект. В условиях, когда циркуляция солей в почвах засоленных территорий Пакистана в районах работы вертикального дренажа оказалась замкнутой, практического положительного результата в борьбе с засолением орошаемых почв не было получено. Поэтому автору в качестве приглашенного эксперта пришлось настаивать на том, чтобы в дальнейшем вертикальный дренаж в практике мелиорации засоленных орошаемых земель Пакистана сопровождался строительством коллекторов и горизонтальных дрен в целях эвакуации легкорастворимых солей, находящихся в круговороте между подземными водами, почвой и растениями. Эта идея в принципе была принята как специалистами Пакистана, так и некоторыми западными экспертами.

Мировая практика применения вертикальных колодцев в орошаемом земледелии знает еще два — три затруднения, которые следует принимать во внимание при внедрении вертикального дренажа в Советском Союзе. Бюро мелиорации почв Департамента внутренних дел Соединенных Штатов Америки приводит примеры того, как откачка вертикальным дренажем подземных вод с глубины 60—100 *м* в течение 50—80 лет в Калифорнии привела к перерасходу пресных подземных вод и к интрузии вместо них соленых вод, которые частью могут быть морского происхождения, частью — глубинными рассолами.

Сходное явление наблюдается на отдельных точках вертикального дренажа и в Западном Пакистане, когда через несколько лет откачек срабатывается пресный горизонт подземных вод и замещается восходящим раствором минерализованных подземных вод. Этот урок мирового орошаемого земледелия следует не забывать и нам; необходимо всегда очень тщательно ориентироваться в динамике подземных вод откачиваемого бассейна, рассчитывая достаточно точно возможные размеры откачек пресных вод, не допуская интрузии минерализованных вод снизу.

Второе затруднение, которое часто встречается в практике использования вертикального дренажа как средства мелиорации солончаковых земель, это независимое поведение верхнего горизонта почвенно-грунтовых вод и глубоких подземных вод, откуда ведется откачка. Расходы откачиваемых подземных вод могут быть очень большими, а качество откачиваемой воды — достаточно удовлетворительным. Однако вследствие разобщенности верхних и глубоких горизонтов подземных вод из-за водонепроницаемости и глинистости тяжелых грунтов

откачка подземных вод не сказывается на уровне верхнего горизонта почвенно-грунтовых вод и на рассолении солончаков.

В южной части долины Сакраменто есть район, где насосный колодец успешно подавал подземные воды для орошения и верхний горизонт почвенно-грунтовых вод оставался на высоком уровне, а процессы засоления орошаемых почв продолжались. Такого же рода явления наблюдались на тяжелых глинистых солончаках в Пакистане. В условиях Голодной степи получены обнадеживающие наблюдения и цифры, подтверждающие мелиоративный эффект сочетания горизонтального и вертикального дренажа. За короткий срок удалось благодаря откачкам подземных вод снизить уровень верховодки и добиться ликвидации ряда засоленных массивов на полях совхозов Пахта-Арал.

Большие экспериментальные работы с вертикальным дренажем поставлены в Араздаянской степи и Араратской долине для рассоления содовых солончаков. Предварительные данные показывают, что при сочетании горизонтального и вертикального дренажа удалось начать процесс рассоления почвы, поддерживая уровень грунтовых вод на 1 *м* глубже обычного. Пока еще полные отчетные данные, подтверждающие значительное снижение уровня минерализованных грунтовых вод и рассоление содовых солончаков не оформлены, хотя определенный положительный эффект здесь был очевиден.

Пакистан и ОАР изучали деятельность и эффективность вертикального дренажа в условиях приморских дельт рек Инда и Нила при высокоминерализованных грунтовых водах — около 20—30 *г/л*. Откачка вод такой высокой минерализации на поверхность создает крайне большие трудности в выводе их за пределы полей. Снижения уровня грунтовых вод как в дельте Инда, так и в дельте Нила от работы вертикального дренажа в условиях опыта не было достигнуто. Наиболее бесспорна положительная роль вертикального дренажа в предотвращении подъема грунтовых вод там, где они лежат глубоко и могут использоваться для полива. В этом смысле особенно интересен опыт Калифорнии.

Орошаемое земледелие в Калифорнии и Аризоне развивалось главным образом путем использования подземных вод, откачиваемых насосными колодцами. Так как это делалось на больших территориях и с большим числом колодцев, то подъем грунтовых вод вообще не произошел. Наблюдалось, как уже отмечено, систематическое снижение уровня грунтовых вод, иногда их иссякание и замещение солеными подземными водами. Поэтому, бесспорно, можно считать, что наиболее целесообразным в наших условиях было бы применение вертикального дренажа как главного средства предупреждения подъема грунтовых вод и предотвращения засоления на тех оросительных системах, где грунтовые воды в настоящее время лежат на глубине 12—15—20 *м* и более.

Такие территории имеются в Голодной степи, Каршинской степи, в Поволжье, Крыму, на Северном Кавказе. В тех случаях, когда подземные воды слабо минерализованы, строительство вертикального дренажа как мера профилактики засоления себя оправдает в полной мере. Наконец, вертикальный дренаж будет всегда полезен как дополнение к горизонтальному дренажу в районах подгорных или межгорных долин, имеющих грунтовые воды напорного питания. Высказываемые здесь соображения недостаточно обоснованы. Поэтому весьма необходимо поставить многолетние опыты по изучению эффективности вертикального дренажа в мелиорации засоленных земель в сочетании с горизонтальным дренажем и без него.

Только на базе дифференцированного изучения этого вопроса в соответствии с различными типами местности мы получим достоверные данные. Можно, однако, высказать сожаление, что до настоящего вре-

мени ведущиеся работы недостаточно документированы данными об исходных глубинах и минерализации грунтовых вод, исходной засоленности почв и грунтов, ходе процесса рассоления и снижения уровня грунтовых вод и почв и о динамике урожаев во времени.

Некоторые нерешенные и дискуссионные проблемы

Природные процессы, возникающие на оросительных системах под влиянием хозяйственной деятельности человека, необычайно сложны, многокомпонентны и не всегда ясны с точки зрения долговременных последствий. Положительные или отрицательные изменения в состоянии физико-географической среды и почвенного покрова на оросительных системах наступают не немедленно, а лишь после нескольких лет и иногда после десятков лет работы вновь построенной системы.

Именно поэтому узкие эпизодические исследования, кратковременные опыты и наблюдения часто бессильны в том, чтобы вовремя ориентировать нас и подсказать возможность опасных последствий или же явлений в почвах, в поведении культурных растений и географической среды в целом.

Именно поэтому значительные средства, время и внимание ученых и производственников должны быть посвящены изучению, анализу и объективному обобщению того эффекта работы оросительно-мелиоративных систем, который был получен в нашей стране. В свое время на мою долю в сотрудничестве с товарищами и учениками выпала задача разработки комплексной классификации типов орошаемых оазисов с точки зрения прогноза засоления и выбора мероприятий по борьбе с засолением орошаемых почв. Время показало, что основы этой классификации были правильными и что действительно в природе засушливых зон существуют весьма различные типы местности, которые по-разному реагируют на создание оросительных систем и в которых различно развивается водный и солевой балансы под влиянием орошения.

Проектант и ученый должны разрабатывать как перспективу, так и конкретные проекты орошения и мелиорации почв, всегда учитывая типы местности. С этой точки зрения было бы очень важно дать задание республиканским и областным институтам и производственным организациям проводить повторные комплексные гидрогеологические, гидротехнические, почвенно-геохимические и агромелиоративные исследования тех оросительных систем, территории которых явно относятся к разным классам местности (сухие или приморские дельты, подгорные равнины, бессточные низменности, комплекс аллювиальных террас, водораздельные и нагорные плато), чтобы получить достоверные количественные данные, вскрывающие причины успехов, затруднений и срывов.

Если эти исследования будут выполнены по единой программе и согласованными методами, то полученный результат будет иметь исключительно большое научное и производственное значение. Мы получим ценнейший арсенал обобщений и рекомендаций, которые, пользуясь методом аналогии и сравнительным географическим подходом, сможем воспроизвести на электронно-счетных машинах для выработки более обоснованных долгосрочных прогнозов и рекомендаций для проектирования и использования старых и вновь строящихся оросительных и мелиоративных систем. Думаю, что Академия наук СССР примет участие в этих работах, если республиканские академии и проектные организации министерств найдут это предложение целесообразным. Особо тщательно необходимо изучить отрицательный опыт и катастрофы вторичного засоления, которые известны в разных частях поливной зоны.

Проблема солевого баланса речных бассейнов. До последнего времени реки Советского Союза давали для наших оросительных систем воду высокого качества с минерализацией около 0,2—0,4 *г/л*. Это было

счастливым преимуществом орошаемого земледелия Советского Союза. Надо отметить, что реки других стран и континентов земного шара имеют далеко не столь благоприятный химический состав. Например, Нил и Инд имеют оросительные воды, содержащие повышенное количество бикарбоната и карбоната натрия, т. е. являются потенциально содовыми. Именно это создает значительные дополнительные трудности для орошаемого земледелия в дельте Нила и в Пенджабе на Инде.

Подземные воды Калифорнии, как правило, имеют концентрацию 1—2 *г/л* и нередко также отличаются повышенной щелочностью. Концентрация подземных вод Западного Пакистана, откачиваемых на орошение, колеблется от 0,5 до 2—3 *г/л* и часто они бывают щелочными. Подземные воды древних и новых орошаемых оазисов Северной Африки и Аравии в основном имеют концентрацию 2—3, а иногда 5—7 *г/л*. Поэтому проблема засоления орошаемых почв во многих других, кроме Советского Союза, странах мира связана не только с влиянием исходного содержания солей в почвах и грунтах, не только с подъемом и испарением соленых грунтовых вод, но и с засоленностью или высокой щелочностью самих оросительных вод.

В последние годы эта проблема начинает приобретать значение и в Советском Союзе. Мы все больше и больше принуждены пользоваться для орошения артезианскими водами юга и юго-востока Советского Союза, которые также имеют минерализацию порядка 2—5 *г/л*. Увеличивается также концентрация солей в речных водах. Если в прошлом концентрация вод Сырдарьи была 0,2—0,3 *г/л*, то теперь, после создания развитой дренажно-коллекторной сети в Ферганской долине, она достигла 0,8—1 *г/л*. То же начинает происходить с водами Амударьи, куда поступает дренажный сток оросительных систем, построенных в Таджикистане, Туркмении и Узбекистане. Это имеет уже большое значение и для Куры.

Мелиоративные работы по рассолению солончаковых земель на оросительных системах Средней Азии, Поволжья, Кавказа, Украины будут способствовать образованию громадных объемов минерализованных дренажных вод. Так, есть цифры, свидетельствующие о том, что дренажный сток в Средней Азии будет составлять в целом около 200 *м*^{3}*/сек*. Советскому и мировому опыту известны попытки повторного использования дренажных вод с минерализацией 2—3 *г/л* непосредственно или совместно с оросительными водами. Немало интересных исследований в этом плане было проведено опытными станциями и институтами Министерства сельского хозяйства СССР и Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР.

В будущем перед нами вплотную встанет задача целесообразного повторного, может быть, даже двухкратного использования дренажных вод для орошения. Можно предвидеть, что в ближайшие 20—30 лет солевая динамика в почвах и водах засушливых зон Советского Союза там, где построены и будут строиться новые оросительные системы, усилится и будет сопровождаться вовлечением новых дополнительных масс легкорастворимых солей в почвообразовательные и геохимические процессы. При этом будет увеличиваться степень минерализации поливных вод наших главных речных систем — Сырдарьи, Амударьи, Зеравшана, Куры, Волги, Терека, Дона, Днепра и др. Все это усиливает опасность процессов засоления орошаемых почв не только от грунтовых вод и от перераспределения природных солевых запасов почвы и подземных вод, но и от возрастающей минерализации оросительных вод.

Такого явления, как уже отмечено, в прошлом в СССР не было. Но теперь это надо предвидеть и необходимо разработать научные мероприятия, полностью исключающие опасность засоления почв. Можно предвидеть, что в будущем значение горизонтального дренажа и методов его интенсификации сохранится. Не исключено, что потребности в

рассоляющей и регулирующей работе горизонтального и вертикального дренажа будут увеличиваться. Придется в конечном счете решать наиболее сложную задачу расположения конечных главных приемников солевых масс, выводимых дренажными сооружениями с территорий оросительных систем.

Опасность содового засоления и обесструктуривания почв

Преобладающим геохимическим типом засоления почв Закавказья и Средней Азии был смешанный тип с разным соотношением сернокислых и хлористых солей, обычно на фоне значительного содержания гипса в почвах, грунтах, в грунтовых водах и отчасти в поливных водах этих районов. Провинции содового соленакопления в старых орошаемых районах Советского Союза были практически неизвестны, если не иметь в виду относительно небольшие территории в Армении, Карабахской степи в Азербайджане и южносибирских оросительных систем (Алейская). В то же время для орошаемого земледелия других районов земного шара характерно широкое развитие содового засоления, связанного как с химизмом почв и грунтовых вод, так и с химизмом оросительных вод. По-видимому наступает период, когда мы должны проявить достаточно заботы и внимания к проблеме вторичного содового засоления орошаемых почв Советского Союза. К этому имеется несколько веских оснований и причин.

Прежде всего надо сказать о бассейне Аракса в пределах Араратской долины. В последнее десятилетие стало более очевидным, что засоление почв в Араратской долине является содовым или же сульфатно-содовым. Подъем грунтовых вод, вызванный бездренажным орошением, осушение болот, вода в которых оказалась слабощелочной, и, наконец, щелочной характер напорных подземных и араксинских вод, применяемых для орошения в Араратской долине, способствовали интенсивному содовому засолению на этой территории. Здесь проведено немало интересных исследований, которые имеют значение, выходящее за пределы республики. Установлено, что промывки и дренаж (горизонтальный и вертикальный) без интенсивной химической мелиорации (внесение больших доз технической серной кислоты или сернокислого железа) не дают необходимого мелиоративного эффекта.

Действительная мелиорация содовых солончаков и солончаковых почв Араратской долины должна базироваться на сочетании трех факторов — понижении уровня грунтовых вод, обязательном внесении больших доз кислотных продуктов для нейтрализации углекислых щелочей и промывки. В будущем необходимо повторять периодическое дополнительное подкисление почв в той или иной форме в целях ликвидации процесса накопления соды из грунтовых и оросительных вод. Сходная ситуация складывается в зоне Карабахского канала в Азербайджане. К сожалению, и этот канал, построенный в последний период, был сооружен без каких-либо мероприятий по гидроизоляции. Начало использования канала и орошение в зоне, подвешенной к нему, сопровождалось вследствие фильтрации и гидростатического эффекта интенсивным поднятием грунтовых вод на значительных пространствах. Грунтовые воды в этой зоне оказались также содовыми, что завершилось развитием вторичного содового засоления и образованием содовых солончаков. И здесь ведутся исследовательские и опытные работы по комплексной мелиорации содовых вторичных солончаков на основе применения дренажа, промывок, гипсования, кислования.

Гораздо более неожиданным и крайне неприятным событием является недавно установленное явление регионального содового вторичного засоления почв на волго-донских оросительных системах (Веселовская,

Азовская, Нижнедонская). Первые сигналы по этому поводу были даны ВНИИГИМом лет десять назад. Наблюдения, обобщенные за последние годы ЮжНИИГИМом показали, что за 10—15 лет многие массивы этих оросительных систем существенно пострадали от содового вторичного засоления. Хотя грунтовые воды на большинстве из них мало минерализованы, по химическому составу они являются щелочными, т. е. содержащими карбонаты и бикарбонаты натрия. Повсеместный подъем уровня грунтовых вод этого типа сопровождался развитием вторичного содового засоления, иногда с катастрофическими выпадами сельскохозяйственных культур. Дренажные сооружения, которые могли бы предупредить развитие засоления, здесь не построены, несмотря на то, что рекомендация для строительства дренажа была дана.

Этот тревожный опыт на большой территории должен нас насторожить. Не исключено, что опасность вторичного засоления содового типа может возникнуть на других мало дренированных территориях оросительных систем; расположенных в зоне черноземов южной Украины (включая Крым) и Молдавии. Это касается также Кубани и Ставрополья. С рассматриваемой точки зрения представляет интерес и опыт Кутулукской оросительной системы, которая работает 25—30 лет. На ее полях также обнаружены явления содового засоления, хотя известно, что содовые солонцы и солончаки среди почв террас Кутулука существовали и до начала орошения.

Следует подчеркнуть, что большие массивы, затронутые вторичным засолением содового типа, появились на оросительных системах Венгрии, Румынии, Югославии. Это не случайное явление, а закономерность, связанная с геохимией почв, прежде всего с отсутствием в почво-грунтах гипса и концентрированием рассеянных ничтожных количеств соды в почвах и особенно в грунтовых водах с концентрацией 0,5—5 *г/л*. Опыт Армении показал, что для ликвидации содового засоления требуется не только дренаж и промывки, но и тяжелые химические мелиорации повторного типа. Практика орошаемого земледелия позволяет отметить еще одно тревожное явление, которое должно быть учтено. Староорошаемые и малозасоленные почвы глинистого механического состава при циркуляции слабощелочных оросительных и почвенно-грунтовых вод теряют структуру, сплываются и превращаются в слитые бесструктурные массы.

Подобного рода явления зарегистрированы в США (Калифорния), Пакистане, Индии, Египте, в Советском Союзе (Поволжье, Таджикистан, Фергана, Азербайджан). Эта своеобразная форма образования в почве или активизации в ней коллоидных минералов под влиянием соединений кремнезема, магния и алюминия, циркулирующих в почвенно-грунтовых водах при некоторой повышенной щелочности,— вероятно, результат совместного накопления вторичного коллоидного кремнезема и аллофаноидных глин из слабощелочных почвенно-грунтовых вод. Может быть это — гидрофилизация и пептизация коагулированных в прошлом почвенных коллоидов, которые по мере исчезновения из мелиорированных солончаков гипса пептизируются и обесструктуриваются.

Тревожный факт исчезновения гипса в мелиорированных солончаках под влиянием промывок и работы дренажа в течение 30 лет обнаружен в Кура-Араксинской низменности. При этом щелочность грунтовых вод явно возрастает по мере уменьшения их концентрации в ходе процессов рассоления. Очевидно, контроль за запасами почвенного гипса, щелочностью, слитизацией и обесструктуриванием орошаемых почв Средней Азии, Закавказья и степей Европейской части СССР должен быть усилен. Все формы обогащения почв органикой и угольной кислотой и прежде всего люцерновые севообороты, а также применение кислых и физиологически кислых удобрений будут всегда способствовать ослаблению и предотвращению явлений обесструктуривания и подщелачивания орошаемых почв.

МЕЛИОРАТИВНОЕ ЗНАЧЕНИЕ РИСА

Результаты посевов риса на землях, подверженных засолению в производстве

Культура риса в Голодной степи появилась в 1915 г., на второй год после завершения строительства Голодностепского, ныне Кировского магистрального канала, и освоения новых земель. Вскоре было замечено, что обилие воды, применяемой для орошения, вызывает резкий подъем уровня грунтовых вод на окружающих рисовники земельных массивах, а также засоление почв. В связи с этим здесь стали проводить политику вытеснения рисовых посевов. В дореволюционном законодательстве был пункт, который гласил, что «за производство рисовых посевов на переселенческих участках казенных орошаемых земель Голодной степи Самаркандской области виновные подвергаются денежному взысканию в размере 50 руб. за каждую десятину или часть десятины посева». Этим законодательством рис из Голодной степи почти полностью был вытеснен.

После Октябрьской революции культура риса в этих местах появилась вновь. Подъем грунтовых вод и засоление окружающих участков опять проявились в полной мере. В 1927—1928 гг. рис был вторично вытеснен.

С началом массового освоения пустующих земель в 1938 г. рис в Голодной степи появился в третий раз как культура, с помощью которой предполагалось освоить сильнозасоленные переложные земли. Затрачиваемый труд на подготовку и промывку земель должен был оплачиваться полученным урожаем риса.

Следует отметить, что в 1941 г. посевы риса в Голодной степи были запрещены в третий раз, но в связи с войной площадь его возросла и в 1942 г. достигла максимума (5191 *га*).

По наблюдениям, проведенным Центральной мелиоративной станцией СоюзНИХИ на колхозных полях Голодной степи, оказалось, что фактические оросительные нормы воды при непрерывном орошении вместо плановых 20 000—25 000 $м^3/га$ достигали следующих величин:

Год	1936	1937	1938	Среднее
$м^3/га$	42 000	59 000	45 000	48 500

Потребление воды рисовыми полями в 1950 г., расположенными на Шурузякском массиве Мирзачульского района, приведено в табл. 1.

В исследованиях СоюзНИХИ коэффициент полезного действия (к. п. д.) Голодностепской ирригационной системы в целом принимался равным 0,65. Без учета сброса с рисовых полей средний размер оросительной нормы брутто на 1 *га* составлял 74 600 $м^3$.

Голодностепское системное управление в своих расчетах к. п. д. распределительной сети при определении оросительной нормы нетто по рисам принимало равным 0,85. Следовательно, фактические оросительные нормы риса недопустимо высоки.

Водозабор по каналам, на которых высевался рис, был резко увеличен по сравнению с плановым. Например, по каналу Ш-1 в июне и июле он превышал плановый на 165, а августе — на 216 и в сентябре — на 223% (рис. 1).

Таблица 1

Фактическое потребление воды рисовниками Мирзачульского района в 1950 г.

Канал	Посевная площадь по каналу, по данным ЦСУ, *га*		Сток за вегетационный период, тыс. $м^3$			Фактическая оросительная норма риса, $м^3/га$	
	рис	прочие культуры	суммарный	на рис	на прочие культуры	брутто	ориентировочная нетто
Ш-1	166	74	11 935	11 195	740	67 500	57 300
Ш-1[а]	52	20	2 818	2 618	200	50 500	43 000
Ш-3	55	31	3 103	2 793	310	51 000	43 500
Ш-3-2	27	—	2 815	2 815	—	104 000	92 000
К-8-8	136	51	7 429	6 919	510	50 300	43 300
Итого	436	176	28 104	26 345	1760	64 800	55 800

По каналу К-3-2 перебор воды против плана с мая по сентябрь колебался от 188 в мае до 310 *л/сек.* в сентябре (рис. 2).

Сброс с рисовых полей вместо плановых 10—15% зачастую достигал 50% и более от поступления и направлялся в коллекторно-дренажную сеть, переполняя ее до отказа, сбросная вода полностью выводила ее из строя. Вместо того, чтобы собирать и отводить грунтовые воды, переполненная дренажная сеть усиленно питала грунтовые воды земельных массивов, прилегающих к ней.

Например, сбросными водами с рисовых полей основной коллектор Шурузяк в створе Мелиоративной станции бывал настолько переполнен водой, что она выходила из берегов. Расход сбросной и грунтовой воды по Шурузяку в июне 1950 г. достигал 7,5 $м^3/сек$, превысив расход за тот же период 1949 г. почти на 4,5 $м^3/сек$ (рис. 3).

Из-за недостатка уклонов местности сбросная вода из коллекторов и дрен без механического подъема не может быть использована на орошение в Голодной степи.

Исследованиями СоюзНИХИ установлено, что посевы риса на основном Голодностепском плато при современной степени ее дренированности и коэффициенте земельного использования — одна из основных причин сильного подъема уровня грунтовых вод.

Среднегодовой уровень грунтовых вод находится в прямой зависимости от общей площади посева риса (рис. 4). Чем больше площадь рисовников, тем выше уровень грунтовой воды. В ноябре 1950 г., т. е. в период минимума посевов риса, уровень грунтовых вод находился всего лишь на 20 *см* ниже, чем в 1942 г., наиболее неблагополучном в мелиоративном отношении.

В весенний период (март—апрель—май) по всей освоенной части Голодной степи грунтовые воды в среднем находились в пределах первого метра и обусловили усиленное повторное засоление почв. Подъему уровня грунтовых вод способствовали неблагоприятные метеорологические условия ряда лет, отличавшиеся сниженными температурами воздуха и большим количеством атмосферных осадков (1942, 1943, 1945, 1948, 1949, 1952, 1953, 1954 гг. и т. д.). Активное засоление земель Голодной степи принудило принять срочные меры по ликвидации этого положения. Одна из таких мер — районирование рисовых посевов, с запрещением сеять рис внутри хлопковых посевов, а также на землях, подверженных заболачиванию и засолению.

Таким образом, рис в четвертый раз был вытеснен с основного Голодностепского плато. Для посевов этой культуры была отведена пойменная часть р. Сырдарьи, для освоения которой Ленводпроектом был разработан специальный проект.

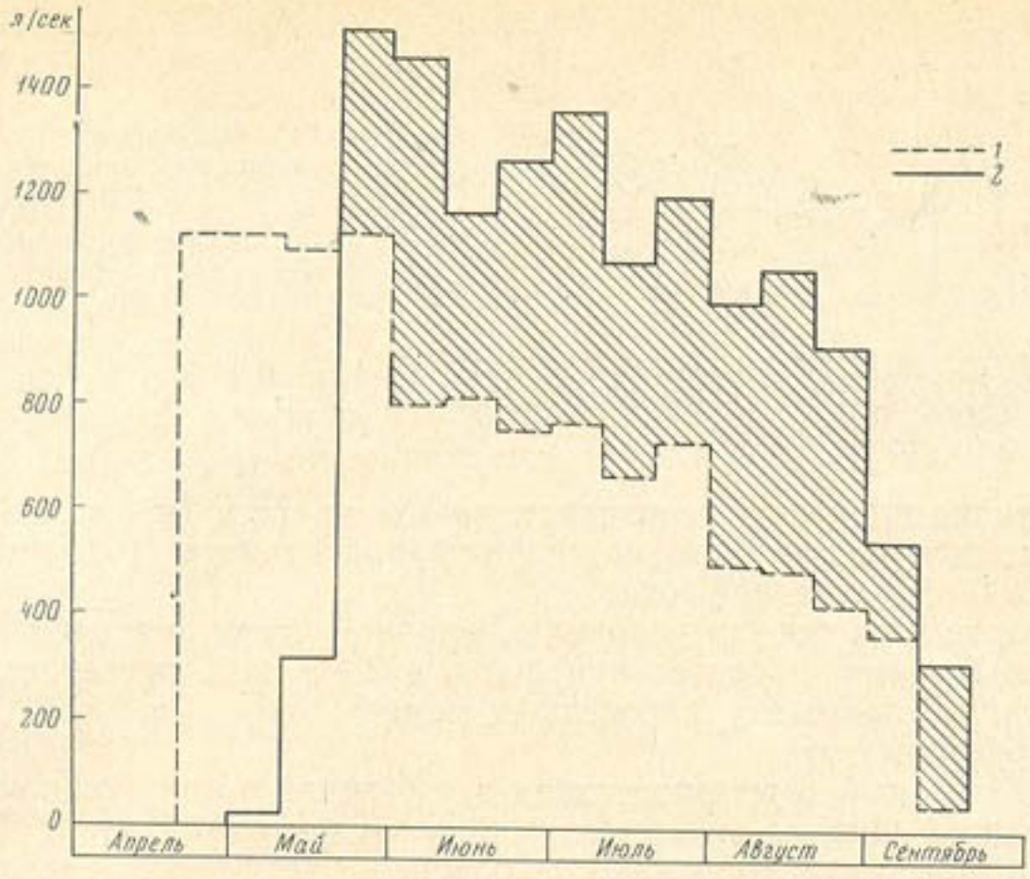


Рис. 1. Плановый (*1*) и фактический (*2*) расход воды по каналу Ш—I в 1950 г.

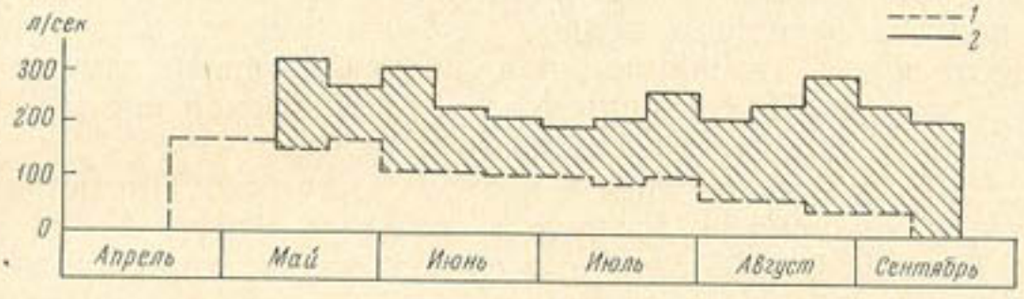


Рис. 2. Плановый (*1*) и фактический (*2*) расход воды по каналу К-3-2

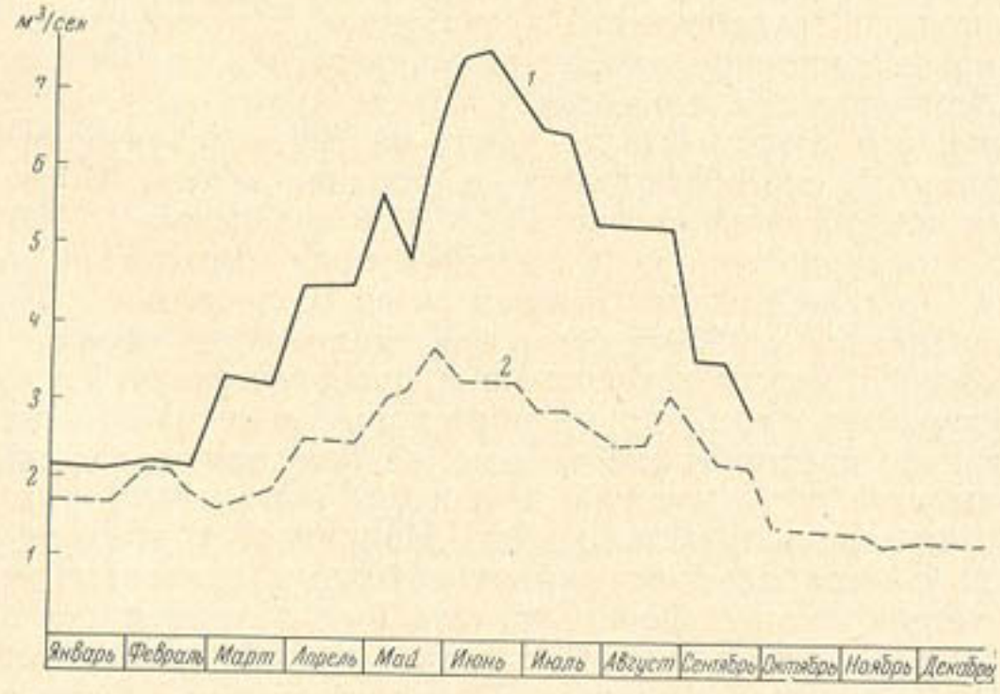


Рис. 3. Расход воды по коллектору Шурузяк.
1 — в 1950 г.; *2* — в 1949 г.

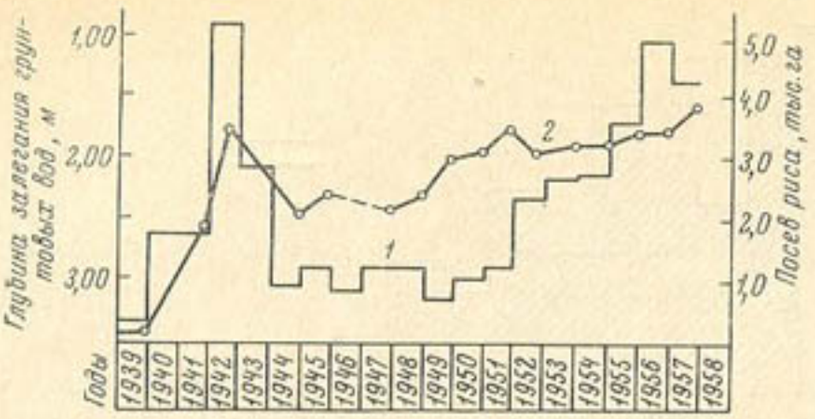


Рис. 4. Посев риса и динамика уровня грунтовых вод в Голодной степи.

1 — глубина залегания грунтовых вод на 1.X; *2* — посев риса в тыс. *га*

В порядке широкого производственного опыта в 1950 г. в Голодной степи рис появляется вновь на значительной площади (66 участков, из которых 27 — в запретной зоне).

Для орошения риса в условиях Голодной степи затрачивается громадное количество оросительной воды, в 2—3 раза превышающее потребности на промывку засоленных земель, что и вызывает подъем уровня грунтовых вод.

Отрицательный опыт рисосеяния в узбекской части Голодной степи, к сожалению, широко внедрялся в бывшей казахской части. В 1954 г. здесь под предлогом промывки засоленных пустующих земель стали сеять рис. В Пахтааральском районе рис был высеян на площади 495 *га*. На землях вновь осваиваемого Джетысайского массива, где не было даже признаков засоления почв, в колхозе им. Микояна Ильичевского района был посеян рис на площади 20 *га*. В результате на землях этого колхоза грунтовые воды с глубины 8 *м* поднялись до 80 *см* от поверхности земли, что вызвало появление засоленных земель.

В 1955 г. колхозы Пахтааральского района посеяли рис уже на площади 1306 *га*, а в Ильичовском районе — 45 *га*.

В 1954 г. 100 *га* посевов риса в колхозе «Алгабас» Пахтааральского района было размещено по границе с совхозом «Пахта-Арал» и вдоль канала им. Кирова. В 1955 г. посевы риса здесь спустились ниже по течению Ирджарского коллектора и примыкали непосредственно к нему. Вследствие этого правый откос коллектора оплыл на протяжении 3,5—4,0 *км*. Создалась перемычка в его русле, что вызвало образование подпора воды в расположенной выше части коллектора. Сам же коллектор из водоприемника грунтовых вод превратился в источник их питания. Мелиоративное состояние земель на прилегающих территориях ухудшилось, в том числе и земель совхоза «Пахта-Арал».

Известно, что совхоз «Пахта-Арал» на своей территории проводит ряд мероприятий, способствующих мелиорации земель. В частности, в 1954 г. был сокращен водозабор до 58% по сравнению с 1950 г. но несмотря на это, грунтовые воды на территории совхоза не только не опустились, но даже поднялись на 16 *см* по сравнению с 1953 г. и на 46 *см* по сравнению с 1950 г. Этот факт лишний раз убеждает в наличии взаимосвязи между грунтовыми и поверхностными водами смежных территорий и в том, что мелиоративные и водохозяйственные мероприятия надо проводить комплексно, на больших территориях, с учетом особенностей всего массива и каждого хозяйства в отдельности.

Однако на деле получается не так. Например, в колхозе им. XXII Партсъезда Пахтааральского района районным руководством в целях подъема материального уровня колхоза был разрешен посев риса на площади 20 *га*. В результате этого колхоз заболотил свою территорию. То же самое произошло в колхозе «Политотдел» и во многих других хозяйствах.

Особенно резко рис поднимает уровень грунтовых вод на прилегающих к нему земельных массивах на расстоянии 500—600, а иногда и

1000 *м* и вызывает усиленное их засоление. Чем меньше рисовый участок, тем больше засоляемая им площадь. На основании наблюдений можно установить среднетеоретическую зависимость размера засоляемости окружающих массивов от размера рисовой площади и дальности действия напора, вызываемого рисовым участком (табл. 2).

Данные табл. 2 свидетельствуют, что посевы риса выгодно сосредоточивать в крупных массивах, размером не менее 100 *га*, как по мелиоративному влиянию его на окружающие массы, так и по затратам воды на орошение.

Фактические наблюдения, проведенные в 1938 г. в колхозе им. Чкалова, показали, что рисовник площадью 60 *га* вывел из строя и засолил массив 360 *га*, в колхозе им. Ленина 63 *га* риса вывели из строя и засолили 140 *га* окружающих земель.

В то же время в колхозе им. Свердлова Мирзачульского района поля хлопчатника, находящиеся вблизи от рисовых посевов, не страдают от этого соседства. Урожай хлопка здесь составил 20—30 *ц/га*. Объясняется это тем, что между рисовыми полями и хлопчатником находились дрены, построенные взрывным способом. Исследованиями СоюзНИХИ также установлено, что дрены, построенные таким способом, в условиях Голодной степи не фильтруют, а следовательно, и не могут в должном количестве отводить грунтовую воду, так как грунт после взрыва сильно уплотняется. В зависимости от силы взрыва это уплотнение доходит до 5 *м* и более. Поэтому расположенные по границе хлопкового и рисового полей дрены явились как бы шпунтовым рядом, затрудняющим передачу гидродинамического напора с рисовников на хлопковые поля. Кроме того, на тех полях, где в 1950 г. был посеян хлопчатник, в 1949 г. находился рис и, следовательно, почва и грунтовые воды под ним были опреснены на значительную глубину, т. е. хлопчатник не страдал от солей и находился в удовлетворительных условиях. По мере сработки опресненной «подушки» грунтовых вод эти участки стали вновь засоляться.

Скорость сработки опресненного слоя грунтовых вод находится в обратной зависимости от применяемой агротехники. Чем хуже агротехника, тем скорее идет его сработка и наоборот. В колхозе им. Свердлова в пятой бригаде в 1943 г. высевался рис. В 1950 г. эти участки были сильно засолены, на некоторых из них пятнистость полей от засоления и изреженность превышали 50%. Следовательно, нельзя думать, что посевы риса навсегда избавляют поля от засоления.

Для выяснения скорости реставрации засоления почв после культуры риса еще в конце 30-х годов СоюзНИХИ были проведены опыты на пяти участках, расположенных в тяжелых гидрогеологических и почвенных условиях Шурузякского земельного массива, на которых для промывки высевался рис. Затем эти участки занимали хлопчатником,

Таблица 2

Зависимость между площадью посева риса и засоляемой им площадью прилегающих земель, *га*

Площадь посева риса	Площадь засоленных земель при дальности действия напора от рисового поля		
	300 *м*	400 *м*	600 *м*
1	42	65	135
10	72	95	190
20	96	113	224
50	154	201	314
100	236	292	366

люцерной, огородными культурами. Необходимо отметить, что на участки ежегодно осенью давали профилактические промывные поливы. Результаты опыта следующие.

Участок первый площадью 3,12 *га* имел форму прямоугольного треугольника, откуда и получил название «треугольник». В 30 *м* от северного катета треугольника и параллельно ему проходил закрытый коллектор глубиной около 3 *м*. В 1935 г. участок был занят рисом, в 1936 г.— хлопчатником, а в 1937 и 1938 гг.— огородными культурами. Динамика реставрации засоления в местах, различно удаленных от коллектора, приводится в табл. 3.

Из приведенных данных следует, что даже на фоне высокой агротехники от весны к осени шло непрерывное накопление солей в метровой толще грунтов, которое обусловливало необходимость применения промывных поливов. Наиболее интенсивно почвы опресняются вблизи дрен и в большем количестве соли скапливаются в удалении от дрен.

Участок второй площадью 2,5 *га* был расположен между двумя глубокими закрытыми дренами 9 и 10, находящимися на расстоянии 132,5 *м* одна от другой. Участок имел пестрое и более сильное засоление почв по сравнению с первым. В 1936 г. на участке высевался рис, в 1937 г.— люцерна с подсевом ячменя. На хорошо развитой люцерне имелись пятна, где культура выпала, так как почва здесь была не промытой и засоленной. Осенью 1937 г. эти пятна были промыты, а весной 1938 г. после дискования на них были проведены совместные посевы житняка и райграса в смеси с люцерной. Посевы были сильно угнетены солями и только к осени после усиленных поливов стали несколько поправляться. За вегетационный период травам дано 7 вегетационных поливов с оросительной нормой 8350 $м^3/га$. Общий урожай их за 4 укоса составил 73 *ц/га*.

Вследствие дальнейшей допромывки засоленных пятен в вегетационный период и подсева трав площадь их к концу года значительно сократилась. Недопромывка отдельных мест участка, занятого культурой риса, и образование засоленных пятен объясняются скоплением большого количества гипса на глубине 30—40 *см*, который затруднял фильтрацию, а следовательно, и вымыв солей. В таких случаях необходимо механическое разрушение уплотненных гипсовых горизонтов.

Динамика реставрации по хлору в метровом слое почвы после посева риса приведена в табл. 4. Из нее следует, что под влиянием высокой агротехники, а главным образом орошения создавались благоприятные условия для дальнейшего опреснения почв и грунтовых вод.

Участок третий площадью 2,6 *га* не был дренирован, располагался в Пришурузякской впадине в окружении пустующих земель, которые отчасти и заменяли ему дренаж. Грунтовые воды до посева риса находились на глубине 1,80—2,0 *м* от поверхности земли.

До посева риса в среднем в метровом слое почвы содержалось хло-

Таблица 3

Динамика хлора в метровой толще почвы (% на воздушно-сухую почву) и грунтовой воде (в *г/л*)

Расстояние скважины от коллектора, *м*	Объект исследования	1935 г.		1936 г.		1937 г.		1938 г.	
		до посева риса	после посева риса	весной	осенью	весной	осенью	весной	осенью
30	Почва	0,103	0,002	0,003	0,010	0,010	0,015	0,013	0,016
	Грунтовая вода	—	0,364	—	—	0,635	—	0,253	—
65	Почва	0,057	0,003	0,003	0,007	0,010	0,017	0,021	0,024
	Грунтовая вода	—	0,112	—	—	0,137	—	1,236	—
110	Почва	0,03	0,003	0,017	0,033	0,010	0,012	0,010	0,014

Таблица 4

Динамика хлора в метровой толще почвы (% на воздушно-сухую почву) и грунтовой воде (в *г/л*) после посева риса

Размещение точек взятия проб	Объект исследования	1936 г.		1937 г.		1938 г.	
		до промывки	после промывки	весна	осень	весна	осень
20 *м* от дрены № 10	Почва	—	0,009	0,011	0,006	0,007	0,007
	Грунтовая вода	—	1,38	1,546	—	1,686	2,679
20 *м* от дрены № 9	Почва	—	0,006	0,009	0,010	0,008	0,009
	Грунтовая вода	—	0,99	1,352	—	0,871	1,015
40 *м* от дрены № 10	Почва	0,278	0,016	0,017	0,007	0,013	0,007
	Грунтовая вода	—	10,25	3,974	—	2,304	—
40 *м* от дрены № 9	Почва	0,105	0,10	0,014	0,010	0,010	0,006
	Грунтовая вода	—	8,09	—	—	1,012	—
60 *м* от дрены № 10	Почва	—	0,046	0,028	0,013	0,010	0,006
	Грунтовая вода	—	9,10	6,541	—	2,501	—
60 *м* от дрены № 9	Почва	—	0,106	0,126	0,035	0,086	0,022
	Грунтовая вода	—	12,25	—	—	7,531	4,315

ра 0,356%, после посева риса (промывки) к осени 1936 г. хлора осталось 0,007%. Однако опреснение почв было неравномерным. В западной части участка оставалось засоленное пятно — следствие близкого залегания сильно гипсированного слоя.

Динамика хлора после посева риса на хлопковом и люцерновом полях приводится в табл. 5. По приведенным данным видно, что при неудовлетворительной агротехнике активно шло накопление солей, причем на орошаемых участках много меньше, чем на целинном, так как под действием вегетационных поливов почвы и грунтовые воды опреснились.

Следовательно, *земли, подверженные засолению, если их оставить без обработки и нормального орошения, усиленно засоляются.*

Участок четвертый общей площадью 2,75 га также находился в Пришурузякской депрессии. С трех сторон — западной, северной и восточной — он был окружен целиной, а с южной — к нему примыкал пятый рисовый участок. Через весь участок с запад на восток проходил оросительный, который делил его на две равные части. С юга на север перпендикулярно к оросителю примерно посередине его проходила открытая дрена глубиной 1 *м*, которая в конце поворачивала на восток и шла по северной границе участка. До посева риса уровень грунтовых вод здесь находился на глубине от 1,5 до 2,0 *м*. Почва имела сильную степень засоления, по механическому составу — тяжелосуглинистая.

В 1937 г. на участке высеян рис. В период выхода его в трубку местами он начал желтеть и отмирать. Наибольшее угнетение растений было на делянках с прерывистым поливом. На части делянок, примыкавших к местам впуска воды на делянку, рис совершенно не чувствовал угнетения и развивался вполне нормально. В среднем со всего участка был получен урожай 25,3 *ц/га*.

После опреснения участка культурой риса в 1938 г. северная часть его была занята хлопчатником, а южная — люцерной, высеянной с покровом ячменя.

Посев люцерны был произведен 22 марта. Всходы люцерны и ячменя по всему участку были хорошими, но с 10 апреля начали постепенно гибнуть. 24 апреля после полива гибель всходов резко увеличилась. Особенно большие выпады были в тех местах, где в предыдущем году рис полностью выпал или был угнетенным.

Таблица 5

Динамика хлора в метровом слое почвы (% на воздушно-сухую почву) и грунтовой воде (в *г/л*)

Объект исследования	1936 г.		1937 г.		1938 г.		Примечание
	до посева риса	после посева риса	весна	осень	весна	осень	
Почва	0,497	0,005	0,007	0,016	0,012	0,022	В 1937 г. участок был занят хлопчатником, а в 1948 г. — машем
Грунтовая вода	—	—	12,862	—	5,086	—	
Почва	0,215	0,010	0,010	0,011	0,032	0,032	
Грунтовая вода	—	—	7,562	—	6,379	4,856	
Почва	—	0,013	0,009	0,017	0,023	0,014	
Грунтовая вода	—	—	1,187	—	3,906	2,397	
Почва	—	0,025	0,043	0,013	0,008	0,011	В 1937 и 1938 гг. участок был занят люцерной
Грунтовая вода	—	8,31	2,705	—	—		
Почва	—	0,395	0,271	0,103	0,061	0,012	
Грунтовая вода	—	11,18	9,853	—	—	5,414	
Почва	—	—	—	—	0,302	0,306	Скважина расположена в центре солончакового пятна
Грунтовая вода	—	—	—	—	9,835	7,952	
Почва	—	0,009	0,012	0,012	0,009	0,013	
Грунтовая вода	—	2,51	2,760	—	2,023	—	
Почва	—	—	—	—	0,181	0,211	Скважина расположена на целине в 5 *м* от орошаемого участка
Грунтовая вода	—	—	—	—	3,484	—	

Причины гибели люцерны следующие:

недостаточно глубокое опреснение почв после риса, особенно в местах, где сравнительно неглубоко (40—80 *см*) от поверхности земли залегал гипсовый горизонт, мешавший фильтрации, а следовательно, и выщелачиванию солей в более глубокие горизонты;

отсутствие достаточной фильтрации воды в грунт и задержка ее на поверхности почвы в течение двух дней, что привело к вымочке люцерны;

временная вспышка солонцеватости на определенных местах поля;

значительно менее глубокое (1,0—1,5 *м*) залегание грунтовых вод после посева риса, чем до посева.

На участках, занятых люцерной, из-за описанных причин образовалось значительное количество пятен, лишенных всякой растительности, с обильными выцветами солей. К осени эти пятна были вновь спланированы, промыты в среднем нормой 3000 $м^3/га$ и засеяны травосмесью люцерны и райграса многоукосного.

Осенние пробы грунта брались после промывки, поэтому они не отображают истинной картины засоления почв.

Состояние хлопчатника на нижней части участка было удовлетворительным. Засоленных пятен встречалось мало. В целях допромывки земель в период вегетации хлопчатник получал 9 поливов с общей оросительной нормой 10 000 $м^3/га$. Урожай хлопка-сырца составил 25 *ц/га*.

Динамика водорастворимых солей в почве. Изучение солевого режима почв и грунтов на рисовом участке велось по 29 скважинам, расположенным в четырех створах.

По наблюдениям, проведенным в колхозе им. Ленина Сырдарьинского района, дальность действия рисового поля сказалась на расстоянии 800 *м* (рис. 5).

Реставрация засоления почв очень сильно проявилась на соседнем с рисовым полем участке, занятом люцерной и ячменем, высеянными по

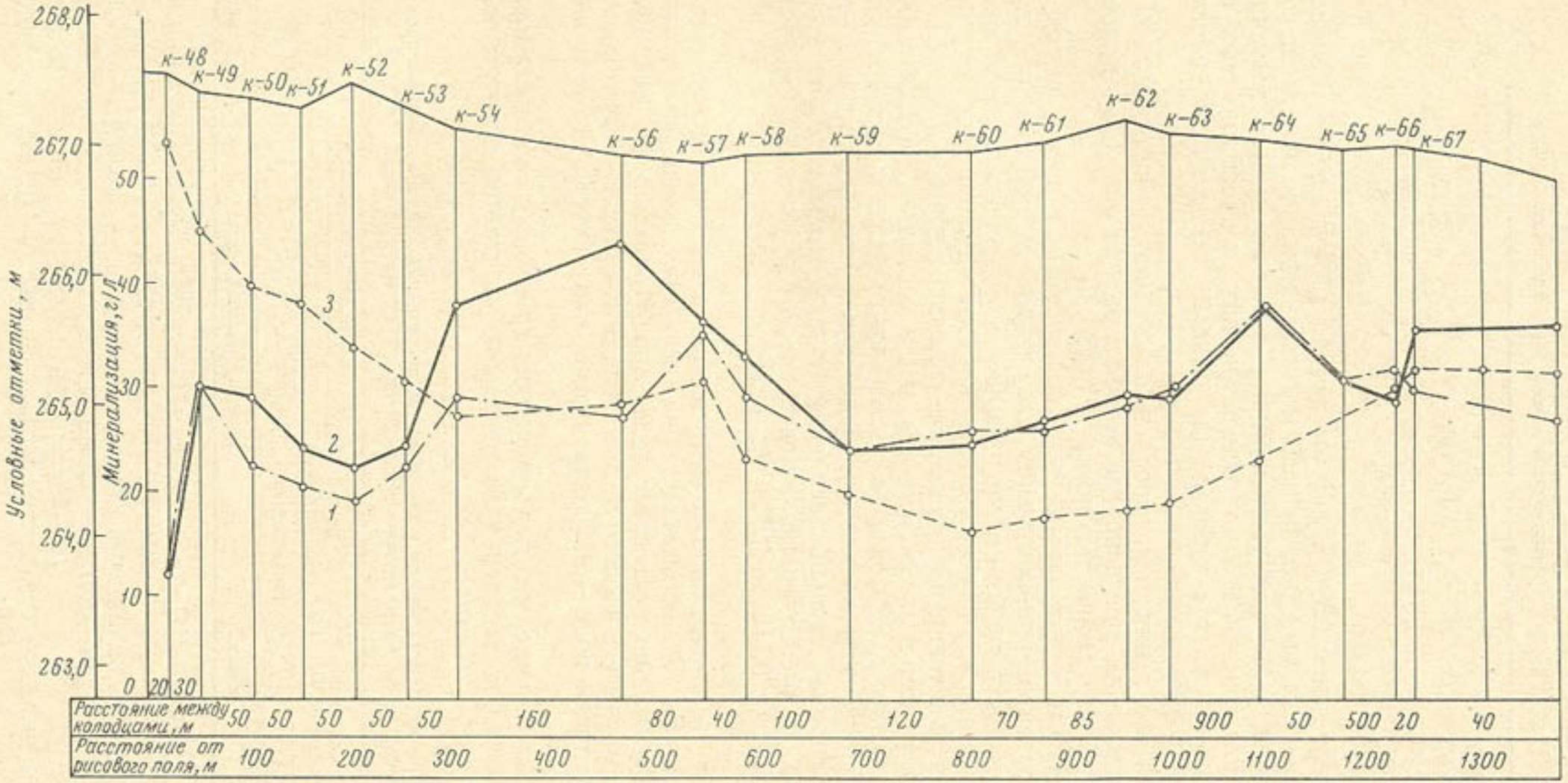


Рис. 5. Положение уровня грунтовых вод и степень их минерализации на целине, прилегающей к рисовому участку колхоза им. Ленина Сырдарьинского района, 1938 г.

1 — минерализация грунтовых вод по плотному остатку до посева риса (11 мая); *2* — то же, после посева риса (10 октября); *3* — уровень грунтовых вод на 17 августа

Таблица 6

Динамика хлора на бывшем рисовом участке в слое 0—20 *см* (в % на воздушно-сухую почву)

Дата взятия образца	На участке, где весной сохранились всходы	На участке, где всходы выпали
12.IV	0,029	0,144
12.VI	0,064	0,539
17.VIII	0,032	0,544
31.X	0,157	0,679

предшественнику — рису. Эти культуры начали гибнуть от реставрации засоления. 24 апреля был дан первый вегетационный полив, после которого произошла усиленная реставрация и массовая гибель растений. Люцерна сохранилась только на отдельных пятнах, разбросанных по всему полю. Возможно, что гибель была вызвана вспышкой временной солонцеватости, возникающей после полива.

Реставрация засоления была прослежена на протяжении всего вегетационного периода на участках, где весной люцерна еще сохранилась, и на участках, где она полностью погибла (табл. 6).

Основная гибель культур была вызвана главным образом высоким содержанием солей в корнеобитаемом слое почвы. Это положение подтверждается дополнительными исследованиями почвенного покрова, проведенными на бывшем рисовом участке, занятом люцерной и ячменем.

Реставрация засоления на орошаемом участке, занятом люцерной и расположенном рядом с рисовым полем, была настолько высока, что в первый же год никакого эффекта от промывного действия риса не осталось. Участок полностью засолился. Даже в тех местах, где люцерна частично сохранилась, степень засоления почв и грунтовых вод была высокой (скв. 33 и 36). Содержание ионов хлора в грунтовой воде после посева риса было от 0,112 до 0,508 *г/л*, к августу следующего года оно увеличилось в 4—6 раз.

Реставрация засоления на соседнем необрабатываемом и неорошаемом участке (табл. 7) происходила на всю прослеженную глубину (2 *м*). Наиболее сильно реставрируется хлор. Например, по скв. 17 в метровом слое почвы количество хлора от весны к осени увеличилось в 3 раза и в грунтовой воде — в 2 раза, тогда как по скв. 15 — только в 1,5 раза.

Существовало мнение, что подъем уровня грунтовых вод, а следовательно, и реставрация засоления за рисовыми участками, огороженны-

Таблица 7

Динамика засоления на прилегающем к рисовому полю неорошаемом и необрабатываемом участке в почве (в % на воздушно-сухую почву) и грунтовых водах (в *г/л*)

Объект исследования	Содержание хлора в 1937 г.		Объект исследования	Содержание солей в 1938 г.					
				плотный остаток		Cl^-		SO_4^{2-}	
	до промывки	после промывки		весна	осень	весна	осень	весна	осень
Почва, 0—200 *см*	0,349	0,424	Почва, 0—100 *см*	2,417	2,825	0,386	0,567	0,938	0,997
			100—200 *см*	1,355	1,897	0,208	0,390	0,535	0,670
Грунтовые воды	13,607	15,350	Грунтовые воды	—	34,512	—	12,070	—	7,120
Почва, 0—200 *см*	0,337	0,403	Почва, 0—100 *см*	1,861	2,566	0,174	0,521	0,787	0,888
			100—200 *см*	1,239	1,842	0,108	0,372	0,540	0,612
Грунтовые воды	9,605	6,323	Грунтовые воды	—	33,296	—	12,712	—	6,059

ми дренами, происходить не может. Однако это мнение оказалось ошибочным. Дополнительный напор грунтовых вод, создаваемый рисовым полем, горизонтальным дренажем гасится только частично. Величина этого гашения зависит от исходной глубины залегания грунтовых вод и глубины дрен. В общих чертах эта зависимость сводится к следующему: чем глубже залегают грунтовые воды, тем на большее расстояние распространяется подъем грунтовых вод, вызываемый посевами риса, и чем глубже дрены, тем на меньшее расстояние распространяется дальность действия рисового поля. Характер подъема уровня грунтовых вод за дреной и засоление почв, выраженное изменением содержания иона хлора, показаны на рис. 6 и 7.

Необходимо отметить, что участки, опресненные культурой риса в условиях Голодной степи, долгое время не просыхают и первую вспашку по наступлении спелости почвы удается провести только в марте — апреле следующего года. Столь медленное наступление спелости почв наблюдалось на участках, хорошо дренированных или окруженных пустующими землями, на которых грунтовые воды залегали на глубине от 2 до 2,5 *м* от поверхности земли.

Все четыре описанных подопытных участка, за исключением засоленных пятен, были опреснены культурой риса настолько хорошо, что на следующий год после риса можно было высевать любую культуру. Все же летом после опреснения наблюдалась реставрация засоления. Интенсивность реставрации зависела от применяемой агротехники, главным образом орошения и фона. На участках, хорошо дренированных, поливаемых и обрабатываемых, шло дальнейшее опреснение почв, грунтов и грунтовых вод. Вблизи дрен опреснение происходило энергично и на бо́льшую глубину по сравнению с серединой междудрения. В бездренажных условиях (участок 3) шла реставрация засоления. Особенно сильной была на недопромытых пятнах после первого полива.

Хлопчатник после культуры риса от избытка почвенной влаги чувствует себя угнетенным, вследствие чего фазы цветения и плодообразования сильно задерживаются по сравнению с посевами его на обычных староорошаемых землях. Например, процент курачного сбора на пер-

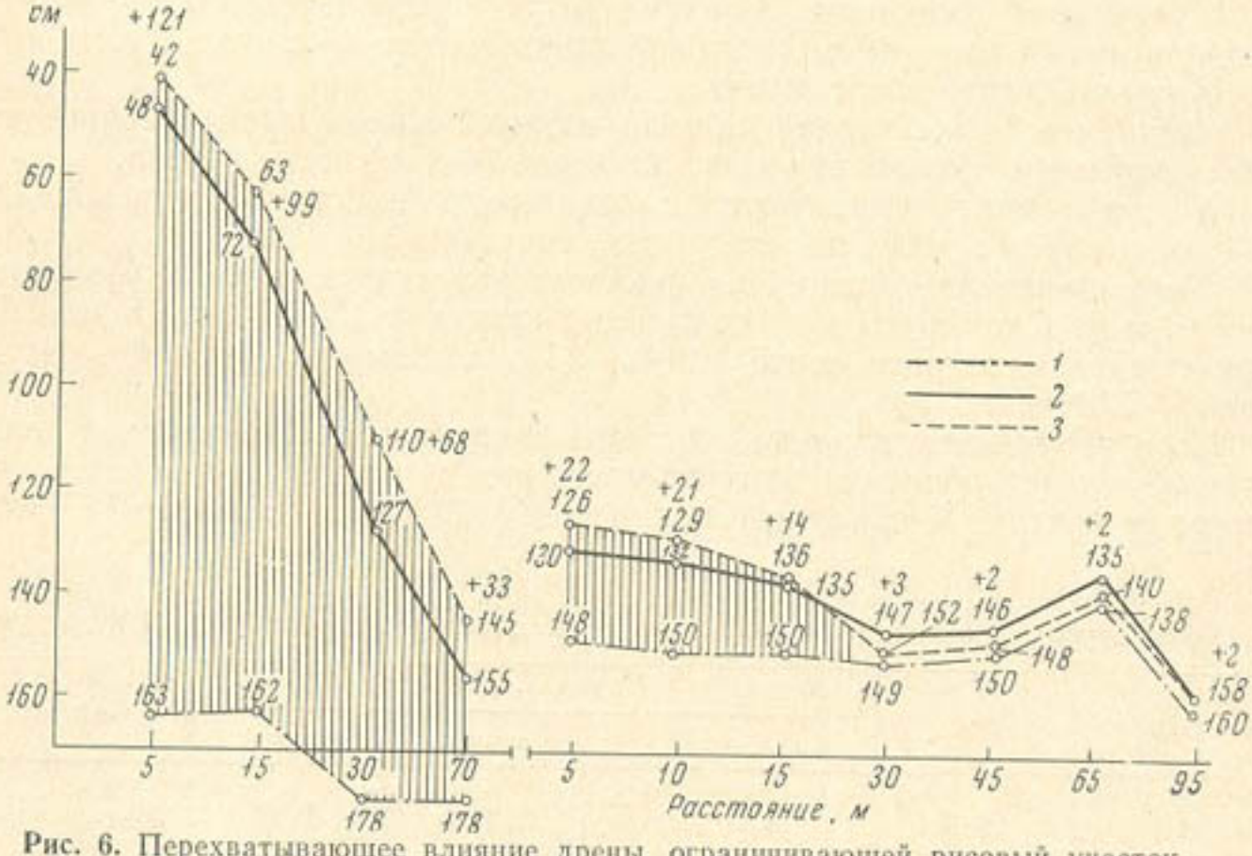


Рис. 6. Перехватывающее влияние дрены, ограничивающей рисовый участок (Золотая Орда)

1 — до пуска воды; *2* — после пуска воды; *3* — через месяц после пуска воды (последний день замера)

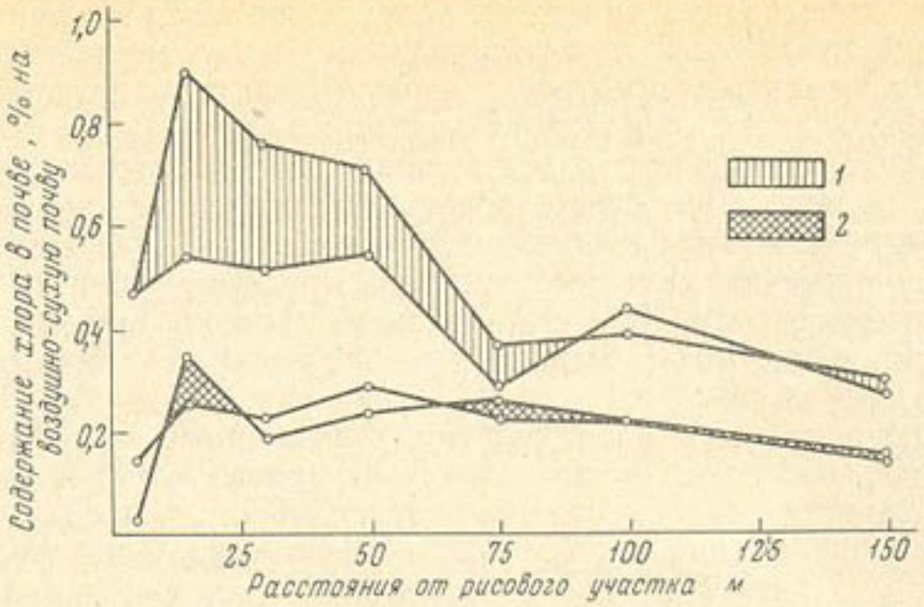


Рис. 7. Влияние орошения риса на динамику солевого состава почв прилегающих площадей в бездренажных условиях (Золотая Орда)

1 — прирост солей по хлору в горизонтах 0—100 *см*; *2* — то же, в горизонтах 100—200 *см*

вом бывшем рисовом участке был 22,8% при общем урожае 18,8 *ц/га*, на третьем — 31,5% при общем урожае 22,0 *ц/га* и на четвертом — 28,7% при общем урожае 25 *ц/га*, тогда как на старопахотных землях в то же время процент курачного сбора не превышал 5—10 при более высоких урожаях (табл. 8).

На пятом рисовом участке испытывались следующие варианты:

непрерывная подача воды на рисовое поле с перепусканием ее с делянки на делянку;

непрерывная подача «свежей» воды на каждую рисовую делянку в отдельности;

прерывистое орошение (10 дней вода подается и 10 дней нет); в первый период ночью вода не подавалась; прерывистое орошение началось через 30 дней после посева;

прерывистое орошение по схеме 10 дней вода подается и 5 — нет; в ночное время вода не подавалась; прерывистое орошение также началось через 30 дней после посева;

орошение свежей водой каждой делянки с перерывом в ночное время; прерывистое орошение началось через 30 дней после посева.

Рисовые поля перед посевом тщательно планировались. Средний объем земляных работ на планировку составил 250 *м³/га*.

Первоначальное затопление рисовых участков начато 16 и закончено 18 мая. Слой воды на них поддерживался в 15—18 *см*. 18 мая был произведен сев риса сорта «0141—35» во взмученную воду. Норма сева — 120 *кг/га*.

Для укрупнения корневой системы риса на всех вариантах и делянках 28 июня произвели взмучивание воды с последующим прекращением ее подачи. Удобрения в количестве 100 *кг/га* азота и 100 *кг/га*

Таблица 8

Урожаи риса, полученные при освоении сильнозасоленных участков этой культуры

Номер участка	Год	Урожай, *ц/га*			Сорт риса
		наименьший	наибольший	средний	
1	1935	3,0	6,83	4,89	Американшалы
2	1936	11,25	12,38	11,81	
3	1936	10,00	15,85	12,92	Арпашалы
4	1937	18,93	37,86	25,33	

Таблица 9

Урожай риса в различных условиях

Вариант опыта	Урожай, *ц/га*	Оросительная норма нетто, *м³/га*
Непрерывная подача воды с перепусканием ее с делянки на делянку	14,5	38 970
Непрерывная подача свежей воды из ок-арыка на каждую делянку	23,7	44 760
Прерывистое орошение: 10 дней вода подается и 10 дней — нет. В ночное время подача воды прекращается	29,6	29 430
Прерывистое орошение: 10 дней вода подается и 5 дней перерыв. В ночное время подача воды прекращается	42,2	22 540
Орошение свежей водой каждой делянки. В ночное время подача воды прекращается	31,6	51 180
Крупные поливные делянки, на которых был плохой обмен поступающей воды. В ночное время вода не подается	11,7	36 690

фосфора были внесены 30 июня и 19 июля вразброс на затопленные водой рисовые делянки. После этого вода на рисовые делянки не подавалась и не сбрасывалась на протяжении четырех дней. 28 июля было отмечено начало колошения, а 27 августа — начало созревания отдельных колосьев. Подача воды на рисовые делянки была полностью прекращена 6 октября, и урожай собран 15 октября. Данные об урожае по вариантам приведены в табл. 9.

Таким образом, прерывистый способ орошения риса на засоленных землях дает лучшие результаты по урожаю при наименьших затратах оросительной воды.

В результате орошения крупных поливных делянок, на которых неравномерно и слабо происходит обмен свежей воды, получают сниженные урожаи (117 *ц/га*), тогда как с того же варианта, но с хорошим водообменом снят урожай 31,6 *ц/га*. Средний урожай риса по всему опытному участку составил 26,7 *ц/га*. Урожай на отдельных поливных делянках колебался от 6,5 до 42,5 *ц/га*.

С удалением от оросителя урожай риса снижается. Например, на одних и тех же вариантах в 30-метровой полосе, прилегающей к оросителю, был получен урожай 39,6 *ц/га*, а на полосе, находящейся в 30—60 *м* от оросителя — только 16,8 *ц/га*. На одной и той же делянке, в 30-метровой полосе, примыкающей к оросителю, получен урожай 46,8 *ц/га*, а в полосе 30—60 *м* — 26,10 *ц/га*.

Эти факты показывают, что для получения высоких урожаев риса на сильнозасоленных землях большое значение имеет приток свежей, пресной, содержащей достаточное количество растворенного воздуха воды, а возможно, и сернокислых соединений Ca и Mg (что надлежит проверить в дальнейшем), которые препятствуют вспышке солонцеватости почв.

Динамика минерализации почв

Наблюдение за динамикой солей в почве как на самом рисовом участке, так и на прилегающей к нему территории вели по створам и отдельным скважинам, расположенным на каждой делянке.

Образцы почв для анализа брали по горизонтам через 20 *см* до грунтовых вод: до орошения — 11 мая и после орошения и уборки риса — 14 ноября. Определяли плотный остаток, хлор, SO_4^{2-}, общую щелочность.

Под воздействием поливной воды, подаваемой на рисовники, произошло равномерное и достаточное опреснение почв на всю двухметро-

вую, прослеженную глубину, за исключением варианта с 10-дневной подачей воды и пятидневным перерывом, где во втором метре осталось 0,054% хлора. Достаточное для земледелия опреснение почв было получено при затратах относительно малых количеств воды при прерывистых поливах риса.

Наибольшая эффективность по выщелачиванию солей из почвы была получена именно при прерывистых поливах риса (табл. 10).

Например, для выщелачивания 0,001% плотного остатка из слоя 0—100 *см* при непрерывном орошении потребовалось затратить от 24 до 31 *м³/га* воды, тогда как при прерывистом затоплении — всего лишь от 14 до 21 *м³/га*. По хлору соответственно количество воды колебалось от 79 до 98 *м³/га*, а при прерывистом орошении — от 37 до 52 *м³/га*.

Лучший вымыв солей при прерывистом орошении можно объяснить следующими причинами. Во-первых, во время перерыва в орошении соли с поверхности почвенных частиц в результате реакций катионного обмена переходят в почвенный раствор и при последующих подачах вымываются вниз без излишних затрат воды. В данном случае наилучшая эффективность получилась от перерыва между подачами воды в 5 дней.

Перерыв в 10 дней оказался слишком большим, так как вымытые соли в какой-то степени начинали вновь реставрироваться вследствие усиленного испарения и транспирации.

Во-вторых, при прерывистом орошении за период прекращения подачи воды грунтовые воды опускаются на некоторую глубину и тем самым обеспечивают лучшие условия вмыва растворенных и вышедших в почвенный раствор солей.

Меньшая эффективность выноса солей из второго метра грунтов также может быть объяснима меньшим количеством промывной транспортирующей воды, проходящей через этот слой. Выщелачиваемые соли из первого метра вначале выносятся во второй и обогащают его и только в дальнейшем начинают промываться. Наконец, для второго метра по сравнению с первым создаются худшие гидрогеологические условия, препятствующие выщелачиванию солей.

Даже и после культуры риса поля оказались недопромытыми. Это явление, как правило, приурочивается к наиболее уплотненным почвам, отличающимся плохими фильтрационными свойствами. Плохая фильтрация обусловливается, главным образом, механическим составом почв или близкозалегающим к поверхности земли мощным гипсовым слоем. Возможно, что недопромытость возникала из-за вспышки солонцеватости в отдельных частях поля, при которой нарушались водно-физические свойства почвы.

Опытами, проведенными на Чарджоуском опытном поле СоюзНИХИ, установлено, что орошение нормой 37 400 *м³/га* рисового участка в той или иной степени опресняло грунты и грунтовые воды на глубину до 10 *м* (табл. 11).

Содержание солей, выраженное сухим остатком на глубине 8,0—10,4 *м*, практически не изменилось, тогда как содержание хлора в том же слое увеличилось почти в 2 раза. Это свидетельствует о том, что соли из верхних горизонтов были вмыты в более глубокие.

Верхние слои грунтовых вод опреснились почти в 3 раза, тогда как на глубине 10 *м* произошло незначительное опреснение.

Причина гибели риса. Из литературных источников известно, что рис сорта «Голубая роза» выдерживает содержание в оросительной воде плотного остатка от 0,85 до 3,40 *г/л* и дает при этом урожай 20 *ц/га*. Существует мнение, что орошение риса водой, содержащей более 5,95 *г/л* всех солей, начинает снижать урожай.

Опытами установлено, что при содержании в воде 24,7 *г/л* всех солей семена риса не прорастали в течение месяца. При доведении кон-

Таблица 10

Эффективность вымыва солей (в *г/л*) из почвы при различных способах полива риса

Вариант опыта	Оросительная норма, *м³/га*	В слое 0—100 *см*								В слое 100—200 *см*							
		плотный остаток				Cl⁻				плотный остаток				Cl⁻			
		до промывки	после промывки	вымыто	затрачено воды на вымыв 0,001% *м³/га*	до промывки	после промывки	вымыто	затрачено воды на вымыв 0,001% *м³/га*	до промывки	после промывки	вымыто	затрачено воды на вымыв 0,001% *м³/га*	до промывки	после промывки	вымыто	затрачено воды на вымыв 0,001% *м³/га*
Непрерывное орошение с перепусканием воды с делянки на делянку	33 970	2 751	1,157	1,593	24	0,511	0,115	0,496	79	1,660	0 678	0 932	40	0,378	0,009	0,369	106
Непрерывная подача свежей воды на каждую делянку	44 760	2,634	1,180	1,454	31	0,470	0,013	0,457	93	1,563	0,622	0,946	47	0,233	0,012	0,221	203
Прерывистое орошение: 10 дней вода подается, 10 дней — нет. В ночное время подача воды прекращалась	29 430	2,947	1,542	1,405	21	0,590	0,020	0,570	52	2,069	1 547	0,522	56	0 303	0 016	0,287	102
Прерывистое орошение: 10 дней вода подается, 5 дней — нет. В ночное время подача воды прекращалась	22 540	3,030	1 373	1,657	14	0,637	0,025	0,612	37	1 795	1,061	0,731	31	0,320	0,054	0,266	85
Орошение свежей воды каждой делянки. В ночное время подача воды прекращалась	51 180	3,190	1,169	2 021	25	0,717	0,013	0,704	73	1,786	0,747	1,039	49	0 418	0 015	0,403	127

Таблица 11

Динамика минерализации грунтов и грунтовой воды до и после посева риса

Глубина взятия проб, м	В грунтах, %				В грунтовой воде, г/л			
	плотный остаток		Cl⁻		плотный остаток		Cl⁻	
	до промывки	после промывки	до промывки	после промывки	до промывки	после промывки	до промывки	после промывки
0—0,1	5,502	0,125	1,491	0,032	—	—	—	—
0,8—1,0	0,350	0,107	0,061	0,024	—	—	—	—
2,0	0,162	0,105	0,046	0,021		—	—	—
2,7—3,7	0,150	0,102	0,035	0,021	11,090	4,065	2,401	0,359
3,7—4,7	0,127	0,100	0,024	0,021	10,830	4,275	2,403	0,359
5,0—5,3	0,127	0,100	0,024	0 021	8,525	4,850	1,890	0,359
6,3—6,4	0,125	0,102	0,024	0,023	9,000	4,860	1,770	0,634
6,4—7,7	0,125	0,100	0,024	0,021	9,000	4,875	1,730	0,787
8,0—9,6	0,100	0,100	0,017	0,024	9,250	7,022	1,810	1,378
9,7—10,4	0,100	0,100	0,017	0,036	9,380	7,500	1,810	1,575

центрации оросительной воды до 10 *г/л* плотного остатка (хлора от 2 до 2,5 *г/л*), рис начал прорастать.

Отношение риса к количеству солей в почвенном растворе в период прорастания представлено в табл. 12.

На некоторых делянках рис погиб от избытка солей в почве (табл. 13).

После прекращения подачи воды на этих делянках образовались богатые выцветы солей.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что рис может произрастать лучше многих других растений при орошении водой, содержащей значительное количество солей, а семена его прорастают при концентрации раствора 15 *г/л* плотного остатка.

Причины гибели риса — не только в повышенном количестве солей, но и в других явлениях, происходящих в почве. Многие данные показывают, что минерализация почв на делянках с погибшим рисом мало чем отличалась от минерализации почв, на которых рис нормально вегетировал и дал хороший урожай.

Сравнивая варианты с 10-дневным орошением и таким же перерывом и 10-дневным орошением и пятидневным перерывом, видим, что они по содержанию солей аналогичны. В варианте с непрерывной подачей воды солей было значительно больше, чем в варианте с 10-дневным орошением и таким же перерывом. Между тем здесь рис погиб, а в двух других вариантах развивался нормально.

Причиной гибели риса была вспышка щелочности и все сопутствующие ей процессы, протекающие в почве.

По истечении 16 дней с момента пуска воды на рисовые поля в сбросной воде стало наблюдаться увеличение щелочности. Например, в сбросной воде, учитываемой водосливом 3, общая щелочность к

Таблица 12

Влияние соленой воды на прорастание семян и всходы риса

Показатель	Дата	Содержание солей, г/л			
		плотный остаток	Cl⁻	SO_4^{2-}	HCO_3^-
Семена не проросли	25.V	22,524	7,225	5,320	0,732
Семена проросли	10.VI	15,232	4,273	4,020	0,537
Всходы погибли	7.VII	—	3,380	—	0,475

Таблица 13

Содержание солей, вызвавшее гибель риса в ноябре, (в % на воздушно-сухую почву)

Номер делянки	Слой почвы, *см*	Плотный остаток	Cl^-	SO_4^{2-}
3	0—20	2,088	0,223	0,936
	0—100	1,796	0,108	0,803
6	0—20	2,812	0,439	1,040
	0—100	2,665	0,511	0,950

5 июня возросла с 0,122 до 0,176 *г/л*, а в учитываемой водосливом 2— с 0,11 до 0,198 *г/л*. В среднем в сборной воде общая щелочность увеличилась в 1,8 раза.

В пробе сбросной воды, взятой 9 июня, щелочность резко снизилась и была всего лишь в 1,3 раза больше по сравнению с 24 мая. И дальше, до конца затопления риса общая щелочность в сбросной воде мало чем отличалась от исходной.

В данном примере производственная практика подтверждает классический опыт академика Гедройца по образованию соды в почве. Процесс солонцеватости в почве возникает:

а) при отсутствии или малой концентрации воднорастворимых солей, особенно $CaSO_4$;

б) при воздействии на почву воды, в которой находится свободная (растворенная) угольная кислота (CO_2);

в) при воздействии на почву нейтральной соли NaCl или Na_2SO_4.

Все три положения образования солонцеватости в наших условиях могли иметь место. Максимум щелочности при этом должен совпадать с тем моментом, когда содержание сернокислого кальция в почве резко снижается под воздействием промывок. В нашем случае к 5 июня содержание иона SO_4^{2-} и Cl^- в сбросной воде, а следовательно, и в почве резко снизилось. Поэтому создались благоприятные условия для увеличения щелочности.

Процесс солонцеватости не мог развиваться дальше, так как устанавливалось некоторое относительное равновесие между солями, находящимися в почвенном растворе. Высокое содержание кальция тормозило переход натрия в поглощающий комплекс и тем самым приостанавливало процессы солонцеватости.

Значительное количество кальция и SO_4^{2-} выпадает из оросительной воды, подаваемой на рисовое поле, что восстанавливает реакцию взаимного обмена между катионами Ca^{2+} и Na^+ и анионами CO_3^{2-} и SO_4^{2-}, вследствие чего избытки щелочности в сбросной воде исчезают.

Повышение щелочности в сбросной воде сопровождалось образованием свободной соды (вводимый в сбросную воду фенолфтолеин давал характерное окрашивание), которая пагубно действовала на молодые растения.

Полное отмирание растений наблюдалось на 10-й день (12 июня) с момента образования повышенной щелочности. Образование свободной соды резко меняло водно-физические свойства почвы. В первую очередь сильно увеличивалась дисперсность почвы, что делало ее маловодопроницаемой.

Отдельные пятна рисового поля имели хлоридный или сульфатно-хлоридный тип засоления. На этих пятнах при вымыве солей произошла вспышка солонцеватости с образованием свободной соды. Остальная часть поля имела преимущественно хлоридно-сульфатное засоление с преобладанием в составе солей Ca^{2+}, что и предохраняло почву от солонцеватых процессов.

Как уже отмечалось, процессы солонцеватости почв обусловливали их низкую водопроницаемость, вследствие которой содержание солей в почве под пятном до конца пребывания риса оставалось высоким.

Однако не везде и не всегда отсутствием водопроницаемости или вспышкой солонцеватости можно объяснить гибель риса. На некоторых участках Шурузякской впадины на глубине 30—80 *см* залегает мощный (до 25 *см*) гипсированный и маловодопроницаемый слой, который также препятствует фильтрации, а следовательно, и вмыву солей в глубокие горизонты. По нашим наблюдениям, даже двухлетнее пребывание риса на одном и том же месте не могло разрушить этот гипсированный горизонт и улучшить водно-физические и химические свойства почвы. Только механическое разрушение гипсового горизонта ускорило процесс растворения и выщелачивания солей, залегавших выше его, и облегчило мелиорацию почвы.

По наблюдениям за сроками гибели риса на засоленных землях Голодной степи в течение трех лет можно было установить, что вне зависимости от сроков сева гибель риса наступает примерно в одно и то же время (табл. 14). Отклонения между годами составляли всего лишь 1 день.

Таблица 14

Даты сева и начала гибели риса от вспышки щелочности на рисовых полях

Год	Посев	Начало гибели риса	Число дней от посева до гибели риса
1936	15 июня	11 июля	26
1937	15 июня	10 июля	25
1938	18 мая	12 июня	26

Мероприятия, направленные на предотвращение солонцеватых процессов, должны применяться раньше этого срока.

К таким мероприятиям в Голодной степи относится повышенный водообмен, а на Федченковской опытной станции в Ферганской долине — полный сброс воды. Как первое, так и второе мероприятие дало положительный эффект.

Необходимо отметить, что от щелочности в первую очередь погибали стебли риса, а корни сохраняли свою жизнедеятельность, и после прекращения подачи воды или усиленной водоподачи процессы солонцеватости исчезали, от корней отрастали новые побеги, которые давали урожай 28—33 *ц/га*.

Опыты по изучению прерывистых поливов риса

Опыты, проведенные по изучению прерывистых поливов риса в разное время и в различных точках Средней Азии, показывают, что во всех случаях такие поливы снизили период затопления от 50 до 66,6% и оросительную норму от 29 до 75% в зависимости от принимаемой схемы орошения, увеличив урожай риса на 1—24%. Наибольшее снижение оросительной нормы возможно на землях с близким залеганием пресных грунтовых вод (Зеравшан). В среднем его можно принять равным 30—40%.

Во время опытов, проведенных в колхозах, с момента кущения риса период затопления был уменьшен на 25—42 дня. Прерывистые поливы риса применялись и в производственных условиях. Например, в Хорезме при чигирном орошении на рисовых полях никогда не поддерживалось постоянное затопление, а их поливали через 2—4 дня. За период

Таблица 15

Зависимость урожая риса (в *ц/га*) от полного прекращения подачи воды в различные периоды

Фаза	1930	1931	1932	1933	Средний
Кущения	—	23,44	—	—	(23,44)
Колошения	21,85	30,26	35,1	—	29,07
Молочной спелости	24,37	36,16	32,18	43,66	32,59
Между молочной и восковой спелостью	—	—	33,16	—	(33,16)
Восковой спелости	24,55	36,48	34,43	45,58	35,01
Полной спелости	25,09	—	35,38	43,77	33,75

вегетации рису давали до 40 поливов. По нашим наблюдениям, проведенным в 1930 г., в районе г. Ханка на землях, подверженных засолению, при таком способе полива был получен средний урожай 33,4 *ц/га*. Максимальный урожай с меньших земельных участков составил 53,3 *ц/га*. Прерывистые поливы риса проводятся также по рекам Чирчик и Ангрен и в Голодной степи и, судя по литературным данным, в Ростовской области и Дагестанской АССР.

О возможности полного сброса воды с рисовых полей говорит опыт Дальневосточной рисовой опытной станции, данные который приведены в табл. 15. Они показывают, что при недостатке воды в оросительной системе прекращение затопления рисовых полей можно производить в период молочной спелости.

Эти данные подтверждаются опытами Ак-Кавакской станции, проведенными на землях с глубоким залеганием грунтовых вод, когда при постоянном токе был получен урожай 27,3 *ц/га*, а со сбросом воды в период молочной спелости — 28,8 *ц/га*.

Интересны результаты изучения Никольско-Уссурийского опытного рисового поля, урожай риса, на котором при полном прекращении подачи воды в период колошения составил 32,89 *ц/га*, молочной спелости — 34,91, через 5 дней после молочной спелости — 37,29, в период восковой спелости — 37,91, и за декаду до уборки — 37,04 *ц/га*.

В Калифорнии сброс воды с рисовых полей повсюду производится в момент наступления полной молочной спелости.

Все это свидетельствует о том, что и в условиях ирригационных систем снегового или смешанного типов питания полное прекращение подачи воды на рисовые поля без ущерба для урожая может производиться в период наступления полной молочной спелости. Сбрасываемая вода, особенно с больших площадей рисовников, может до некоторой

Таблица 16

Влияние проточности воды на урожай риса

Вариант опыта	Первый год проведения опыта		Второй год проведения опыта		Сброс воды, %	
	оросительная норма, *м³/га*	урожай, *ц/га*	оросительная норма, *м³/га*	урожай, *ц/га*	в первый год	во второй год
Без проточности	8 840	36,11	10 260	35,70	0	0
С проточностью	30 400	30,90	26 400	37,00	34,4	25,6
С повышенной проточностью	50 400	30,84	35 900	35,77	57,0	34,9

степени улучшить условия водообеспеченности других высеваемых культур.

Чтобы ответить на вопрос, нужна ли проточность воды рисовым полям, воспользуемся исследованиями Дальневосточной рисовой опытной станции (табл. 16).

Проточность в первый год проведения опыта дала снижение урожая. Проточность около 25,6% общей оросительной нормы дала незначительную прибавку, повышение ее до 34,9% привело к снижению урожая по сравнению с пониженной проточностью и не дало никакой прибавки по сравнению с вариантом без проточности.

В наших среднеазиатских условиях, за исключением Хорезма, влияние проточности на урожай риса не изучалось. Надо полагать, что оно всецело будет зависеть от температуры воды на рисовых участках, которая должна быть в пределах 25—30°.

Мелиоративное значение посевов риса на реках снегового и смешанного типов питания с незарегулированным стоком

До последнего времени культура риса рассматривалась как конкурент в водопотреблении культурам хлопково-люцерново-кукурузного севооборота. Обычно считали, что вместо 1 *га* риса можно оросить 4 *га* других культур (хлопчатник, люцерну и т. п.) вне зависимости от места, времени и режима источника орошения. История орошаемого земледелия, проведенные автором исследования и расчеты на примере р. Ангрен показывают, что это далеко не так.

На реках снегового (Ангрен, Кашкадарья, Падшаата, Гавасай, Тупаланг, Сурхан и др.) и смешанного (Чирчик, Зеравшан, Карадарья и др.) типа питания, сток воды которых не был зарегулирован водохранилищами, рисовые посевы не только не являются конкурентами водопотребления хлопчатнику и другим сельскохозяйственным культурам, но и в зависимости от местоположения и гидрогеологических условий территории улучшают водообеспеченность оросительных систем за счет сбросных и возвратных вод с рисовых полей. Этим, очевидно, и объяснялось наличие значительных площадей орошаемых земель при массовых посевах риса. Например, на системе р. Чирчик площадь рисовых посевов была равна 57 000 *га*, на Ангрене — около 20 000 *га*, на Зеравшане — более 50 000 *га*, на Кашкадарье в 1925 г. рисовых посевов было около 8000 *га*.

Территории, орошаемые Карадарьей, Сурхандарьей и другими реками, можно было в значительной их части отнести к районам сплошного рисосеяния.

Как показывает практика, посевы риса, оставаясь бессменно на одном и том же месте, могут давать высокие и устойчивые урожаи при применении соответствующей агротехники. При такой системе на протяжении тысячелетий рис сеялся в долинах рек Чирчик, Ангрен, Зеравшан, Сурхандарья и др. При введении севооборота на рисовых полях неизбежно встает вопрос о необходимости устройства дренажа, так как суходольные культуры, вводимые в севооборот с рисовыми полями, гибнут от близости грунтовых вод или дают снижение урожая. Устройство дренажа на севооборотных полях кроме больших первоначальных затрат на его постройку вызовет повышенный отток грунтовых вод с полей, а следовательно, поведет к увеличению затрат оросительной воды на орошение как самого риса, так и высеваемых вместе с ним севооборотных культур, что крайне невыгодно по условиям водообеспеченности. Второй путь при устройстве дренажа: на рисовых севооборотных площадях можно рекомендовать устройство перегораживающих сооружений на коллекторах и дренах. После прекращения паводков

пресные грунтовые воды подпираются и сброс их прекращается или доводится до требуемого минимума.

Для уменьшения объема земляных работ, связанных с постройкой дренажа и коллекторов, рекомендуем участки, где возделывание культуры риса в системе севооборота по гидрогеологическим условиям будет невозможным без устройства дренажа, отводить под бессменную культуру риса, устраивая на них лишь мелкую водоотводящую сеть.

Борьба с сорняками и повышение плодородия таких участков проводится с применением комплекса специальных мероприятий. К основным элементам комплекса можно отнести обязательное производство ранней и глубокой зяблевой пахоты на рисовых участках в целях лучшего проветривания их и борьбы с сорняками, внесение навоза и минеральных удобрений.

Посевы риса в районах с почвами, подверженными засолению, коренным образом нарушают водный баланс огромных территорий, ведут к резкому подъему уровня грунтовых вод и засолению орошаемых земель, прилегающих к рисовникам, что срывает выполнение правительственных заданий по дальнейшему подъему урожайности хлопковых полей, коренной мелиорации орошаемых земель, ликвидации засоления и заболачивания почв.

В условиях Голодной степи на выращивание риса затрачивается около 40 тыс. *м*³/*га* оросительной воды нетто, что при посевах на больших площадях ведет к необходимости увеличения пропускной способности оросительной и коллекторно-дренажной сети. Почвы и грунтовые воды полей, занятых рисом, достаточно хорошо опресняются, но примыкающие к рисовникам поля сильно засоляются.

Посевы риса вызывают оплывание откосов коллекторов и дрен, усиленное зарастание и заиление их, что требует больших дополнительных государственных затрат на ремонтно-восстановительные работы. Затраты эти не окупаются получаемым урожаем. Посевы риса при правильном их размещении на реках снегового и смешанного типа питания с незарегулированным стоком могут улучшить водообеспеченность ирригационных систем.

Недоучет гидрогеологических, гидрологических и хозяйственных особенностей отдельных оазисов привел к механическому и повсеместному вытеснению рисовых посевов, что во многих случаях не улучшило, а наоборот, ухудшило их водообеспеченность, резко снизив расходы внутрисистемных родников в самые маловодные периоды.

Сопоставляя орошаемые площади и потребление воды по системе р. Ангрен за 1919 и 1942 гг., можно видеть, что в 1919 г. общая орошаемая площадь здесь была равна 44 925 *га*, из них под культурой риса находилось 16 450 *га* (36,6%), а в 1942 г. соответственно 46 582 и 1335 *га* (2,9%), т. е. площадь рисовников за этот период уменьшилась на 15 115 *га*. Казалось бы, по существующим расчетам (1 *га* риса=4 *га* хлопчатника) дополнительные приросты орошаемых площадей должны были составить по крайней мере 60 000 *га*. Однако этого в действительности не наблюдается. Общая орошаемая площадь, питаемая р. Ангрен, осталась стабильной.

Для нормального обеспечения посевной площади водой и для получения некоторых приростов этой площади потребовалось устройство двух каналов: Ташкентского и канала им. Моргуненкова, подающих воду в Ангренскую систему из р. Чирчик. Средний суммарный расход за вегетационный период по этим каналам в 1941 г. был равен 21,4 *м*³/*сек*, а в 1942 г.— 31,7 *м*³/*сек*.

На р. Сурхандарья, где после вытеснения риса и осушения Денау-Юрчинских болот, являвшихся своего рода водохранилищем, для улучшения водообеспеченности и получения некоторых приростов посевных площадей также потребовалось устройство подпитывающего канала

Дюшамбинка-Каратаг и ряда водохранилищ (Уч-Кызылское, Южно-Сурханское).

При правильном же размещении культур и более рациональном использовании водных ресурсов эти вновь построенные каналы могли служить дополнительными источниками для дальнейшего расширения орошаемых площадей.

На системе р. Чирчик ввиду сильного сокращения рисовых посевов не стало хватать воды для нормального водообеспечения культур в августе и сентябре. Устройство глубоких коллекторов и дрен усугубило нехватку воды в этот период.

Объясняется это следующим образом. При отсутствии рисовых посевов паводковые воды снеговых и смешанных оросительных систем используются далеко не полностью. Они быстро и с малыми потерями на фильтрацию проходят за пределы орошаемых оазисов и сбрасываются в основные водоприемники: сначала в крупные реки (Сырдарья, Амударья), а затем (неиспользованными) в Аральское море.

При правильном же сочетании культур, т. е. при достаточном развитии посевов ранних культур и особенно риса, незарегулированные паводковые воды на этих реках почти нацело могут быть использованы на орошение. При этом часть воды, поступающей на поля, используется растением, а большая часть просачивается вглубь и в дальнейшем пополняет расходы внутрисистемных родников.

На основании исследований СоюзНИХИ установлено, что при орошении риса только 7,5—10,0 тыс. *м³/га* идет на испарение с водной поверхности и транспирацию растением, а вся остальная вода фильтруется в грунт.

Потеря воды на испарение и транспирацию является параметром более или менее постоянным. Объем же фильтрационной воды представляет величину переменную и зависит от природных условий, главным образом от водно-физических свойств почв и грунтов:

Оросительная норма риса, *м³/га* нетто	Объем фильтрационной воды, *м³/га*	Оросительная норма риса, *м³/га* нетто	Объем фильтрационной воды, *м³/га*
10 000	2 500	30 000	20 000—22 500
20 000	10 000—12 500	40 000	30 000—32 500

В районах с необеспеченным оттоком грунтовых вод и повышенной минерализацией их, а также с засоленными почвами (Голодная степь и др.) фильтрационные воды с рисовых полей вызывают резкий подъем уровня грунтовых вод и усиление засоления земель, но в то же время способствуют опреснению грунтовых вод. В районах с обеспеченным оттоком грунтовых вод (Чирчик-Ангренская долина, верхние части рек Зеравшан и Кашкадарья, Сурхандарья и др.) фильтрационные воды создают своего рода подземные и надземные водохранилища и тем самым замедляют период прохождения паводков. Надземными водохранилищами в данном случае являются рисовые поля, заполненные водой, а подземными — толщи галечника, залегающие под орошаемыми массивами. *И чем полнее будут использоваться паводковые воды, тем больше будут накапливаться воды в этих своеобразных водохранилищах и тем больше будет дебит внутрисистемных родников.*

Сбросные воды с рисовых полей в осенний период могут быть с успехом использованы на вегетационные поливы других культур, предпахотные поливы под зябь, запасные и промывные поливы.

К числу мероприятий, увеличивающих богатства Советской страны и народа, будет относиться полное, рациональное и бережное использование всех имеющихся излишков свободного стока ирригационных систем на дальнейшее развитие посевов сельскохозяйственных культур на ныне пустующих землях.

В современных условиях паводковые воды большинства рек, особенно снегового и смешанного типа питания, используются далеко не полностью. Орошение ими дополнительных площадей не только даст добавочную продукцию земледелия, но и улучшит водообеспеченность.

К необходимым требованиям при размещении посева риса на системах снегового и смешанного типа питания с незарегулированным стоком нужно отнести следующее:

рисовые посевы должны располагаться в верхних частях ирригационных систем, на землях с близким залеганием грунтовых вод, чтобы сбросные и возвратные воды с рисовых полей могли быть использованы для орошения лежащих ниже участков;

сроки сева риса и высеваемые сорта нужно строго увязывать с расходом источника, т. е. к затоплению рисовых полей приступать с начала прохождения паводков, а вегетационный период риса увязывать с прохождением наземного и подземного паводков;

в период прохождения паводков реки орошение риса необходимо производить постоянным током, а поливы всех остальных культур — повышенными нормами; после прекращения паводков рисовые посевы следует переводить на прерывистые способы орошения, поддерживая путем регулирования сброса температуру воды на рисовых полях 30—35°, что, помимо экономии воды от введения прерывистых поливов, позволит ускорить период созревания риса;

полный сброс воды с рисовых полей в ирригационную сеть нужно производить с начала наступления восковой спелости;

для удобства маневрирования водой рисовые посевы необходимо сосредоточить на крупных массивах, желательно на отдельных каналах;

коллекторно-дренажная сеть в период маловодья и глубокого залегания (ниже 1 *м*) пресных грунтовых вод должна перекрываться.

Литература

Абшалумов И. О. Сроки, способы и нормы высева водотребовательных сортов риса при периодическом орошении.— Труды Дагестанск. с.-х. ин-та, т. IX, 1956.

Гаричкин А. Опыт получения высоких урожаев риса на целинных засоленных землях Мугани.— Земледелие, 1954, № 11.

Джулай А. П. и Крочко П. Я. Опытно-производственный посев риса с периодическим орошением. Краткие итоги научно-исследовательских работ за 1953—1954 гг. Краснодар, изд-во «Сов. Кубань», 1955.

Есипов М. С. О посевах риса на засоленных землях.— Сов. агрономия, 1947, № 12.

Каломов Г. Рис при периодическом орошении в Гиссарской долине Таджикистана.— Соц. сельское хоз. Таджикистана, 1958, № 4.

Когай М. И. Некоторые вопросы агротехники суходольного риса.— Труды Отдела риса и других орошаемых зерновых культур, вып. 1. Ташкент, 1961.

Крюгер Т. П. Рис как мелиорирующая культура на засоленных землях Ферганы.— Сб. работ аспирантов АН УзССР, Отд. биол. наук, вып. 1. Ташкент, 1958.

Крюгер Т. П. К вопросу о реставрации засоления почв после промывок при посевах риса.— Докл. АН Уз.ССР, 1960, № 3.

Крюгер Т. П. Промывка засоленных земель Центральной Ферганы через посевы риса.— Сельское хоз. Узбекистана, 1961, № 5.

Легостаев В. М. К вопросу о рисосеянии в районах Голодной степи.— Хлопководство, 1959, № 12.

Русиев И. Ф., Кречко П. Я., Жуковский К. А. Опыт выращивания риса с периодическими поливами без создания слоя воды.— Гидротехника и мелиорация, 1954, № 4.

Трофимов И. И. Проблема увеличения производства риса на орошаемых землях в гидрогеологическом освещении.— Гидротехника и мелиорация, 1957, № 7.

Умаров М. У., Крюгер Т. П. Изменение физических свойств засоленных почв, промываемых с помощью посевов риса.— Сельское хоз. Узбекистана, 1960, № 10.

Цайко П. М. О двух способах орошения риса.— Земледелие, 1955, № 5.

Щупаковский В. Ф. Приемы борьбы с сорняками при культуре риса с периодическим орошением. Краткие итоги научно-исследовательской работы ВРОС за 1956 г. Краснодар, изд-во «Сов. Кубань», 1956.

ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ И ДАЛЬНЕЙШЕГО ПОДЪЕМА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ЮГА И ЮГО-ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ СССР — ГЛАВНЕЙШЕГО РЕГИОНА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТОВАРНОГО ЗЕРНА

В области планирования сельскохозяйственного производства наибольшего внимания требуют две стороны проблемы: достижение такого положения, чтобы сельское хозяйство было менее зависимым от капризов погоды, и твердое прогнозирование ежегодной сельскохозяйственной продукции.

Рассмотрим это на примере важнейших в стране районов производства сельскохозяйственной продукции и в первую очередь — производства зерна. В числе таких районов на первом месте стоит, как известно, степная зона Европейской части СССР и юго-западного Казахстана, представленная на западе лесостепью, а на востоке — сухой степью. Эта зона занимает более 100 млн. *га*, охватывая больше половины лучших пахотных земель СССР.

Степные районы юга и юго-востока Европейской части СССР, являющиеся житницей нашей страны, значительно превосходят по своему потенциалу зерновые районы США и Канады, взятых вместе. Нельзя не вспомнить при этом высказывание академика Н. И. Вавилова о том, что крупнейший мировой массив пшеницы с высоким содержанием белка находится в СССР именно на юго-востоке Европейской части, в Казахстане и степной части Западной Сибири. Дополняя его, профессор П. М. Жуковский отмечал, что, попав некогда в Россию, популяции средиземноморских твердых пшениц подверглись изменениям и в результате отборов давно имеют мировую репутацию наилучших по качеству зерна.

Свойства степных почв юга и юго-востока Европейской части СССР, ресурсы солнечной радиации и режим развития растительной массы определяют высокие урожаи в этой зоне. А ныне, когда осуществляется широкий комплексс мероприятий по повышению плодородия почв, культуры земледелия, его интенсификации, производственный потенциал пшеничной зоны, несомненно, будет еще более возрастать. Однако в этих условиях необходимо глубокое познание природных различий и особенностей отдельных частей степной зоны.

В процессе неуклонного подъема культуры земледелия на юго-востоке и роста его интенсификации на базе растущей роли химизации сельского хозяйства, развития мелиорации и технического вооружения сельскохозяйственного производства большое значение приобретает научно обоснованное решение таких важных вопросов, как оптимальная структура посевных площадей и оптимальное сочетание богарного и орошаемого степного земледелия.

Дело в том, что зона степей и сухих степей Северного Кавказа, юга Украины, Молдавии, Поволжья и юго-западного Казахстана входит в районы средних широт, где общая сумма тепла, фотосинтетически активной солнечной радиации, естественных осадков за период со средней температурой выше 10° значительным образом отличаются от аналогичного ряда показателей климата зоны пустынь и полупустынь. Так, если по большинству равнинных районов Средней Азии, Южного Казахстана,

Закавказья ресурсы солнечной радиации за вегетационный период оцениваются величиной 5,6—6 млрд. *ккал*, то для районов типичной степи средних широт (для степных районов юга Украины и Северного Кавказа) величина этого показателя составляет примерно 4 млрд. *ккал*. Такое же расхождение отмечается между показателями общей суммы суточных температур теплого периода года, а именно: 5000° для зоны пустынь и 3000° для зоны степей.

Обеспеченность двух названных групп территорий по сумме естественных осадков обратно пропорциональна распределению ресурсов тепла. В то время как показатели влаго-теплового режима пустынь и полупустынь более или менее стабильны и не подвергаются из года в год резким колебаниям, эти же показатели влаго-теплового режима степей крайне изменчивы. Отсюда, как правило, оросительные нормы в зоне пустынь по годам почти стабильны, в зоне же степей оросительные нормы для сельскохозяйственных культур во влажные и наиболее сухие годы могут варьировать приблизительно как 1 : 3. Вот почему не будет, пожалуй, преувеличением сказать, что резко выраженная неустойчивость в естественном увлажнении территории является наиболее заметной особенностью режима влажности степной зоны. Не случайно, что типичная степь как соответствующий комплекс образующих ее природных черт занимает переходное положение между лесостепью и сухой степью, обладая природными особенностями, приближающими ее, с одной стороны, к лесостепи, с другой — к сухой степи и даже полупустыне.

Такое положение характерно тем, что на западе Европейской территории Союза степь под влажным влиянием Атлантики переходит в лесостепь. И наоборот, при движении на юго-восток по мере возрастания континентальности и засушливости климата, подверженного влиянию азиатских пустынь, степь переходит в сухую степь юго-востока Русской равнины и дальше — в пустынно-степную и пустынную зоны.

Для иллюстрации резкой неустойчивости режима естественного увлажнения степей весьма характерны метеорологические данные Северного Кавказа. Так, по данным метеостанции Ростова-на-Дону, за последние 20 лет сумма осадков с апреля по октябрь имела следующие отклонения от среднемноголетней суммы осадков за теплый период года:

12 раз в сторону уменьшения от средней многолетней на величину от 50 до 150 *мм*, иначе говоря, недобор по отношению к 308 *мм* средней многолетней сумме осадков составлял от 15 до 50%;

8 раз в сторону превышения средней многолетней на величину от 30 до 200 *мм*, т. е. превышение составляло от 10 до 65%.

Примерно такие же резкие колебания суммы осадков теплого периода года наблюдаются в Краснодарском и Ставропольском краях и в районах степной зоны Украины, Молдавии, Поволжья, юго-западного Казахстана. Что лежит в основе этих колебаний?

Как показывают новейшие исследования, распределение климатических условий на территории Европейской части СССР, представляющей обширную, слабо расчлененную равнину, зависит от таких основных климатообразующих факторов, как радиоционный баланс и атмосферная циркуляция. Рельеф же и другие дополнительные факторы не играют здесь существенной роли. Что касается прихода и расхода радиации, то они меняются мало и в значительной мере подчинены атмосферной циркуляции. По условиям циркуляции, включая в это понятие перенос, трансформацию воздушных масс и циклоническую деятельность на разделяющих их фронтах, Б. П. Алисов предлагает делить Европейскую часть СССР на три климатические области:

северную — Атлантико-Арктическую, южная граница которой проходит от Ладожского озера к верховьям Печоры;

среднюю — Атлантико-Континентальную, южная граница которой проходит от среднего течения Днестра к Средней Волге;

южную — Континентальную, представляющую основной район трансформации воздушных масс, притекающих на Европейскую части СССР в течение всего года. Зимой здесь происходит формирование континентального воздуха из атлантических и арктических воздушных масс, а летом — формирование континентального воздуха как переходного вида к тропическому типу.

Именно южная Континентальная климатическая область и будет служить в пределах Европейской части СССР основным плацдармом интенсивного развития ирригации на ближайшую перспективу.

Континентальный воздух по условиям атмосферной циркуляции является основной воздушной массой на большей территории Европейской части СССР южнее линии, идущей от среднего течения Днестра к Средней Волге.

Повторяемость континентального воздуха, выраженная в процентах от общей суммы всех воздушных масс, составляет здесь, по данным Б. П. Алисова, летом 60—70, а зимой 80%.

Даже небольшие смещения зон циклонической деятельности в отдельные годы могут сильно менять характер погоды в том или ином районе или полосе значительного протяжения, не сказываясь существенным образом на средней картине распределения давления за это время. А в целом по Европейской части СССР циклоническая деятельность играет весьма важную роль, в связи с чем и климат в этих районах отличается большой изменчивостью. Совершенно очевидно, что именно эти факторы, формирующие климат южных и юго-восточных областей, обусловливают резкую неустойчивость естественного увлажнения данной территории и приводят к серьезным нарушениям в сельскохозяйственном производстве важных зерновых районов страны.

При неустойчивом естественном увлажнении территории на величине урожая неизбежно сказывается влияние целого ряда факторов: осадков, тепла, света, влажности воздуха, ветра, различных почвенных и гидрогеологических условий и т. д. Вследствие этого в том или ином конкретном году действие каждого из названных факторов на формирование урожая и его величину выражается своеобразно и неодинаково. Для полноценного изучения их необходим скорейший переход от применяемых сегодня, эмпирически получаемых рекомендаций к более научному комплексному изучению проблем урожая с использованием новейших достижений современной науки.

На этом пути следует подойти к научной оценке естественных особенностей природы степи свойственной ей специфики, существенно отличной от зоны пустынь и полупустынь. Ведь несомненно, что будущее степной зоны Европейской территории Союза как плацдарма производства товарного зерна будет последовательно раскрываться по мере познания тайн плодородия земель этой зоны, еще глубоко скрывающих богатый производственный потенциал степных почв, всей природы степей. По меткому выражению одного из больших знатоков природы Ближнего Востока, географа-ботаника А. Филиппсона, «степь — это смягченный тип пустыни». В этом определении можно видеть весь диапазон свойств, заложенных в природе степи, вплоть до ее близкого родства с природой пустыни. Именно динамичность и быстрая изменчивость в природной обстановке степи, хорошо улавливаемая ботаниками, климатологами, почвоведами, — момент чрезвычайно примечательный, но вместе с тем и настораживающий.

Почти семьдесят лет назад замечательный русский ученый Петр Алексеевич Кропоткин в своем труде «Исследования о ледниковом периоде» писал о районах наших южных степей, что засухи и неурожаи на громадных южнорусских степях, нельзя считать случайным бедствием: они являются такою же естественной чертой данного округа, как и его положение на южном скате средней возвышенности и как его плодоро-

Сбор зерна на душу населения в России, пуды

Район	1864—1866 гг.	1870—1879 гг.	1883—1887 гг.	1909—1913 гг.	1903—1913 в % к 1864—1866 гг.
Южно-Черноземный (Воронежская, Харьковская, Полтавская губернии)	18,8	25,2	24,0	31,6	168,0
Южный степной	18,2	18,3	29,4	49,0	269,2
Нижне-Волжский и Заволжский	19,1	25,2	29,2	28,8	158,7
Предкавказье	10,1	—	—	56,8	562,8

дие. Засухи, от которых так страдает юг России, вовсе не случайны: эти засухи нужно раз навсегда признать за такую же особенность черноземной полосы, как и ее географическое положение и ее плодородие. Поэтому надо выработать способы обеспечения населения хлебом в засушливые годы, а также нужно выработать способы борьбы с засухой, какие укажет современная наука. Вся хозяйственная жизнь южной России должна быть поэтому построена на предусмотрении неизбежных повторений периодических недородов. Каждую область России следовало бы описать так же научно, как Азия была описана в великолепном труде Риттера [1].

Казалось бы, что в этом авторитетном физико-географическом прогнозе такого крупного ученого, как П. А. Кропоткин, рисуется довольно унылая картина для грядущей сельскохозяйственной перспективы южнорусских степей. Но мы имеем и другое, уже социально-экономическое изыскание, сделанное в то же время известным статистиком-экономистом П. А. Хромовым. В работе «Экономическое развитие России в XIX—XX вв. (1800—1917 гг.)» он приводит данные о чистом сборе зерна на душу населения.

Из таблицы следует, что по количеству хлеба, производимого на душу населения, южно-черноземные (лесостепье) и степные губернии, за исключением Предкавказья, сравнялись уж в 60-х годах прошлого столетия. Такое положение оставалось до 80-х годов, после чего, в особенности в первое десятилетие XX в., южностепной район и Предкавказье по чистому сбору зерна обгоняют центрально-черноземные области. В. И. Ленин писал, что «происходит *перемещение* главного центра производства зерна» [2] из среднечерноземных в степные и нижневолжские губернии.

«...Факт громадного роста земледельческого производства в описываемом районе, — отмечает В. И. Ленин, — объясняется тем, что степные окраины были в пореформенную эпоху *колонией* центральной, давно заселенной Евр. России. Обилие свободных земель привлекало сюда громадный приток переселенцев, которые быстро расширяли посевы. Широкое развитие *торговых* посевов было возможно только благодаря тесной экономической связи этих колоний, с одной стороны, с центральной Россией, с другой стороны — с европейскими странами, ввозящими зерно. Развитие промышленности в центральной России и развитие торгового земледелия на окраинах стоят в неразрывной связи, создают взаимно рынок одно для другого». «Только благодаря этому общественному разделению труда поселенцы в степных местностях могли заниматься исключительно земледелием, сбывая массы зерна на внутренних особенно на заграничных рынках. Только благодаря тесной связи с внутренним и с внешним рынком могло идти так быстро экономическое развитие этих местностей; и это было именно капиталистическое развитие...» [3]

---

[1] См. *П. А. Кропоткин.* Записки революционера. М., «Мысль», 1966.
[2] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 3, стр. 253.
[3] Там же, стр. 253—254.

«И в настоящее время, — писал В. И. Ленин, — не может подлежать никакому сомнению, что громадный подъем производительных сил, громадное повышение уровня техники и культуры произойдет неизбежно *вслед за падением крепостнических латифундий в Европ. России.*

Эту сторону дела ошибочно упускают из виду многие, судящие об аграрном вопросе в России»[1].

И действительно мы видим, как в результате исторических побед Великого Октября Советский строй обеспечил коренные преобразования в тех самых общественных свойствах хозяйства, о которых говорил В. И. Ленин свыше полувека назад.

Майский (1966 г.) Пленум ЦК КПСС указал, что мелиорации земель — это большой всенародный подход в деле обновления земли и получения от нее дополнительной отдачи сельскохозяйственной продукции, причем отдачи достаточно высокой и, главное, устойчивой. Этим самым Центральный Комитет партии подчеркнул, что все наше сельскохозяйственное производство переходит на новый и длительный этап интенсификации и что дело подъема производственного использования земель ставится на более высокий научно-технический уровень, обеспечивающий удовлетворение все более возрастающих требований хозяйственного и культурного строительства в СССР.

Изучением природных особенностей зоны степей и лесостепей детально и глубоко многие годы занимались выдающиеся ученые нашей страны, в числе которых можно назвать имена В. В. Докучаева, А. А. Измаильского, П. А. Костычева, А. И. Воейкова, Н. М. Сибирцева, Б. А. Келлера, Н. А. Димо, Л. С. Берга, Г. Н. Высоцкого и других исследователей. Но, однако, и сегодня еще представление о степи и о ее динамичности в зависимости не только от сезона, но и от состояния погоды на протяжении сезона или года в целом нуждается в большом научном раскрытии с позиций производственного потенциала степи.

Расширение границ орошаемого земледелия и выход ирригации в новые для нее просторы степей, расположенные в основном на юге и юго-востоке Европейской части СССР и в прилегающих к ней районах юго-западного Казахстана, требуют широкого использования производственного опыта орошаемого земледелия, накопленного в основном, как известно, в старых районах орошаемого земледелия — в Средней Азии, Южном Казахстане, Закавказье. Однако этот опыт должен быть критически рассмотрен для использования в других природных и экономических условиях новых районов орошения.

Широкий фронт ирригационных работ в районах степной зоны требует в первую очередь приведения в систему всей суммы знаний о количественно-качественной оценке земельного фонда. В этой оценке земель должны быть заложены фундаментальные данные о физических и химических свойствах почв, механическом составе, уровне залегания грунтовых вод и других показателях, имеющих первостепенное значение для определения ирригационного бонитета.

Разнообразие почв исключительно велико. Так, на территории одной только Украины ученые, проводившие в течение 1956—1962 гг. обследование земельных угодий, зафиксировали 630 почвенных разностей, значительно отличающихся одна от другой своим естественным плодородием. Но если эти земельные угодья дифференцировать еще по гидрогеологическим условиям и многим другим качественным различиям, станет совершенно очевидной их пестрота, не учитывать которую при установлении твердых мелиоративных и других планов, конечно, нельзя.

При оценке производственных условий степной зоны для наиболее эффективного сельскохозяйственного использования одним из интерес-

---

[1] *В. И. Ленин.* Полн. собр. соч., т. 16, стр. 228—229.

ных и принципиально важных является вопрос о запасах влаги в почве (в одометровом слое) в период весны и всего вегетационного срока. Это объясняется тем, что влажность почвы служит, как известно, интегральным показателем, в котором преломляется вся сумма сложных взаимодействий климата и погоды, рельефа, почвенного покрова, агротехники и других факторов.

На изучение режима влажности почвы как важного показателя в ирригационном и мелиоративном отношении направлено внимание ряда исследователей, рассматривающих вопросы влажности почв и механизма движения воды в почвах различных географических зон и дающих обширные материалы, отражающие общую закономерность динамики запасов почвенной влаги по многолетним средним данным.

Однако зона степей отличается от других особенно большой амплитудой колебания летней влагообеспеченности по отдельным годам (более чем в 2—3 раза) в зависимости от того, как складывается атмосферная циркуляция в каждом конкретном году и даже в конкретные периоды года. Поэтому особенный интерес представляют работы полевых обсерваторий Государственного гидрологического института, начавшиеся в зоне Цимлянского водохранилища (Дубовская обсерватория), в ЦЧО и других районах страны. Оборудованные мощными стационарными гидравлическими испарителями и такими же весовыми испарителями облегченного типа, а также другими новейшими отечественными приборами, эти обсерватории позволяют сочетать в едином комплексе труд климатолога, физика, почвоведа, гидролога, гидрогеолога, растениевода и представителей других отраслей знания. В дальнейшем, надо полагать, этот творческий синтез расширится еще полнее и охватит многие стороны опытных исследований для нужд ирригации. Но уже сегодня Дубовская обсерватория и ее филиалы в зоне Волго-Дона впервые обеспечили возможность определить в полевых условиях величину испарения влаги с поверхности почвы, величину фильтрации влаги в почво-грунт, транспирации влаги растениями в течение всего суточного хода изменения влажности в почвенно-растительной среде.

Такие исследования приобретают важное значение, особенно для условий климата зон степей и сухих степей, где, как известно, характерной чертой является резкое изменение интенсивности испарения во времени в зависимости от состояния влажности почвы. Поэтому здесь очень важно знание самых минимальных величин испарения с почвы, даже когда она за сутки оценивается несколькими миллиметрами (1—2 *мм*). Видимо, полностью назрела целесообразность и даже необходимость организации аналогичных Дубовской обсерватории полевых стационаров на территории ряда степных районов юга и юго-востока Европейской части СССР и юго-западного Казахстана. Опираясь на опытные данные таких технически вооруженных полевых лабораторий, ирригационная практика будет иметь научно обоснованные рекомендации, дифференцированные применительно к типовым особенностям соответствующих почвенно-климатических подрайонов степной зоны.

Один из основоположников отечественной научной агрономии А. А. Измаильский следующим образом формулировал результаты многочисленных своих исследований режима влажности степных почв на Украине. Влажность почвы, — писал Измаильский [1], — зависит от вида и строения поверхности почвы едва ли не больше, чем от количества атмосферных осадков. При одном и том же количестве атмосферных осадков, но при различном культурном состоянии почв одна из них будет ежегодно обогащаться влагой, а другая, напротив, все более и более будет высыхать. Увеличение запасов влаги в почве зависит главным

[1] *А. А. Измаильский.* Влажность почвы и грунтовая вода в связи с рельефом местности и культурным состоянием поверхности почвы. М., 1894.

образом от условий, затрудняющих сток атмосферной воды с поверхности почвы, способствующих проникновению этой влаги внутрь почвы и защищающих поверхность почвы от высыхания.

В этих положениях можно видеть важные предпосылки для земледелия в условиях обычного для степей естественного увлажнения территории. Особенно если еще учесть, что сегодня, как мы знаем, богарное земледелие степной зоны, вооруженное новейшей сельскохозяйственной техникой и прогрессивными учениями советской агрономической науки и практики, шагнуло далеко вперед и имеет большие достижения в эффективном освоении производительных земельных богатств степной зоны.

Бесспорно, что при такой высокой научно-технической вооруженности уровень достижений в области неорошаемого земледелия будет неуклонно возрастать и дальше. А это очень важно, потому что, как подчеркнул майский (1966 г.) Пленум ЦК КПСС, увеличение урожайности на неполивных землях является одним из основных путей увеличения производства зерна. Но одновременно с этим Пленум уделил самое серьезное внимание вопросам развития оросительных мелиораций.

В основных зонах производства товарного зерна, а именно: в РСФСР, УССР и Молдавской ССР, зерновые культуры, производимые на орошаемых землях, дают ныне удельную величину продукции, близкую к 2% всего валового сбора зерна в стране. Вот почему в решениях майского Пленума предусматривается сосредоточение основной массы товарных посевов зерновых культур именно в этих трех новых очагах поливного земледелия из расчета размещения здесь к 1975—1980 гг. весьма значительной части поливных посевов зерновых культур.

Таким образом, крайняя неустойчивость естественного увлажнения территории степной зоны должна компенсироваться высоким и последовательно возрастающим процентом зерновых культур на орошаемых землях в оптимальном сочетании с посевами зерновых на богарных землях.

Для развития и размещения посевов зерновых культур на орошаемых землях степной зоны Европейской части СССР имеются большие просторы, так как до сих пор поливное земледелие здесь, как известно, развито весьма незначительно. Следовательно, представляется широкая возможность для выбора земельных участков будущего орошения, которые имеют:

лучшие рельефные условия, с минимальной площадью земель, требующих планировочных работ и машинного подъема воды;

лучшие гидрогеологические условия, гарантирующие хозяйство от возможного засоления земель и необходимости выполнения работ по устройству дренажно-коллекторной сети, (гидрогеологические условия определяются в основном глубиной залегания грунтовых вод и водоупора, характером минерализации грунтовых вод и их химическим составом, фильтрационными свойствами грунтов зоны аэрации и водовмещающей толщи пород);

лучшие условия с почвенно-мелиоративных позиций, что означает необходимость оценки естественной дренированности территории и природной склонности почв к развитию засоления;

близкое размещение к источникам орошения с возможно широким развитием поливного земледелия на местном стоке;

лучшую конфигурацию поливных участков с точки зрения выгодного размещения культур полевого севооборота, общей структуры и размерности оросительной системы, с оптимальными условиями для подачи воды на поле и использования ее на полив с применением наиболее доступной хозяйству техники полива при возможно высокой производительности труда поливальщиков.

С учетом изложенного размер орошаемого клина в колхозах и совхозах степной зоны подлежит изучению в качестве одного из факторов,

дающих возможность регулировать развитие ирригации на базе рассредоточенно расположенных орошаемых участков или на базе сплошных массивов орошения. Надо также учитывать, при каких из этих условий хозяйству будет легче ориентироваться на применение и использование той техники полива, тех материально-технических средств и трудовых ресурсов, которыми хозяйство может располагать без предварительного проведения сложных и капиталоемких подготовительных работ, связанных обычно с освоением крупных орошаемых массивов.

Нельзя в свете этих положений не отметить, что опыт совхоза «Кубанец» и ряда других хозяйств, имеющих поливную площадь всего в несколько сот гектаров, обслуживаемых дождевальными агрегатами и получающих по 35—40 *ц/га* пшеницы, заслуживает большого внимания.

В общую площадь орошаемых земель для производства товарного зерна входят, как известно, посевы пшеницы, риса и кукурузы.

В каком отношении будут размещены на орошаемых землях названные зерновые культуры, сказать сейчас трудно. Вероятнее всего, дальнейшие расчеты покажут, что удельное соотношение орошаемых площадей пшеницы, риса, кукурузы будет определяться ходом осуществления всей системы мелиоративных, экономических, технических и организационно-хозяйственных мероприятий. В частности, надо полагать, порядок продвижения каждой из этих трех групп орошаемых культур будет определяться выбором земель, пригодных к освоению без предварительных сложного характера мелиоративных работ и расположенных в достаточно благоприятных условиях по рельефу, близости к источникам орошения и степени хозяйственной освоенности районов.

С точки зрения оценки вопросов природных условий степной зоны для развития орошения зерновых культур необходимо различать природную специфику и особенности для отдельных ее частей, а не в целом по всей зоне. Это означает, что в деле подготовки предложений об условиях и направлениях развития мероприятий по мелиорации земель степной зоны нужно иметь в виду выработку для этой новой в мелиоративном отношении зоны своей специфической платформы и научно-методического подхода к проведению почвенно-мелиоративного районирования. Именно выполненное в таком отвечающем условиям природы степной зоны аспекте районирование даст возможность установить, какие земли степной зоны нуждаются в облегченных (простейших) или более сложных (коренных) мелиорациях. А в такой оценке, если она дана в конкретной географической привязке, больше всего нуждаются плановые органы. Пользуясь материалами почвенно-мелиоративного районирования, плановые органы имеют возможность идти по линии «наименьшего сопротивления», т. е. включать в ближайшую очередь освоения на базе облегченных способов мелиорации именно те земли, которые с наименьшими затратами могут дать наибольший эффект. Выигрыш, таким образом, в темпах освоения мелиорированных земель будет выражаться в быстром охвате большей площади и выходе тем самым большего объема сельскохозяйственной продукции. По мере освоения легко доступных к орошению земель в последующих плановых разработках будет идти речь о переходе к освоению более сложных в мелиоративном отношении земель.

В основе почвенно-мелиоративного районирования земель степной зоны в аспекте оросительных мелиораций могут лежать обычные для аридных зон критерии: по оценке типов режима грунтовых вод, глубины их залегания (в метрах от поверхности земли), степени засоления почв в пределах активного слоя (почвы незасоленные, слабозасоленные, среднезасоленные, сильнозасоленные и др.), солевому профилю и содержанию солей в подстилающих активный слой почво-грунтах и т. д.

Полученные таким образом данные геолого-литологических, гидрогеолого-мелиоративных и почвенно-мелиоративных исследований дол-

жны служить важным фактором в деле рационального планирования мелиорации почв, темпов и объемов их осуществления с привязкой, конечно, к определенной территории.

Итак, чтобы освоить в ближайшем будущем намеченные площади орошения в степных районах Северного Кавказа, юга Украины, Молдавской ССР, Поволжья и в примыкающих к нему районах юго-западного Казахстана, должны быть максимально форсированы темпы развития ирригационных исследований, имеющих объектами изучения почвенный покров районов существующего и будущего орошения, с обязательным учетом вопросов гидрогеологических и других условий орошения.

В качестве отдельных примеров исследований в мелиоративно-гидрогеологическом плане можно указать на гидрогеологическое районирование территории юга УССР по условиям применения вертикального и других типов дренажа при орошении, выполненное в 1964—1966 гг. научным коллективом Института минеральных ресурсов и, в частности, его Днепропетровской группой отделов. На карте гидрогеологического районирования юга УССР по условиям применения вертикального дренажа показаны: зоны разной степени дренирования и бессточная зона и области формирования грунтовых вод.

Всего выделено 9 районов в зависимости от литологического состава, мощности покровных отложений, характера и фильтрационных свойств подстилающих пород и 4 подрайона по качеству дренажных вод.

На основании этого районирования оконтурены и подсчитаны площади с простыми условиями применения вертикального дренажа, с условиями средней сложности, со сложными и весьма сложными условиями и площадь, непригодная для орошения. В виде конкретных иллюстраций в этой работе отмечается, что территория, где вертикальный дренаж может дать положительный эффект, охватывает отдельные участки орошаемых массивов: Каменского пода, Краснознаменского, Каховского, Северо-Крымского и террасы крупных рек.

В результате этих исследований дана также схематическая карта районирования юга УССР по условиям применения горизонтального дренажа для территории, где вертикальный дренаж не применим. Оконтурены также площади, различающиеся по степени сложности применения горизонтального дренажа.

Работе по гидрогеологическому районированию предшествовало составление серии специальных карт: почвенно-климатической, горизонтального расчленения рельефа, геоморфолого-литологической, водопроводимости, минерализации и ирригационных коэффициентов подземных вод. Нужно сказать, что дальнейшее развитие мелиоративной гидрогеологии как сравнительно новой области мелиоративной науки будет иметь большое значение в практике мелиоративного строительства. В этом отношении рассмотренное исследование, нуждающееся еще в серьезных методических дополнениях и особенно в более глубоком познании непосредственно почвенного покрова и свойств его плодородия, должно расцениваться как многообещающий фронт почвенно-мелиоративных исследований. Нет сомнений, что подобные работы должны максимально расширяться и в первую очередь на территории степной зоны.

Значительный интерес по данному вопросу представляет выполненная институтом «Ленгипроводхоз» мелиоративная оценка ирригационного фонда Поволжья с дифференциацией его на земли, требующие применения мелиоративных мероприятий разной степени сложности.

На основании анализа природных условий из общей рассмотренной территории Поволжья площадью 52,5 млн. *га* определен ирригационный фонд в 13,8 млн. *га* брутто и 8,8 млн. *га* нетто, в том числе под регулярное орошение — 8,2 млн. *га* и лиманное — 0,6 млн. *га*.

Пригодная для нового регулярного орошения площадь распределена следующим образом:

земли без дополнительных мелиоративных мероприятий (1188 тыс. *га*, или 14,6%);

земли, требующие редкой дренажной сети (740 тыс. *га*, или 9%);

земли, требующие частой дренажной сети (3737 тыс. *га*, или 45,5%);

земли, требующие дренажной сети и промывки засоленных почв (2542 тыс. *га*, или 30,9%).

Расстояние между дренами для отдельных районов должно составлять 20—120 *м* при глубине 3,5 *м*.

В плане предстоящих мелиораций в степной зоне было бы целесообразно выделить три категории земель:

обеспеченные дренированностью, незасоленные;

требующие при орошении дренажа как средства против заболачивания земель;

солонцово-засоленные, требующие в том или ином сочетании (в зависимости от местных условий) химических мелиораций солонцов и гидротехнических сооружений в виде дренажа как меры против вторичного засоления.

Неплохой основой для соответствующих обобщений по территории Европейской части СССР могли бы служить некоторые опубликованные уже сводные монографии: «Естественноисторическое районирование СССР» (1947), «Почвенно-географическое районирование СССР» (1962), «Водные мелиорации в СССР и пути их развития» (1961). Но эти, а также и другие, близкие к ним по содержанию работы нуждаются в специальных доработках с акцентированием вопросов оценки районов степной зоны применительно к требованиям указанных качественных характеристик земель в мелиоративном отношении.

Истинной сущности природы степи в условиях искусственного орошения мы еще не знаем. Может быть, это и покажется на первый взгляд парадоксальным, но Европейская часть СССР, несмотря на более высокую хозяйственную освоенность, не может рассматриваться сегодня как территория, достаточно исследованная для научно обоснованного решения мелиоративных проблем. Например, нет еще сводных обобщающих работ по агромелиоративной оценке почвенного покрова юга и юго-востока Европейской части СССР для нужд орошаемого земледелия с необходимыми привязками этих оценок к гидрогеологическим условиям различных районов всей этой зоны. Такое положение в известной мере можно объяснить фрагментарным характером большинства выполнявшихся здесь исследований, их разновременным и разномасштабным проведением, часто на разных методических основах. В результате земельный фонд районов Европейской части СССР и его, так сказать, ирригационный потенциал нуждаются сегодня в глубокой и полной детализации для научно-обоснованного отбора земель для определения очередности эффективного их освоения.

В заключение следует сказать, что в отношении развития работ по мелиорации почв степная зона,— зона неустойчивого увлажнения, имеет свою специфику, отличающую ее от зон избыточного и недостаточного увлажнения. Поэтому степная зона как новая зона потенциального развития мелиораций должна рассматриваться как мелиоративная целина. С одной строны, это открывает широкое поле для внедрения мелиораций, с другой — обязывает к продуманности и тщательности в подходе к осуществлению коренных мелиораций. Высокий процент современной хозяйственной освоенности пахотопригодных земель степной зоны в условиях богарного земледелия диктует необходимость преумножения потенциальных богатств земельных ресурсов степной зоны на основе применения прогрессивных приемов ведения богарного земледелия. Кроме того, надо выявить условия научно обоснованного применения коренных мелиораций почв там, где это будет давать значительный добавочный выход товарного зерна сверх получаемого ныне на богарных землях.

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЙОНЫ ОРОШЕНИЯ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ

За послевоенный период в целом по стране при росте площади полива с 5,80 до 8,32 млн. *га* площадь орошения зерновых культур уменьшилась с 2,35 до 1,87 млн. *га*, в основном за счет сокращения площади их по Средней Азии, Казахстану и Закавказью, где она выросла за время войны при незначительном росте в Европейской части страны. Это видно из табл. 1, составленной по данным Справочника по водному хозяйству (Гипроводхоз, 1962) и данным ЦСУ за последние годы.

Подъем площади полива зерновых культур отмечен лишь с 1966 г.

К 1962—1966 гг. политые площади зерновых культур распределяются между основными зонами страны так, что в районах Средней Азии поливалось 665,2—555,2 тыс. *га*, или 33%, Казахстане —412,2—491,4 тыс. *га*, или 21—20%, Закавказье —476,0—435,6 или 24—23%, и в РСФСР, Украинской ССР и Молдавии — 431,6—556,1 тыс. *га*, или 22—26%.

Изменение площади полива зерновых культур за послевоенный период показано в табл. 2.

Таблица 1

Площадь поливных земель в СССР (1945—1967 гг.), тыс. *га*

Год	Всего	Под зерновыми культурами		Год	Всего	Под зерновыми культурами	
		в СССР	в РСФСР, УССР и Молд. ССР			в СССР	в РСФСР, УССР и Молд. ССР
1945	5805	2352	154	1962	7846	1985	432
1950	6274	1890	243	1964	8085	1868	439
1955	7045	1866	286	1965	8317	1832	480
1957	7210	1808	307	1966	8812	2044	556
1960	7630	1635	269	1967	9052	2068	593

Таким образом, до 1965 г. по всем зонам СССР площадь полива зерновых культур неуклонно сокращалась, кроме РСФСР, Украины и Молдавии, где она увеличивалась примерно на 13—19 тыс. *га* в год, утроившись за двадцатилетие. После решения майского (1966 г.) Пленума ЦК КПСС произошло резкое увеличение площади поливных земель в Европейской части СССР, Казахстане и Закавказье с приостановкой сокращения ее по Средней Азии.

Большой интерес представляет Европейская группа районов, поскольку на них возлагаются основные надежды по широкому развитию орошения зерновых культур. Главное внимание должно быть уделено равнинным районам Поволжья, Северного Кавказа и юга Украины, где расположены основные массивы возможного орошения (табл. 3).

Как можно видеть (табл. 4), фактически поливаемая площадь значительно меньше площади земель с оросительной сетью и ирригационно подготовленных земель. В частности, по равнинным областям РСФСР поливается в отдельные годы всего 37—55% земель с оросительной

Таблица 2

Площадь полива зерновых культур по сельскохозяйственным зонам, тыс. *га*

Год	СССР	РСФСР, УССР, Молд.ССР	Закавказье	КазССР	Средняя Азия
1945	2351,6	153,7	540,2	521,9	1135,8
1955	1865,6	285,9	457,2	477,4	645,1
1965	1832,4	479,7	452,5	346,0	554,2
1966	2044,5	556,1	435,6	491,4	561,4
Изменение за десятилетие					
1945—1955	—486,0	+132,2	—83,0	—44,5	—490,7
1955—1965	+2,2	+193,8	—4,7	—131,4	—90,9
1965—1966	+212,1	+76,4	—16,9	+145,4	+7,2

Таблица 3

Динамика развития орошения

Район	Земли с оросительной сетью								Ирригационно-подготовленные земли			
	1940	1953	1955	1957	1960	1962	1964	1965	1960	1962	1964	1965
Поволжье	124,0	143,7	149,3	164,0	254,0	204,6	218,3	223,9	157,5	164,6	162,1	169,3
Северный Кавказ	166,2	158,0	190,4	201,6	219,4	227,8	245,3	261,4	205,7	216,7	241,6	258,2
Юг Украины	—	—	—	111,2	178 4	214,3	250,2	286,0	170,0	201,1	246,0	280,0
Всего	—	—	—	476,8	651,8	647,1	713,8	177,3	533,2	582,4	642,7	707,5

Таблица 4

Динамика изменений площади фактического полива, тыс. *га*

Зона	1940 г.	1953 г.	1955 г.	1957 г.	1960 г.	1962 г.	1964 г.	1965 г.	1966 г.
Поволжье	62,8	55,7	63,8	75,3	94,0	112,1	118,5	136,7	157,0
Северный Кавказ	75,2	82,6	106,1	85,9	120,2	140,1	155,5	196,3	241,0
Юг Украины	—	—	—	84,7	146,3	171,2	198,9	241,0	291,3
Всего	—	—	—	245,9	360,5	423,4	472,9	574,5	689,3

сетью, 60—70% ирригационно подготовленных земель Поволжья и 43—63% с оросительной сетью, 58—68% ирригационно подготовленных земель на равнинных областях Северного Кавказа. При этом, если в 50-х годах поливалось в среднем 42,5% земель с оросительной сетью Поволжья и 51,4% — Северного Кавказа, то в 60-х годах соответственно 48,7 и 59,9%.

В то же время на юге Украины поливные земли составляли 76—82% земель с оросительной сетью, а ирригационно подготовленные—81—86%.

Таким образом, можно установить весьма неполное использование на поливе орошенных земель равнинной зоны РСФСР и значительно большее использование их на юге Украины.

Весьма показательной является картина распределения политой площади по сельскохозяйственным культурам (табл. 5).

По данным таблицы можно судить о незначительной и снижающейся доле зерновых, резком повышении — кормовых и преобладающей, но

Таблица 5

Распределение политых земель по отдельным культурам, %

Зона	Зерновые			Кормовые			Овоще-бахчевые		
	1940 г.	1950 г.	1960 г.	1940 г.	1950 г.	1960 г.	1940 г.	1950 г.	1961 г.
Поволжье	17	13	14	7	6	19	56	58	45
Северный Кавказ	45	34	24	2	8	19	38	39	30
Юг Украины	—	—	19	—	—	19	—	—	26

снижающейся за счет роста кормовых доли овоще-бахчевых культур и картофеля.

Статистический учет фактической урожайности мелиоративных земель был начат лишь с 1962 г., до этого имелись лишь отдельные оценки урожайности на основании специальных обследований. Такие материалы есть и по инженерным оросительным системам Заволжья, низовьев Дона и юга Украины.

Во всех случаях уровень агротехники, применявшейся в хозяйствах, обслуживаемых ирригационными системами, оставался низким, как и в хозяйствах, не применявших полива. Сама агротехника не была приспособлена к условиям орошения, минеральные и органические удобрения не вносились, поливная техника была несовершенной, режимы поливов — зачастую неудовлетворительными, земли — плохо спланированными.

В результате урожайность яровой пшеницы на оросительных системах Заволжья составляла в среднем за 15—20 лет на Толстовской 12,3, Бузулукской — 11,7, Кутулукской —8,4 *ц/га* при 3,6—6,3 *ц/га* без орошения; на Донских системах — 10—11 *ц/га* при 5,4 *ц/га* без полива, озимой пшеницы — 14,8—16,3 *ц/га* при 10 *ц/га* без полива.

На Украине на Ингулецких оросительных системах собиралось 20—26 *ц/га* (вместо 16 *ц/га* без орошения) озимой пшеницы. Данные статистического учета за 1962—1964 гг. свидетельствуют о сохранении того же уровня урожайности поливных зерновых культур (табл. 6).

Следует заметить, что площадь зерновых-колосовых в Молдавии была незначительной; на юге Украины они и без орошения дают урожаи порядка 15—20 *ц/га*. Примером могут служить урожаи по областям До-

Таблица 6

Урожайность поливных зерновых культур по данным ЦСУ, *ц/га*

Республика	Год	Все зерновые		Пшеница озимая		Кукуруза на зерно		Рис
		все земли	поливные	все земли	поливные	все земли	поливные	
РСФСР	1962	11,0	18,2	18,6	17,4	15,6	21,4	28,6
	1963	8,3	17,7	13,4	15,0	15,2	22,2	32,0
	1964	10,7	18,6	12,9	12,4	24,5	25,5	25,8
	1965	—	18,9	—	14,4	—	24,3	31,7
Украинская ССР	1962	17,9	22,1	17,6	26,5	24,2	27,9	50,9
	1963	12,9	17,8	14,2	18,7	15,0	22,3	52,1
	1964	17,7	24,8	17,0	21,7	28,5	25,2	50,2
	1965	—	30,9	—	28,2	—	31,3	49,7
Молдавская ССР	1962	23,6	33,7	—	—	34,5	47,7	—
	1963	16,9	41,4	—	—	23,5	50,5	—
	1964	19,6	31,7	9,2	17,0	30,6	36,6	—
	1965	—	29,7	—	32,9	—	30,8	—

нецкого бассейна — Донецкой, Луганской, Днепропетровской; озимой пшеницы было в среднем собрано в 1962 г. при поливе 27,4 *ц/га*, без него — 21,1 *ц/га*; в 1963 г. при поливе — 16,1, без него — 13,2 *ц/га*; кукуруза на зерно дала более устойчивое повышение урожайности при поливе: в 1962 г. с 16,4 до 28,4 *ц/га*, в 1963 г.— с 9,7 до 21,4 *ц/га*. Таким образом, опыт орошения зерновых культур до 1966 г. в степной зоне свидетельствует о медленном его развитии, слабом использовании орошенных земель и низкой их продуктивности при поливе.

Нельзя оставить вне рассмотрения итоги развития орошения зерновых культур в Центрально-Черноземных областях. В довоенный период в шести областях этой зоны оросительной сетью было оснащено всего 1,3 тыс. *га*. В 1940 г. всего в зоне было полито 0,9 тыс. *га* земель.

В результате форсированного строительства оросительных систем в послевоенный период площадь поливных земель была доведена к 1950 г. до 79,0 тыс. *га* и к 1955 г.— до 118,5 тыс. *га* (из них в Воронежской области —28,6 тыс. *га*). Однако фактически в 1950 г. было полито 45,0 тыс. *га*, из них 29—6 тыс. *га* зерновых и 4,6 тыс. *га* овоще-бахчевых культур. К 1955 г. политая площадь уменьшилась до 1,9 тыс. *га* и на этом уровне оставалась ряд лет (1960 г.— 2,1, 1962 г.— 1,3, 1964 г.— 1,7 тыс. *га*).

Применение орошения при существующих формах поверхностного полива по бороздам и полосам связано с увеличением в полтора раза затрат труда на единицу площади культуры. Так, для юга Украины потребуется увеличение затрат труда с 3,6 до 5,5 *чел.-дней/га*, для донских систем (Ростовский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства) — с 5—5,5 до 9,6—12,6 *чел.-дней/га* для пшеницы. Поэтому в широких масштабах орошение зерновых колосовых культур в настоящее время обеспечено наличными трудовыми ресурсами главным образом в наиболее населенных районах сухостепной зоны — на юге Украины и на Северном Кавказе; в менее населенных районах Заволжья, Кулундинской степи и Казахстана оно требует перехода к механизированным способам полива, существенно (в 2—3 раза) снижающим затраты труда. Эти обстоятельства служат одной из причин, объясняющих слабое распространение орошения зерновых культур в сухостепной зоне.

Первоочередной задачей является подъем агротехнического уровня и улучшение техники орошения на существующих оросительных системах, особенно в районах предполагаемого развития орошения зерновых культур, сочетание культуры зерновых и кормовых с интенсивными культурами, создание опытно-образцовых оросительных систем и хозяйств с обеспечением в них устойчиво высокой урожайности зерновых и кормовых культур и одновременной разработкой на их опыте неясных вопросов массового применения передовых приемов агротехники поливного хозяйства, оросительной техники, освоения зачастую солонцеватых земель степной зоны и экономики поливного хозяйства.

На основе полученных в этих хозяйствах технико-экономических решений и показателей могут быть разрешены вопросы массового строительства оросительных систем в сухостепной зоне.

Возможность создания для ирригационного строительства индустриальной базы решается материальными возможностями народного хозяйства, хотя размещение ее определяется установлением районов перспективного развития орошаемого земледелия. Наличие воды для орошения допускает широкое его развитие.

Общие масштабы строительства оросительных систем зернового направления должны быть установлены на основе экономического анализа развития поливного зернового земледелия и неполивного зернового хозяйства с нахождением оптимального сочетания обоих путей повышения зерновой продукции.

Состояние оросительных систем и их улучшение

Современный технический уровень мелиоративных систем не высок. Облицовано бетоном лишь 2% протяжения оросительной сети, что предопределяет значительные потери воды в системах — около половины поступления ее из рек.

Дождеванием поливалось в 1967 г. всего 938 тыс. *га*, или 10% орошаемой площади (в 1965 г.—6,4%), и лишь в Молдавии и на Украине — до 74—62%.

Водозабор в оросительные системы составил в 1967 г. 108,3 млрд. $м^3$ с подачей в хозяйства 84,1 млрд. $м^3$; в 1955 г. эти величины ограничивались 64 и 46 млрд. $м^3$, т. е. абсолютные величины возросли, как и удельные (с 6,5 до 9,5 тыс. $м^3/га$ подачи в год).

Протяженность коллекторно-дренажной сети в 1967 г. составляла 81 тыс. *км*, или 47 *пог. м* дренажа и 8 *пог. м* коллекторов на 1 *га* оснащенной ими площади. Закрытых дрен было всего 3 тыс. *км*, так что 96% коллекторно-дренажной сети представляло собой открытые каналы. Вертикальный дренаж применяется мало.

Около 7 млн. *га* нуждается в планировке, из них 3 млн. *га* — в капитальной. Выполняется ежегодно около 0,15 млн. *га* планировки. Опыт применения планировки в совхозе «Пахтаарал» показал повышение и выравнивание урожайности и облегчение условий для борьбы с засолением.

Значительная часть оросительных систем не обеспечена плотинным водозабором и инженерными головными сооружениями и даже при наличии воды в реке не может при низких уровнях забрать в нужном количестве воду, как например в низовьях Амударьи ранней весной и Сырдарьи во второй половине лета.

Недостаточная оснащенность регулирующими расходы каналов сооружениями создает затруднения в вододелении и приводит к неравномерности обеспечения хозяйств водой.

Высокие потери воды из необлицованной оросительной сети и на малоспланированных полях при недостаточном развитии дренажно-коллекторной сети способствуют высокому положению питаемых ими грунтовых вод, что и влечет за собой засоление и заболачивание почв.

Этими же причинами вызывается потребность в усиленных рассолительных весенних и летних поливах для опреснения верхних слоев почвы.

По обследованию 1966 г. из 9,3 млн. *га* ирригационно подготовленных земель незасоленные и слабозасоленные составляли 6,89 млн. *га*, или 74%, остальные 2,43 млн. *га* были засолены в средней и высокой сте-

Таблица 7

Характеристика ирригационно подготовленных земель (в тыс. *га*)

Зона	Общая площадь ирригационно подготовленных земель	Незасоленные			Засоленные			Всего земель	
		всего	склонные к засолению	не склонные к засолению	всего	слабо	средне, сильно и солончаки	незасоленные и слабозасоленные	засоленные и склонные к засолению
СССР	9323	5009	1568	3441	4314	1881	2433	6890	5882
Европейская часть СССР и Сибирь	2025	1208	258	950	817	418	399	1626	1075
Средняя Азия	4440	2076	979	1097	2364	964	1400	3040	3343
Закавказье	1641	960	216	744	681	234	447	1194	897
Казахстан	1217	765	115	650	452	265	187	1030	567

пени (табл. 7). В то же время из незасоленных земель склонно к засолению 1,57 млн. *га*.

К требующим переустройства оросительной сети относится 3,30 млн. *га*, повышения водообеспеченности — 2,17 и капитальной планировки поверхности — 2,86 млн. *га*, т. е. меньше, чем по прежним оценкам.

Коллекторно-дренажной сетью оборудовано всего 2,63 млн. *га*, из них только 191 тыс. *га* — закрытыми дренажами.

Опыт создания коллекторно-дренажной сети в Вахшской долине, а в последнее время — в Хорезмской области показал коренные улучшения почв и резкий подъем урожайности сельскохозяйственных культур. Согласно данным прежних обследований, значительная часть площади существующих оросительных систем нуждается в улучшении для получения возможности успешной работы систем и обеспечения получения высокой продуктивности земель и эффективного использования ороси-

Таблица 8

Урожайность главнейших культур на орошаемых землях, *ц/га*

Республика	Все зерновые			Пшеница			Кукуруза		
	1961—1965 гг.	1966 г.	1967 г.	1961—1965 гг.	1966 г.	1967 г.	1961—1965 гг.	1966 г.	1967 г.
СССР	14 5	17,5	18,0	12,5	16,4	15,9	22,1	24,8	28,2
РСФСР	19,4	22,0	23,0	15,2	19,9	19,1	24,3	24,2	29,2
УССР	27,5	34,3	36,0	22,0	35,0	34,4	29,6	31,2	33,9
Уз. ССР	11,5	12,3	14,1	7,2	6,7	6,7	16,2	17,9	17,6
Каз. ССР	—	17,7	17,5	—	16,0	14,4	—	28,4	31,6

Таблица 8 (окончание)

Республика	Рис			Хлопок			Овощи		
	1961—1965 гг.	1966 г.	1967 г.	1961—1965 гг.	1966 г.	1967 г.	1961—1965 гг.	1966 г.	1967 г.
СССР	24,9	28,3	31,7	21,6	24,3	24,4	129	134	152
РСФСР	28,0	31,1	33,8	—	—	—	141	144	174
УССР	50,0	46,8	55,1	—	—	—	130	134	147
Уз. ССР	18,6	19,8	23,1	22,7	25,1	25,2	114	111	119
Каз. ССР	—	30,4	31,8	—	19,6	20,6	—	133	133

тельной воды. Так, из 9,3 млн. *га* ирригационно подготовленных земель 3,84 млн. *га* (41%) нуждается в рассолении, 4,59 млн. *га* (49%) — в повышении водообеспеченности, 3,64 млн. *га* (39%) — в радикальной реконструкции систем и 6,88 млн. *га* (74%) — в капитальной планировке.

Таким образом, сильно снижается урожайность на $^1/_4$—$^1/_2$ земель, а борьба с засолением и предупреждение его нужны на $^2/_3$—$^3/_4$ орошаемых земель.

В 1967 г. к первоочередно нуждающимся в устройстве и реконструкции коллекторно-дренажной сети были отнесены земли сильного и среднего засоления, занимающие 2,45 млн. *га*, или 26% площади орошаемых земель. Значительная часть — $^1/_6$ площади поливных земель — ежегодно оставалось без полива. За пятилетие 1962—1967 гг. в отдельные годы не поливалось от 1,28 до 1,64 млн. *га*, в среднем 1,54 млн. *га* ирригационно подготовленных земель. Причинами служили на 11% площади засоление и заболачивание земель, на 15% — недостаток воды в источниках орошения, на 17% — достаточное количество атмосферных

осадков, на 25% — неисправность систем и неспланированность полей и на 32% площади — организационно-хозяйственные и другие причины.

Недостаток воды отмечался в разные годы на 0,16—0,34 млн. *га*. Неблагоприятное состояние оросительных систем и поливных земель наряду с низким уровнем агротехники и поливного режима повлекли за собой снижение урожайности поливных сельскохозяйственных культур (табл. 8).

Низкая урожайность зерновых культур объяснялась помимо плохой агротехники и плохой водообеспеченностью, особенно в Средней Азии.

Необходимо выполнить 62% работ по рассолению, 60% — по повышению водообеспеченности, 97% — по реконструкции и 45% — по планировке (табл. 9).

Таблица 9

Площади орошаемых земель, нуждающихся в первоочередных улучшениях, тыс. *га*

Зона	Мелиоративное улучшение	Повышение водообеспеченности	Реконструкция систем	Капитальная планировка
СССР	2372	2446	3517	3072
Европейская часть СССР и Сибирь	308	445	733	624
Средняя Азия	1537	1778	1874	1769
Закавказье	286	337	317	258
Казахстан	241	186	593	421

Более половины объема работ приурочено к Средней Азии, где сосредоточены основные площади существующих оросительных систем, к Европейской части относится $^1/_5$—$^1/_7$ их объема.

Использование орошаемых земель

В азиатской части страны сосредоточено 98% поливных площадей технических культур, 34% овощных и по 7% зерновых и кормовых культур. В европейской — при незначительной доле технических культур (2%), 32% составляют зерновые, 34% — кормовые и 30% — овощные и плодовые культуры.

Для современного использования орошаемых земель характерно, таким образом, широкое распространение ценных технических, овощных и плодовых культур, занимающих около 45% всей поливной площади, при 25% зерновых и 26% кормовых. Стоимость продукции ценных культур составляет 90% общей стоимости продукции, а на долю зерновых и кормовых приходится около 10%.

Перспективные районы интенсивных мелиораций

Повышение плодородия земель заключается в улучшении водно-воздушного режима почв путем подачи и отвода влаги в районах с отклонениями естественного режима почв от оптимального, улучшении солевого режима почв посредством вымыва солей, в уничтожении зарослей кустарника и редколесья, кочек, излишней задернованности, каменистости, осуществлении агротехнических мероприятий.

Из площади пашни в СССР, составляющей 225 млн. *га*, к нечерноземной зоне относится 19, лесостепной — 35, черноземно-степной — 18, сухостепной — 20, полупустынной и пустынной — 8%. Урожайность зерновых по зонам наибольшая в черноземностепной зоне — 12,5 *ц/га*, несколько ниже — в лесостепной (10,9), сухостепной (9,7) зоне и полупустынной и пустынной (9,1 *ц/га*) и наиболее низкая в нечерноземной —

6,5 *ц/га*. Такие соотношения вызваны природными и хозяйственными условиями.

Орошение, по анализу Гипроводхоза, позволяет повысить урожайность по лесостепной зоне в 1,5—2 раза, черноземно-степной в 2—2,5; сухостепной — в 2,5—3 раза, по пустынным зонам — в еще большей степени. Осушение приводит к повышению урожайности зерновых в 3—5 раз. Такая эффективность мероприятий мыслится, конечно, при условии улучшения агротехнического уровня хозяйств.

По областям Поволжья с 1951—1955 по 1961—1965 гг. средняя урожайность зерновых культур возросла по Куйбышевской области с 6,0 до 10,4 (на 73%), а по Волгоградской — с 5,8 до 10,7 *ц/га* (на 84%). В то же время сохранилась значительная изменчивость урожаев по годам.

Происходящий рост урожайности в наиболее засушливой зоне страны позволяет ожидать при осуществлении мероприятий по интенсификации сельского хозяйства не менее устойчивого роста ее по всей стране, обеспечивающего выполнение поставленной на XXIV съезде задачи увеличения сбора до 195 млн. *т* зерна, или на 30% в близкой перспективе.

Опыт экономически развитых стран показывает, что за 13-летний период с 1948—1952 по 1961—1965 гг., по данным ФАО, урожайность пшеницы, как правило неполивной, значительно возросла (табл. 10).

Таблица 10

Урожайность пшеницы в разных странах

Страна	Площадь посева, млн. *га*	Урожайность, *ц/га*		Прирост, %	Страна	Площадь посева, млн. *га*	Урожайность, *ц/га*		Прирост, %
		1948—1952 г.г.	1961—1965 г.г.				1948—1952 г.г.	1961—1965 г.г.	
Канада	11,4	12,8	13,7	7	Франция	4,5	18,3	29,1	59
Аргентина	4,2	11,5	15,0	32	ФРГ	1,4	26,2	33,1	26
Австралия	7,1	11,2	12,2	9	Италия	4,3	15,2	20,1	32
США	20,1	11,2	17,0	52	Англия	1,0	27,2	40,0	47

Судя по данным таблицы, в странах, за исключением Австралии и Канады, где интенсификация зернового хозяйства происходила замедленно, урожайность пшеницы возросла до 30—50% за период, близкий по продолжительности к рассматриваемому нами для СССР.

Важнейшей проблемой развития орошаемого земледелия является расширение поливного зернопроизводства. Общие размеры его развития определяются как оптимальным экономическим местом поливного хозяйства в общей системе мероприятий по развитию сельского хозяйства страны, так и реальными возможностями выделения средств и развития строительно-монтажной базы и обеспечения кадрами проектирования и строительства. Существенное значение в то же время имеет установление наиболее близкого к оптимуму порядка освоения земель под орошение в зерновой зоне, которое основывалось бы на объективной оценке условий освоения отдельных массивов возможного орошения.

Фонд потенциально доступных для этого земель, по оценке Генеральной схемы использования и охраны водных ресурсов СССР, значительно превосходит площади, планируемые под орошение на ближайшие десятилетия. Поэтому особенное значение приобретает выбор наилучших по природным данным и условиям орошения земель с установлением целесообразного порядка освоения отдельных их массивов.

Оценка земель зоны возможного развития поливного зернопроизводства должна вестись путем выявления оптимальных климатических условий и мелиоративных мероприятий, необходимых для обеспечения высокого плодородия земель, условий обеспечения оросительной водой и трудовыми ресурсами, достаточными для нормального хозяйственного освоения земель.

Наилучшие климатические показатели имеют Молдавия, юг Украины, низовья Волги и Северный Кавказ. Здесь в 80% годов температурный режим благоприятствует выращиванию риса, кукурузы на зерно, озимой пшеницы и пожнивных культур, а также садоводству и виноградарству. Тепловые ресурсы западной части Заволжья недостаточны для риса, пожнивных, теплолюбивых плодовых культур и винограда.

К востоку за пределами Приволжской возвышенности количество тепла недостаточно для выращивания озимой пшеницы, а в Восточном Заволжье, в северных областях Казахстана и Сибири ограничены и возможности плодоводства и овощеводства. Примерно в этом же направлении сокращается и обеспеченность сельского хозяйства свободными трудовыми ресурсами.

Наибольшими контингентами рабочей силы в сельском хозяйстве располагает Молдавия, где в 1966 г. площадь пашни и насаждений, приходящихся на одного трудоспособного человека, работающего в сельском хозяйстве, составляла 2,6 *га*. В южных областях Украины эта площадь повышается до 6 *га*, на Дону, Кубани и в Западном Ставрополье — до 8,6 *га*, в восточном Ставрополье — до 15,5 *га*. В южном Поволжье на на 1 человека приходится 6,9 *га*, на правобережье Средней Волги — 19,5 *га*, в Заволжье — 19,8 *га* пашни. В западных областях Казахстана площадь обрабатываемых земель на 1 человека равняется 19,3 *га*, а в Западной Сибири и Алтайском крае — 14,8 *га*. В среднеазиатских республиках при малолюдности целинных земель — массивов будущей ирригации — в пределах оазисов бассейна Амударьи площадь пашни на 1 человека составляет 1,7—2,0 *га*.

Существенным признаком для установления очередности освоения земель под орошение является засоленность земель и возможность их рассоления. Как указывалось, значительная часть земель существующего орошения засолена и нуждается в оздоровлении. Из них не засолено 54%, в том числе с угрожаемых засолением — 17%; из остальных земель 37% засолено в слабой и средней степени и 9% — в сильной. Еще в большей мере это относится к землям возможного освоения, поскольку орошаемые ныне земли представляют лучшую часть общего земельного фонда. Из 142 млн. *га* земель возможного орошения основная часть или засолена в разной степени, или, возможно, будет засолена после орошения.

Помимо удорожания орошения вследствие необходимости предусмотреть дренажную и водоотводную сеть на таких землях растягивается период освоения, в который должен включаться период рассоления земель и осуществления мелиоративного севооборота. Особенно сложен и неясен процесс рассоления комплексных солонцовых почв.

С повышенным содержанием солей в почве может сочетаться пониженная водопроницаемость подстилающих слоев грунта, затрудняющая отвод грунтовых вод от массивов.

В зерново-животноводческой зоне не засолены земли юга Украины, запада Предкавказья и возвышенной зоны Заволжья. Юго-восточное Заволжье и пониженная часть среднего Заволжья засолены и трудно осваяемы, как и восток Предкавказья и еще в большей степени — северо-западный и Центральный Казахстан, подлежащий, как и восток Заволжья, лишь опытному освоению.

Один из важнейших факторов освоения земель — объем необходимой планировки; при маломощных почвах планировка затруднительна. Она

является условием успешной промывки земель и эффективного использования поливной воды.

Положение земель, подлежащих орошению, относительно уровня источника орошения имеет большое значение при установлении наивыгоднейшего порядка освоения земель под орошение. Условия самотечной подачи воды существуют на Северном Кавказе. Большая часть Поволжья и юг Украины требует подъема воды до 50—70 *м*. Особенно высокий подъем воды — до 200 *м* — необходим в долине Днестра, что исключает возможность экономически эффективного орошения неинтенсивных культур вследствие большой цены воды. В этих условиях при отборе массивов орошения весьма важно максимально сократить затраты энергии.

Существеннейшим фактором при оценке размещения и порядка освоения объектов мелиорации являются исследованность, объемы работ и вложения средств в мелиоративные работы, ожидаемый ход освоения массивов, их отдача и экономичность мелиораций. Эти обстоятельства диктуют необходимость своевременного осуществления опытно-исследовательских и опытно-производственных работ в ряде районов (Заволжье, Казахстан, Западная Сибирь) до начала составления проектов и осуществления строительства мелиоративных объектов.

При установлении порядка развертывания мелиоративных мероприятий предпочтение должно отдаваться наиболее исследованным объектам, включенным в первые очереди строительства и освоения, и должна предусматриваться своевременная организация опытных и опытно-производственных работ.

При размещении орошаемых земель необходимо считаться с водными ресурсами рек, в ряде случаев близкими к исчерпанию при совместном использовании для ирригации и водоснабжения населенных пунктов и промышленности.

Народное хозяйство предъявляет определенные требования к режиму рек, чтобы сохранить воды нужного качества, необходимого для поддержания судоходства, рыбного хозяйства, санитарных нужд и т. д.

Для оценки перспективности районов возможного орошения представляется целесообразной следующая ориентировочная схема.

Климат

Сумма активных температур: более 3000° — для озимых и повторных посевов; более 3500° — для риса; более 4000° — хлопчатник советских сортов; более 5000° — хлопчатник тонковолокнистый.

Трудообеспеченность

Нагрузка пашни на одного трудоспособного в *га:* степные районы — 15—20; юг Украины, запад Предкавказья — 6—9; Средняя Азия, Закавказье — 2—3.

Качество земель

Мощность почвенного слоя.
Засоленность.
Солонцеватость.
Отточность грунтовых вод, глубина их залегания.
Длительность мелиоративного периода.
Ожидаемые потери воды и нормативы подачи.

Условия подачи воды.

Дальность подачи воды.

Высота водоподъема: Сев. Кавказ, Закавказье—преимущественно самотеком; юг Украины, Заволжье — механический подъем воды; Средняя Азия — частичный подъем воды.

Исследованность.

Методы рассоления и рассолонцевания земель.
Способы полива и его механизации.
Способы планировки.
Подбор сортов сельскохозяйственных культур.

Водообеспеченность.

Местные водные ресурсы; водоотъем на орошение, потребности других отраслей хозяйства.

Экономичность.

Сочетание развития орошения с неполивным хозяйством.
Связь отдачи с составом поливных культур.
Окупаемость, оценка воды.
Экономически оптимальные нормативы подачи воды и ее обеспеченности.

ОБ ИТОГАХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ МЕЛИОРАЦИИ ПОЧВО-ГРУНТОВ В ТУРКМЕНСКОЙ ССР

Туркменистан располагает благоприятными природными условиями для производства наиболее ценных сортов хлопка, винограда, плодовых, субтропических, кормовых, а также овощных и бахчевых культур самого раннего и наиболее позднего периода созревания.

Зона орошаемого земледелия Туркменской ССР состоит из четырех оазисов: Ташаузского, Чарджоуского, Мургабо-Тедженского и Прикопетдагского.

В Ташаузском оазисе возделываются скороспелые, в Чарджоуском — среднеспелые и тонковолокнистые, в Мургабо-Тедженском и Прикопетдагском оазисах — тонковолокнистые сорта хлопчатника в сочетании с другими культурами.

Хлопководство и в перспективе будет ведущей отраслью поливного земледелия Туркмении. Оно дает свыше 70% доходов, получаемых от сельского хозяйства республики. При урожайности 25 *ц/га* сдается государству хлопка около 700 тыс. *т*, или 12% всесоюзного производства этой продукции.

В республике осуществляются планы дальнейшего развития орошаемого земледелия на базе применения мелиораций почв, намеченных майским (1966 г.) Пленумом ЦК КПСС и последующими решениями Партии и Правительства. Для решения этих задач используются материалы о почвах, земельных фондах и методах регулирования солевого режима почв, имеющиеся в распоряжении научных учреждений республики.

Проблема мелиорации засоленных почв и такыров разрабатывается целым рядом институтов.

Институт гидротехники и мелиорации изучает горизонтальный и вертикальный дренаж как средство гидротехнических мелиораций — конструкции, расчетные параметры, технологию и механизацию строительства, эксплуатацию и другие вопросы.

Институт земледелия на фоне действующего дренажа изучает агротехнические меры регулирования солевого режима почв промывками, вегетационными поливами, обработками.

Институт геологии и гидрогеологические партии Управления геологии Совета Министров ТуркмССР исследуют гидрогеологическую обстановку опытных участков и мелиорируемых зон.

Отдел почв Института пустынь АН ТуркмССР изучает геохимию соленакопления и движения солей в почво-грунтах как научную основу мелиорации.

Исследования по мелиорации ведутся на участках, опытных станциях и опорных пунктах в совхозах и колхозах во всех крупных районах республики (площадью по 500—1000 *га*).

В Мургабском оазисе мелиоративные исследования ведутся на Марыйской сельскохозяйственной опытной станции, расположенной в зоне древнего орошения на луговых почвах дельты Мургаба. Станция имеет участок хорошо действующего закрытого горизонтального дренажа, оборудованный для наблюдения за скважинами и кустами пьезометров.

Второй участок закрытого дренажа построен в колхозе «Октябрь» Марыйского района на такыровидных землях более молодой дельты Мургаба, где также есть сеть наблюдательных скважин и пьезометров.

Третий участок расположен в совхозе «Москва» на целинных такыровидных землях, освоение которых начато с приходом амударьинской воды по Каракумскому каналу в 1960 г.

Четвертый участок находится на такыровидных землях в северо-западной части Мургабского оазиса, где ведутся исследования по использованию дренажных вод на орошение, изучаются процессы соленакопления в почво-грунтах за счет орошения риса минерализованными водами.

Натурная модель солевых процессов в почво-грунтах запроектирована во времени (1 : 100 годам). По этому оазису ведется разработка материалов исследований прошлых лет в целях выявления накопления и перераспределения солей под влиянием реки, ирригационных каналов, орошения и других факторов применительно к особенностям геоморфологии четвертичных отложений.

В Тедженском оазисе оборудовано два ключевых участка: горизонтального закрытого дренажа в совхозе «40 лет ВЛКСМ» и «Теджен» на такыровидных землях.

В подгорной части Копетдага мелиоративные исследования ведутся на участках вертикального дренажа в совхозе «Карадамак». Здесь изучаются процессы миграции солей в почвенно-грунтовой толще до 30 *м* при замкнутом и проточном водных режимах балансовых участков. Вопросы промывок и водного режима почв на массивах с большими уклонами изучаются в совхозах «40 лет Тадж. ССР» и № 1, расположенных в предгорной равнине Копетдага.

В западных районах республики в зоне III и IV очередей строительства Каракумского канала ведутся научно-исследовательские работы почвенно-мелиоративного профиля: на Кизыл-Арватском стационаре — по мелиорации и освоению такыров, на Небитдагской опытной станции — по использованию вод Каспийского моря, по рассолению почв и орошению многолетних насаждений в городах и на нефтепромыслах, на Кизыл-Атрекской опытной станции — по освоению такыровидных почв под хлопчатник, плодовые и субтропические культуры.

В зоне Каракумского канала исследования в области мелиорации ведутся на территории от Мургаба до Каспия.

Вторая крупная зона орошаемого земледелия Туркмении расположена в долине и дельте Амударьи. В Чарджоуском оазисе мелиоративные исследования ведутся на опытной станции ТНИИЗ, где с 1947 г. исследуются процессы солеотдачи при обычных промывках в дренажных и бездренажных условиях и под влиянием возделывания риса. Чарджоуская опытно-мелиоративная станция ТНИИГиМ имеет участок вакуумного дренажа, повышающего мелиоративный эффект горизонтального дренажа.

В пойменной части долины Амударьи Саятской бахчевой станцией проводятся опыты по рассолению аллювиально-луговых почв промывками обычными и под влиянием посевов риса.

Государственный педагогический институт им. В. И. Ленина (г. Чарджоу) совместно с Чарджоуской опытной станцией ТНИИЗ изучает методы рассоления почв, солеустойчивость сельскохозяйственных культур.

В дельте Амударьи водно-солевой режим почв и грунтов изучается на лугово-такыровидных почвах Ташаузской опытной станции ТНИИЗ и стационаре ТНИИГиМ в колхозе «Коминтерн» Тахтинского района. Стационар имеет горизонтальные закрытые и открытые дрены с устройством усилителей, заложенных на различную глубину ниже дна дрен, а также с кустами пьезометров.

Всего в республике мелиоративные исследования ведутся в 18 пунктах, в том числе в амударьинских районах — в шести (в Чарджоуском оазисе — в четырех и в Ташаузском — в двух) и в зоне влияния Каракумского канала — в 12.

Наряду с натурными ведутся и лабораторные исследования.

В Институте гидротехники и мелиорации оборудована лаборатория моделирования водно-солевых процессов. Отдел почв Института пустынь имеет хорошо оснащенные геохимическую и аналитическую лаборатории, в которых определяются микроэлементы, органическое вещество, химические и физические свойства почв.

Итоги почвенно-мелиоративных исследований, выполненных в Туркмении, опубликованы в 23 книгах и в многочисленных статьях. В разработке мелиоративной тематики в Туркмении участвует свыше 300 специалистов, в том числе более 50 кандидатов и докторов наук.

Отделом почв Института пустынь АН ТуркмССР составлена почвенная карта Туркменской ССР. В контуре современных оазисов сосредоточено 2,1 млн. *га* земель, из коих в разное время орошалось 1,61 млн. *га*, а в настоящее время используется под орошение 0,6 млн. *га*.

Почвы автоморфные (сероземы светлые, такыровидные, песчано-пустынные) занимают площадь 1,1 (52,5%), переходные (лугово-сероземные, лугово-пустынные) 0,23 (11%) и гидроморфные (луговые, пойменно-аллювиальные, лугово-болотные) 0,76 млн. *га* (36,5%).

Примерно 10—12% земель, главным образом автоморфного режима, не засолено, а остальная площадь их, составляющая около 90%, в различной степени засолена или подвержена засолению.

На основе изучения физических, химических свойств почвы и экономических показателей по их освоению разработана схема мелиоративной группировки основных почв (И. С. Рабочев, В. В. Егоров, Н. Г. Минашина и др.).

Все многообразие почв Туркмении сведено в пять групп, отличающихся по сложности мелиораций.

I — почвы староорошаемые (окультуренные) на опресненных отточных водах. Большая часть их может быть использована при проведении профилактических промывок.

II — почвы, требующие несложных мелиораций, в большинстве находящиеся под орошением. Для использования их нужны коллекторы, местами разреженная дренажная сеть и профилактические промывки.

III — почвы, требующие мелиораций, преимущественно целинные, повышенно засоленные (реже среднезасоленные). Освоение их возможно при сооружении коллекторов и дрен, проведении промывок.

IV — почвы особо трудные при мелиорации, наиболее сложные для освоения — солончаки, сильно заболоченные почвы, такыры, сильнорасчлененные песчаные, серо-бурые почвы. Освоение их связано с большими затратами.

V — непригодные для земледелия образования — солончаковые депрессии, скальные и каменистые участки, подвижные сильно расчлененные пески и др.

Затраты на проведение планировки, промывки и строительство дренажа по существующим нормативам на эти работы составляют для почв I группы 80—290; II — 370—850; III — 400—1480; IV — 770—1670 *руб/га*.

В зависимости от объема работ стоимость их определяется величинами: планировка 80—820; промывка 60—150; дренаж 100—700 *руб/га*.

Предложенная схема мелиоративной группировки почв используется Институтом «Туркменгипроводхоз» при проектировании орошения в зоне влияния Каракумского канала.

По последним сведениям общая площадь земель, из которых будут отбираться участки для орошения на территории Туркменской ССР, со-

ставляет 7012 тыс. *га*. Качественная структура этих земель следующая.

Земли	Площадь, тыс. *га*	%
Высокопроизводительные с начала освоения	2049,3	29,2
Пониженного плодородия, восстанавливаемого в мелиоративный период	393,1	5,6
Низкого плодородия, восстанавливаемого в мелиоративный период	2203,8	31,4
Низкого плодородия	671,8	9,6
Очень низкого плодородия	1694,0	24,2

Земель лучшего качества имеется 2442 тыс. *га*, из них в настоящее время орошается около 600 тыс. *га*.

Требуемые площади можно отобрать из фонда земель, лучших по качеству, расположенных в обжитых районах,— по трассе Каракумского канала и в районах нижнего и среднего течения Амударьи.

В пределах оазисов и субаэральных дельт выделяется восемь самостоятельных природных районов, отличающихся по условиям почвообразования.

Как показали исследования в долинах, дельтах рек и в подгорных равнинах протекают сложные процессы накопления и перераспределения солевых масс. Геохимия соленакопления зависит от характера сложения и химизма водоносных областей, особенностей их транзита и аккумуляции в конечной области стока.

Толща почв и грунтов максимально насыщена солями до регионального водоупора. И только в зонах транзита паводковых вод в дельтах Мургаба и Теджена или селевых вод в предгорной равнине Копетдага соли вмыты на глубину до 2—10 *м*.

При отборе земель под орошение необходимо учитывать особенности и свойства активной толщи солеобмена до глубины 30—50 *м*. В хорошо водопроницаемых однородных грунтах при глубоком залегании грунтовых вод соли распределены равномерно в 10—30-метровом профиле с содержанием до 0,3—0,5% плотного остатка. В проницаемых слоистых грунтах горизонты аккумуляции до 1—2% солей приурочены к слоям тяжелого механического состава с максимумом до 3—4% над грунтовыми водами. В тяжелых по механическому составу покровных отложениях. как правило, соли до 3—5% плотного остатка концентрируются в верхних слоях зоны аэрации.

Максимум солей обычно приурочен к слоям грунтов тяжелого механического состава с низким коэффициентом фильтрации и слабой солеотдачей. В незасоленных грунтах (0,1—0,2% солей) чаще преобладает гидрокарбонат кальция, в слабо засоленных (0,3—0,5%) наряду с HCO_3 накапливается гидрокарбонат натрия. Смешанный тип солевого состава с содержанием хлоридов и сульфатов наблюдается в почвах и грунтах повышенной засоленности. Ионный и молекулярный состав солей зависит от условий аккумуляции в почво-грунтах.

Сведения о процессах изменения запасов и состава солей в зоне аэрации и в водоносной толще грунтов позволяют рассматривать следующие типы солевого режима почв: устойчивого рассоления, перемежающегося сезонного рассоления и засоления.

Первый тип встречается в почвах слабозасоленных, содержащих $S<0{,}5\%$, $Cl<0{,}02\%$, $SO_4<0{,}05\%$, на фоне пресных грунтовых вод, залегающих глубже 2 *м*. Благоприятный солевой режим этих почв, составляющих наиболее производительную часть земельного фонда, сохраняется за счет высокого уровня агротехники.

Второй тип наблюдается в почво-грунтах, недостаточно промытых от солей, когда $S=1—2\%$, $Cl=0{,}05—0{,}10\%$, $SO_4=0{,}10—0{,}30\%$, на минерализованных грунтовых водах, залегающих выше 2 *м*.

Таблица 1

Характерные солевые профили почво-грунтов (по содержанию плотного остатка в грунтовых водах в *г/л*)

Тип солевого режима	Условия формирований солевых профилей	Глубина, *м*			
		до 3	3—10	10—20	20—30 и более
Почвы оазисные					
Рассоление	Систематическое орошение при обеспеченном оттоке вод	1—3 по всему вертикальному профилю			
Сезонное рассоление	Орошение при необеспеченном оттоке вод	5—10	10—20	20—30	30
Засоление	Внутриоазисные солончаки, перелоги	20—30	10—20	20—30	30
Почвы пустынные					
Аккумулятивный	Первичное соленакопление	20—40 по всему вертикальному профилю			
Разгрузочный (за счет погружения солей)	Периодическое затопление речным или ирригационным стоком	5	3—10	10—20	30

Третий тип характерен для почв солончакового режима при активном участии застойных минерализованных вод, залегающих выше 1,5 *м*.

Вертикальное распределение солевых масс в толще до местного водоупора, наиболее часто встречающегося на глубине 20—50 *м* (в Чарджоуском оазисе около 20—25, в Ташаузском 30—40, в Мургабском около 40—50 *м*), также укладывается в определенную схему.

Глубинное распределение солей связано с особенностями накопления и миграции их, происходящих в естественных и орошаемых условиях. Земельный фонд можно подразделить на оазисный (в долинах и дельтах рек) и пустынный (в субаэральных дельтах и предгорных равнинах).

В пределах оазисов выделяются: орошаемые, ранее орошаемые и целинные почвы.

Пустынные почвы подразделяются на области (табл. 1): аккумуляции солей (за счет подземного и поверхностного стока) и погружения солей (под влиянием фильтрации поверхностного стока).

Оазисные гидроморфные орошаемые почвы, в прошлом дренируемые низким КЗИ (0,2—0,3), а в настоящее время системами искусственного водоотвода, достаточно рассолены или претерпевают стадию рассоления, тогда как внутриоазисные неорошаемые земли аккумулируют соли за счет выпаривания минерализованных грунтовых вод.

Устойчивость растений к солям зависит от их биологических особенностей, а также от химических, физических, биологических свойств и термодинамических факторов. В процессе приспособления культурных растений к среде с повышенной концентрацией солей возрастает гидрофильность плазменных коллоидов и в некоторых пределах повышается осмотическое давление клеточного сока растений (П. А. Генкель, А. А. Шахов, Б. П. Строганов и др.). Отмечена высокая токсичность одновалентных солей, особенно NaCl. Замена натрия кальцием и хлоридов сульфатами снижает вредное действие солей (А. К. Носов, Н. Тайлаков).

Солевыносливость растений повышается за счет увеличения в листьях доли связанной воды. Органическое вещество и микроэлементы, в частности цинк, способствуют повышению содержания связанной воды за счет уменьшения доли свободной воды.

Порог токсичности солей при прочих равных условиях в значительной мере зависит от состава солей. Н. И. Базилевич и Е. Н. Панковой

(1968) предложено определение «суммарного эффекта» токсичности ионов (Si), выражаемого в эквивалентах хлора при условии, когда $Cl = 0{,}1CO_3 = (2{,}5 \div 3{,}0)HCO_3 = (5 \div 6)SO_4$. Отсюда степень засоленности почвы устанавливается по сумме токсичных солей при различной их комбинации.

Солевой режим и качественный (ионный и молекулярный) состав солей зависит от давности и условий орошения. В староорошаемых, хорошо дренированных почвах, как правило, преобладают сульфаты, а в недостаточно промытых, слабо дренированных почвах давнего и нового орошения больше хлоридов. Можно считать оптимальным содержанием солей для основных сельскохозяйственных культур, на староорошаемых почвах до 0,3%, а на вновь осваиваемых (в первые годы) — до 0,5% плотного остатка.

Повышенная засоленность вызывает метаболические расстройства вследствие накопления в растении токсинов, приводящих к понижению биологической активности организма.

Процессы солеудаления из корнеобитаемой (около 1,0 *м*) и активной (30÷50 *м*) зон солеобмена зависят от величины промывной нормы (М), способов, сроков промывки и подготовки земель к рассолению.

Установлены фазы миграции солей под влиянием промывок:

I — растворение солей при насыщении почво-грунтов до состояния наименьшей влагоемкости (НВ);

II — первоначальное вытеснение солей преимущественно в глубь и частично в стороны при М = 2÷3-кратной НВ;

III — последующее погружение солей в толщу грунтов при М = 4÷10-кратной НВ.

В фазу I происходит растворение легкоподвижных солей NaCl, $NaSO_4$, $Mg(HCO_3)_2$ и перераспределение их в почве.

В фазу II разбавляется почвенный раствор, затухает энергия поглощения натрия, замещаемого обменным кальцием. Под влиянием усиления фильтрации и гидродинамического напряжения, создаваемого на поверхности, в фазу II достигается удаление из метрового слоя почвы до 8% запаса легкорастворимых солей.

В фазу III продолжается разбавление и погружение почвенного раствора, усиление энергии поглощения катиона кальция за счет вытеснения обменного натрия. Изменяется отношение $Cl : SO_4$ как 1 : 6÷9 и Na : Ca как 1 : 2. Из метрового слоя лугово-солончаковой почвы удаляются NaCl до 90; $MgSO_4$ — до 80; $CaSO_4$ — до 70; $Ca(HCO_3)_2$ — до 60%.

В результате обменных реакций в процессе промывок происходит образование вторичных солей сернокислого кальция, хлористого магния и кальция, реже соды.

Изучались процессы рассоления значительной толщи почво-грунтов при обычных промывках нормами 7÷10 тыс. *м*³/*га* и под влиянием орошения риса при водоподаче 30—50 тыс. *м*³/*га*.

Принимая для расчета 100 *м*³ воды на 1 *т*/*га* соли и остаточное S = =0,5%, получаем величины:

S, %	0,70	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00
М, тыс. *м*³/*га*	3,0	7,5	11,0	15,0	18,7	22,5	30,0	37,5

Обычно в метровом слое орошаемых почв содержится меньше 1% солей, на удаление которых требуется 3—5 тыс. *м*³/*га* воды. Земли нового освоения, особенно внутриоазисные лугово-солончакового режима содержат большие запасы солей, на удаление которых соответственно требуются высокие промывные нормы и длительный период проведения промывок — от 5—10 до 100 дней. В зависимости от требуемого расхода воды и продолжительности периода рассоления можно рекомендовать обычные промывки при М = 20 тыс. *м*³/*га* и через посевы риса при более высоких нормах воды.

Слагаемые водного баланса в зависимости от способов промывок составляют следующие величины (в процентах):

	Промывки обычные нормой 7—10 тыс. $м^3/га$	Промывки через посевы риса нормой 30—50 тыс. $м^3/га$
Суммарное испарение	10	30—50
Дренажный сток, погружение и растекание	90	70—50

Активная часть М за вычетом суммарного испарения при обычных промывках соответствует 2—3-кратной НВ, а на рисовых участках более 7—10-кратной НВ. Опыт показывает приемлемость применения метода рассоления почвы посредством возделывания риса.

На фоне горизонтального дренажа (Чарджоу) под влиянием промывок ирригационной водой в первый год возделывания риса запас солей уменьшился в 2÷3-метровой толще. В то же время отмечено накопление солей в глубоких слоях. За 2÷3 года посева риса достигается полное рассоление 2÷3-метрового слоя почво-грунтов, значительное уменьшение их запаса в 6÷8-, иногда в 10÷12-метровой толще.

Интенсивность рассоления метрового слоя почв иллюстрируется следующим примером (табл. 2). В первый год удалено 79,26% запаса солей, в том числе дренажем — 68,7% солей (также от исходного), из них во второй год удалено 64,7% солей (также от исходного), из них дренажем — 46,35 и вмыто вглубь — 18,35%. В третий год соответственно 61,07, 32,77 и 28,3%. За два сезона удалено из первого метра 456 *т/га*, из двухметрового слоя — 552 *т/га*.

Предстоящее развитие орошения требует огромных расходов воды. Свободный сток Амударьи будет израсходован на ирригацию и промыш-

Таблица 2

Баланс солей метрового слоя лугово-солончаковой почвы (Чарджоу) под влиянием промывок через рис

Приход солей			Расход солей		
Элементы учета	*т/га*	%	Элементы учета	*т/га*	%
			Первый год		
Запас до промывки	498,2	97,2	Осталось после промывки	106,33	20,74
Внесено с водой	14,48	2,8	Удалено дренажем	349,13	68,13
			Погружено вглубь	57,04	11,13
Итого	512,5	100	Итого	512,5	100
			Второй год		
Запас до промывки	106,33	88,02	Осталось после промывки	42,4	35,30
Внесено с водой	14,40	11,98	Удалено дренажем	56,17	46,35
			Погружено вглубь	22,16	18,35
Итого	120,73	100	Итого	120,73	100
			От 1-го года	—391,77	—74,5
			Третий год		
Запас до промывки	42,40	74,75	Осталось после промывки	22,08	38,93
Внесено с водой	14,32	25,25	Удалено дренажем	18,67	32,77
			Погружено вглубь	15,97	28,30
Итого	56,72	100	Итого	56,72	100
			От 2-го года	—64,01	—53,2
			От 1-го года	—455,78	—89,0

ленные цели в ближайшие два десятилетия. Дополнительными источниками орошения могут быть значительные запасы подземных вод, а также слабосоленые дренажные воды, сток которых за пределы оазисов Туркменистана в летние месяцы достигает 80—100 *м³/сек*. В перспективе сброс дренажных вод в зоне Каракумского канала и в районах Амударьи достигнет 4—5 *км³*.

В первые годы действия дренажа, когда идет интенсивное рассоление осваиваемых земель, дренажные воды содержат 10—30 *г/л* солей. По мере рассоления почвы дренажная вода становится солоноватой, с содержанием суммы солей до 2—3 *г/л*. Такая вода используется на орошение полевых и плодовых культур в долинах рек Сумбара и Атрека.

Опыты применения минерализованных вод на рассоление почв при орошении риса в Ташаузском, Мургабском оазисах и в подгорной равнине Копетдага свидетельствуют о целесообразности использования их в земледелии. Особенно хорошие результаты по рассолению почвенно-грунтовой толщи до глубины 10—15 *м* получены на участках, дренируемых вертикальными скважинами. Одновременно с рассолением почв за счет использования дренажных вод получено по 2—3 *т/га* риса, стоимость которого покрывает расходы на освоение земель.

В республике ведется подготовка к использованию в сельском хозяйстве минерализованной воды на рассоление почв и орошение таких относительно устойчивых культур к солям, как рис, сорго, суданская трава и др.

Этот резерв водных ресурсов уже находит отражение в перспективном планировании развития ирригации и обводнения пустынь.

В мелиоративной практике по рекомендации научных учреждений применяются два типа дренажа: горизонтальный (открытый и закрытый) и вертикальный. Наиболее широко распространен горизонтальный открытый дренаж.

Данные, полученные станциями о модулях дренажного стока (0,22 *л/сек* с 1 *га*), коэффициентах откосов (1 : 1÷2), водном и солевом режимах дренированных почв использованы при проектировании мелиоративных систем в районах среднего и нижнего течения Амударьи.

Изучение действия закрытого горизонтального дренажа в колхозе «Октябрь» Марыйского района и на Марыйской опытной станции ТНИИЗ показало большое преимущество его перед открытым дренажем в эксплуатации и эффективности рассоления почв.

Установлена целесообразность закладки временных мелких (до 1 *м*) дрен на участках с дренажем. Так, сток по дренам колхоза «Октябрь» при одинаковой водоподаче составил по основным (l=450 *м*) 13%, а при включении временных дрен (l=50 и 100 *м*) — 25% от водоподачи на промывку в размере 9÷12 тыс. *м³/га*. Временные дрены оказываются необходимыми в случае применения высоких промывных норм.

Исследования В. А. Калантаева показали возможность повышения эффективности дренажа за счет создания вакуума в полости закрытых его систем. Например, модуль дренажного стока закрытого дренажа составляет 0,27, а вакуумного — 0,995 *л/сек* с 1 *га*, среднесуточное снижение уровня грунтовых вод — соответственно 2÷3 и 8 *см*. Вакуумный дренаж способен отводить дренажные воды в объеме $^1/_2$÷$^4/_5$ величины водоподачи на промывку.

Дренаж глубиной до 2 *м* при вакууме 0,1 *ат* работает с интенсивностью, равнозначной обычному дренажу глубиной 2,5—3,0 *м*, строительство которого практически невозможно в условиях плывунных грунтов Чарджоуского и других оазисов.

Изучается возможность повышения эффективности горизонтального дренажа за счет применения колодцев-усилителей. Первые исследования (И. С. Рабочев) на Чарджоуской опытной станции показали целесообразность их применения при близком залегании песчаных грунтов с

высоким коэффициентом фильтрации. В. С. Седов испытал колодцы-усилители из перфорированных труб диаметром 114 *мм*, закладываемых через 100 *м* на глубину 15 *м*. Расход усилителя составил 1,0÷1,4 *л/сек* на 1 *м* действующего напора. Оказалось, что работа одного такого усилителя соответствует работе 300-метровой горизонтальной дрены глубиной 4 *м*. Действие дренажа можно повысить за счет закладки кустов из 3—4 усилителей. Предложена формула для расчета дренажа с усилителями (В. С. Седов).

Усилители рекомендуются для условий двухслойных грунтов при глубине до местного водоупора около 20 *м*. По опыту колхоза «Коммунизм» Тахтинского района применение колодцев-усилителей позволяет сократить затраты на дренирование 1 *га* земли со 1100 до 260 *руб*.

Проведена оценка расчетных параметров горизонтального дренажа методом лабораторного моделирования на гидроинтеграторе Лукьянова для двухслойных грунтов с мощностью слоев 20 и 40 *м*, при коэффициентах фильтрации 0,5 и 2,0 *м/сутки* (О. Назармамедов).

По данным моделирования, междренный напор в слабопроницаемом грунте почти в три раза больше напора в грунтах с хорошей проницаемостью. Междренный напор в однородных грунтах, вычисляемый по формуле С. Ф. Аверьянова (1958) соответствует значениям, полученным по данным моделирования. Среднегодовой дренажный модуль для различных районов республики колеблется от 0,17 до 0,43 *л/сек*.

Мелиоративный эффект вертикального дренажа получен на участке колхоза «Туркменистан» Чарджоуского оазиса, где на площади 1000 *га* испытано 14 скважин глубиной 25÷40 *м*. За четыре года дренажный сток с территории колхоза составил 25% общего водозабора на орошение.

Затраты на строительство скважины составили 10÷12 тыс. *руб*. (200 *руб/га*), эксплуатационные затраты — 2,0÷2,5 тыс. *руб*. (34 *руб/га*).

В первый же год (1965) применения вертикального дренажа с 1 *га* посевов получено продукции на 802 *руб* против 412 *руб* до дренирования земель. Затраты на сооружение и эксплуатацию вертикальных скважин окупились за один год, а за три года их действия колхоз получил доходов на 2067 *руб* больше, чем за предыдущие три года без дренажа.

Отделом почв Института пустынь АН ТуркмССР совместно с Институтами геологии и гидротехники и мелиорации проведено районирование типов дренажа для зоны Каракумского канала. Горизонтальный дренаж рекомендован для гидроморфного режима при $K \geqslant 5$ *м/сутки* и значительной мощности водоносного слоя. Вертикальный дренаж приемлем при модуле дренажного стока $<0{,}2$ *л/сек* с 1 *га* и коэффициенте фильтрации <2 *м/сутки*, увеличивающемся сверху вниз.

При районировании типов дренажа следует учитывать распределение солевых масс в подстилающих грунтах и подземных водах. Пресные или слабоминерализованные воды, сформировавшиеся в толще грунтов под староорошаемыми полями, создают экран, предотвращающий интрузию соленых вод. Интенсивная откачка их может привести к подсасыванию восходящих солевых растворов вместе с грунтовыми водами и засолению почв. В таких условиях перфорацию скважин следует приурочивать к горизонтам солевых аккумуляций.

Дренаж как надежное средство мелиорации широко применяется во всех районах Туркменистана. Построены крупные магистральные коллекторы в Амударьинском оазисе и начато сооружение коллектора в Мургабском. Ниже приводятся характеристики этих коллекторов:

Коллектор	Протяженность, *км*	Расход, *м³/сек*	Коллектор	Протяженность, *км*	Расход, *м³/сек*
Дарьялыкский	295	67	Чарджоуский	211	30
Озерный	212	60	Мургабский	85 (прсект)	30

Таблица 3

Урожай и производство хлопка на фоне дренажа

Оазисы	Год	Дренаж, *пог. м/га*	Урожай, *ц/га*	Производство хлопка, тыс. *т*
Ташаузский	1963	15,3	15,8	—
	1967	23,1	32,7	—
Чарджоуский	1963	10,0	22,3	—
	1967	21,7	29,0	—
Мургабский и Тедженский	1963	3,7	16,2	—
	1967	7,3	21,2	—
Всего по республике	1963	9,4	17,9	459,4
	1967	15,3	25,5	701,1

Протяженность коллекторно-дренажной сети на 1 января 1969 г. достигла 8350 *км* или около 15 *пог. м* на 1 *га* орошаемых земель.

Применение дренажа и промывок благоприятно сказалось на мелиоративной обстановке оазисов и создало условия для значительного повышения урожайности и увеличения производства хлопка (табл. 3).

За 5 лет урожайность хлопчатника повысилась в Мургабском и Тедженском оазисах на 5 *ц/га*, а в Чарджоуском и Ташаузском на 7,3—9,6 *ц/га*.

В 1965—1967 гг. капиталовложения в мелиорацию составляли 28—31 млн. *руб*, из них на сооружение коллекторов и дрен пошло около 70%, на очистку сети 10% и планировку полей —20%. Из 60,5 млн. *руб* капиталовложений в мелиорацию в Ташаузский оазис было направлено 46, в Чарджоуский —36 и в зону Каракумского канала —18%. Такое распределение ассигнований на мелиорацию нельзя считать правильным, так как в зоне Каракумского канала сосредоточено более 40% используемых под орошение земель республики и почти все они нуждаются в мелиорации.

Принимаются меры к увеличению ассигнований на мелиорацию земель. Из общей суммы капитальных вложений на водохозяйственное строительство затраты на сооружение дренажа составляют более 30%, из них половина предназначена для дренирования земель зоны Каракумского канала.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВ НА ЮГЕ УКРАИНЫ И ЕГО ПОДТВЕРЖДЕНИЕ

Орошение земель юга Украины является важным мероприятием для получения высоких и устойчивых урожаев и повышения валовых сборов зерна. При определенных условиях (плохая естественная дренированность и др.) орошение может вызвать ухудшение мелиоративного состояния и выпадение земель из сельскохозяйственного пользования. Заблаговременное предвидение возможного ухудшения мелиоративного состояния земель могло бы быть очень полезным, поскольку в этом случае можно своевременно предусмотреть профилактические мероприятия. Одним из путей научного предвидения перспектив орошаемых земель является разработка прогноза изменений водно-солевого режима почв под влиянием поливов.

Ранее прогнозированием вторичного засоления занимались преимущественно гидрогеологи, которые путем моделирования на гидроинтеграторе Лукьянова, приборе ЭГДА или расчетным путем получали данные о возможном подъеме уровня грунтовых вод под влиянием орошения. Однако карты прогнозируемого положения уровня грунтовых вод не удовлетворяли проектировщиков, поскольку в них отсутствовала характеристика возможного влияния грунтовых вод на почвы. Необходим был ответ на вопрос о том, грозит ли данной территории только заболачивание или еще и вторичное засоление.

Поэтому перед почвоведами возникла задача отыскания путей перехода от характеристики прогнозируемых глубин грунтовых вод к количественным показателям засоления почв. Эту задачу пришлось решать, исходя из современных представлений о происхождении и режиме засоленных почв (Ковда, 1946; Летунов, 1958; Егоров, 1959; Аверьянов, 1959; Морозов, 1962 и др.).

В основу теории прогнозирования было положено явление вторичного засоления почв при превышении критического уровня грунтовых вод.

Отсутствие в период начала работ по солевому прогнозу метода количественной оценки миграции солей при орошении вынудило обратиться к моделированию отдельных почвообразовательных процессов, протекающих при засолении. Но прежде всего пришлось начинать с изучения объекта, для которого составлялся прогноз, в целях получения исходной характеристики в отношении засоленности грунтовых вод и почво-грунтов, а также некоторых водно-физических свойств. Наряду с этим в поле определялась критическая глубина грунтовых вод. В лаборатории, а также в полевых условиях моделировалось изменение химического состава грунтовых вод при их подъеме в толще почво-грунта, расход грунтовых вод на испарение, скорость подъема по капиллярам и др.

Подсчитывалось возможное накопление солей в почвах и на основе карт гидрогеологического прогноза, разработанных гидрогеологами, составлялись крупномасштабные карты прогноза вторичного засоления почв. На картах показывалось ожидаемое засоление почв будущих орошаемых участков на несколько сроков от начала эксплуатации оросительной системы (Новикова, 1964, 1967). Карты передавались проекти-

рующим организациям для выбора участков, нуждающихся в первоочередном дренаже.

Анализ этих карт показал, что в зоне орошения Северо-Крымского и Краснознаменского каналов вторичное засоление может наступить уже в первые годы эксплуатации на многих орошаемых участках (с зерновыми и кормовыми севооборотами), расположенных в низменной части Причерноморья и Присивашья (Новикова, Кукоба, Кроткевич, 1966). Поскольку такое заключение влекло за собой серьезные выводы о необходимости дополнительных капитальных затрат на устройство дренажа, необходимо было убедиться в правильности составленного прогноза. С этой целью была осуществлена проверка прогноза на некоторых участках, для которых составлялся солевой прогноз.

Необходимо отметить, что проблема прогнозирования вторичного засоления в настоящее время привлекла к себе огромное внимание как в связи с развитием орошения, так и в связи с выходом в свет работы С. Ф. Аверьянова (1965), в которой рассмотрено количественное описание движения солей в водонасыщенной пористой среде под влиянием диффузии, конвективного передвижения и растворения. Им разработан расчетный метод прогнозирования засоления или рассоления, в котором дана связь водного и солевого режимов. Использование этого метода и сравнение его с методом моделирования — дело ближайшего будущего.

Переходим к изложению результатов обследования двух орошаемых участков для сопоставления фактического и прогнозируемого положения грунтовых вод и засоления почв.

В зоне Северо-Крымского канала обследовался орошаемый участок совхоза «Таврического» Красно-Перекопского района, Крымской области. Он расположен в области Присивашской аккумулятивной низменности, в 3—5 *км* на восток от Каркинитского залива Черного моря. Рельеф его равнинный, с заметным уклоном с севера на юг, гипсометрический уровень поверхности земли колеблется в пределах 5—12 *м*. Четвертичная толща сложена лёссовидными суглинками и глинами, подстилаемыми на глубине 23—25 *м* неогеновыми глинами. Грунтовые воды до орошения залегали на глубине 5—9 *м*, минерализация колебалась от 8—10 до 20—25 *г/л*, тип засоления вод преимущественно сульфатно-хлоридный магниево-натриевый.

Почвенный покров состоял из комплекса лугово-степных темно-каштановых солонцеватых почв и пятен солонцов (10—25%). Первый горизонт аккумуляции солей в темно-каштановых почвах находился глубже 130—150 *см* и характеризовался сульфатно-кальциевым или сульфатно-натриевым типом засоления. В солонцах первый горизонт аккумуляции солей залегал выше, с глубины 40—70 *см*, тип засоления хлоридно-сульфатный кальциевый или сульфатно-кальциевый. Запасы солей в верхнем метровом слое темно-каштановых почв составляли 18—25, в солонцах —60—80 *т/га*.

При разработке прогноза принимались во внимание следующие проектные данные. Рассматриваемый участок предназначался для выращивания зерновых и кормовых культур при орошении. Водозабор намечался из межхозяйственного оросителя РМ-3, огибающего участок с севера и запада. По южной, наиболее низкой части участка намечался оросительный канал для полива примыкающего с юга аналогичного поливного массива с зерно-кормовым севооборотом.

Прогнозирование изменения водно-солевого режима под влиянием орошения при названных условиях показало следующее. Через пять лет от начала орошения должно произойти значительное нарастание уровня грунтовых вод, причем самое высокое положение (около 1 *м*) грунтовые воды должны занять вдоль межхозяйственного канала РМ-3 и на юге, в пониженной части участка.

Именно в этих местах вследствие превышения критического уровня грунтовых вод ожидалось появление наиболее сильно выраженного вторичного засоления.

На основании действительных результатов в последующем были внесены существенные изменения в проект. Южнее рассматриваемого участка были созданы рисовые поля. Между рассматриваемым участком и рисовым полем был сооружен глубокий сбросной канал (3 *м*), ограждающий рисовое поле. Вдоль северной и северо-западной границы поля построен межхозяйственный распределительный канал РМ-3, а вдоль восточной границы — оросительный канал ХР-3.

Орошение на участке началось в 1964 г. Выращивались зерновые и кормовые культуры: озимая пшеница, кукуруза и люцерна. Проектная оросительная норма составляла 4—4,5 тыс. $м^3/га$, но, судя по наблюдению за фактическим поливом, она значительно превышалась.

Во время обследования участка в 1968 г. на площади 403 *га* было заложено 40 скважин до уровня грунтовых вод, на основании которых был составлен ряд карт (глубин грунтовых вод, гидрохимического состава и минерализации грунтовых вод и засоленности почв).

Как оказалось, грунтовые воды за 5 лет орошения действительно резко поднялись и вместо исходного положения в 5—9 *м* установились на глубине 1—2,5 *м*, а местами — и на поверхности. Вдоль межхозяйственного канала РМ-3 образовалось болото, поросшее камышом, за которым на большей части участка грунтовые воды встречались на глубине 1—1,5 *м*, а на юге возле сбросного канала и юго-востоке — на глубине 2—2,5 *м*. Средний подъем грунтовых вод совершался со скоростью около 1 *м* в год.

Что касается минерализации и гидрохимического состава грунтовых вод, то здесь также обнаружились изменения по сравнению с исходным состоянием. Наибольшее изменение произошло в грунтовых водах вблизи межхозяйственного канала РМ-3 и сбросного канала. Минерализация грунтовых вод снизилась здесь до 1—10 *г/л*, а состав стал сульфатным, вместо сульфатно-хлоридного. В центральной части участка минерализация изменилась в меньшей мере (10—20 *г/л*), но в составе солей стали преобладать сульфаты натрия и магния.

Если сопоставить фактическое положение уровня грунтовых вод с прогнозируемым, то оказывается, что прогноз подтвердился для северной части участка. В южной, где вопреки первоначальному проекту был построен сбросной канал, обеспечивший снижение грунтовых вод, он не подтвердился, что вполне понятно.

Перейдем к засоленности почв. Как показало обследование, через пять лет орошения засоленность почв резко изменилась. Вдоль межхозяйственного канала РМ-3 рядом с заболоченной полосой образовалась зона вторично-засоленных почв в стадии пятнистого засоления. Ширина полосы местами достигала 150 *м*. Соли концентрировались главным образом вверху, в виде белой корки (до 10%) сульфатного или сульфатно-хлоридного магниевого, натриевого или кальциевого состава (табл. 1, № 510, 534). В средней части участка обнаружена зона ослабленного глубинного засоления с содержанием солей в пределах верхнего метра до 0,5% сульфатного натриевого, магниевого или кальциевого типа (№ 524). В северо-восточной части участка появилось слабое засоление гидрокарбонатно-натриевого (содового) типа (№ 517). Незасоленными остались южная и юго-западная части участка, тяготеющие к сбросному каналу шириной до 300 *м*.

Сравнение фактического засоления с прогнозируемым показывает, что прогноз подтвердился для северной и центральной частей участка, но не совпал для южной. Это несовпадение объясняется, как уже говорилось, дренирующей ролью сбросного канала, который обеспечил стабилизацию уровня грунтовых вод ниже критического, что предотвратило

Таблица 1

Данные анализа водных вытяжек из почв совхоза «Таврический» после пятилетнего орошения, 1968г.

Номер разреза, почва	Глубина, *см*	Сухой остаток, %	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+
			мг-экв на 100 *г* почвы					
510 Солончак (вторичный)	0—2	5,162	1,05	8,42	71,74	9,41	39,29	30,20
	2—20	0,641	0,67	0,60	8,41	3,39	2,75	3,13
	20—60	0,314	0,70	1,10	3,14	1,86	0,80	1,50
	60—100	0,296	0,75	0,40	3,18	1,27	0,67	2,10
534 Солончаковая (вторичная)	0—2	0,446	0,53	1,47	5,29	3,94	1,21	2,00
	2—20	0,256	0,92	0,46	1,97	1,11	1,80	1,20
	20—50	0,239	0,72	0,37	2,36	2,68	1,05	0,04
524 Лугово-каштановая солонцеватая глубокосолончаковатая	0—20	0,111	0,80	0,17	0,49	1,54	Сл.	Сл.
	20—50	0,115	1,00	0,21	0,32	0,51	»	0,92
	50—100	0,505	0,70	0,64	5,91	1,41	1,41	4,72
	120—150	0,823	0,50	0,85	11,07	3,65	3,45	5,00
517 Лугово-каштановая солонцеватая	0—20	0,114	1,08	0,23	0,04	0,40	0,24	0,52
	20—50	0,129	1,18	0,26	Сл.	0,25	0,28	0,80
	50—100	0,247	2,25	0,20	0,01	0,27	0,07	2,00
	100—150	0,290	1,67	0,24	1,29	0,49	0,13	2,20
	150—180	0,390	0,98	0,35	3,90	1,56	1,82	1,60
	180—240	1,061	0,88	1,09	13,21	7,49	4,71	2,61

вторичное засоление почв в этой части участка. Учитывая направленность процессов соленакопления, следует прийти к выводу о вполне удовлетворительном подтверждении прогноза для рассматриваемого участка в совхозе «Таврическом».

Проверка прогноза в зоне Краснознаменской оросительной системы (западная ее часть) велась на территории совхоза «Память Ильича» Скадовского района, Херсонской области. Он расположен на побережье Коржинского залива Черного моря и в геоморфологическом отношении относится ко второй надпойменной террасе Днепра с абсолютными отметками в пределах 0—15 *м*. Рельеф участка равнинный, нарушаемый мелкими понижениями и подами, с заметным уклоном с севера на юг. В восточной части находится крупное подообразное понижение.

В отличие от Крымского Присивашья четвертичная толща представлена легкими по механическому составу отложениями — древнеаллювиальными песками мощностью до 40 *м*, прикрытыми сверху небольшой толщей (1,5—2 *м*) песчано-легкоглинистых и супесчаных лёссовидных отложений. Подстилаются древнеаллювиальные пески песчано-глинистыми отложениями верхнего и среднего плиоцена, а еще ниже — глинами киммерийского яруса, под которыми лежат известняки неогена. Характерным признаком легких лёссовидных отложений является их опресненность и отсутствие гипсовых аккумуляций.

Водоносные горизонты залегают в толще древнеаллювиальных песков, в подстилающих их куяльницких песках и известняках понта-меотиса. Грунтовые воды на территории совхоза до орошения залегали на глубине от 8—9 *м* на севере до 1 *м* на юге в прибрежной части. Минерализация их колебалась от 1—3 до 5 *г/л* и лишь на побережье возрастала до 10 *г/л*.

Почвенный покров до орошения в основном состоял из лугово-степных комплексов темно-каштановых среднесолонцеватых почв и солонцов. В мелких и крупных подообразных понижениях залегали лугово-черноземные почвы. По содержанию солей основная часть почв до орошения

относилась к незасоленным, с запасом в верхнем метровом слое до 10—15 *т/га* солей сульфатно-гидрокарбонатного или хлоридно-сульфатного типов. В пониженной восточной части территории совхоза в подообразном понижении количество солей в лугово-каштановых солонцеватых почвах несколько возрастало — до 20—30 *т/га*, а в солонцах — до 35—45 *т/га*. Тип засоленности этих почв соответственно был хлоридно-сульфатным натриевым и сульфатно-хлоридным натриевым.

Участок совхоза «Память Ильича» предназначался для выращивания зерновых и кормовых культур при орошении. На северной границе орошаемого участка проходит магистральный Краснознаменский канал. Орошаемый участок заключен между магистральным каналом и побережьем моря.

Согласно разработанному прогнозу, здесь следовало ожидать быстрого (через 3—5 лет) подъема уровня грунтовых вод (выше 1 *м* от поверхности) в восточной части участка в подообразном понижении и появления вторичного засоления.

Фактически подъем грунтовых вод стал наблюдаться в первый же год заполнения магистрального канала водой. Вследствие легкого механического состава почво-грунтов под каналом образовался широкий купол грунтовых вод. Сильное влияние купола прослеживалось к югу от канала (в сторону понижения) на расстояние до 600 *м* от канала и более ослабленное — до 3000 *м*.

В восточной пониженной части орошаемого участка уже в первый год орошения появились признаки начавшегося вторичного засоления. Грунтовые воды с 200 *см* весной поднялись в период вегетации на 80 *см*. Почвенный профиль оказался капиллярно увлажненным до глубины 30 *см*, а в пределах 20—30 *см* стали аккумулироваться соли. Минерализация грунтовых вод была небольшой —2—4 *г/л*.

Через три года после начала орошения уровень грунтовых вод поднялся еще на 1 *м*, и в восточной части участка произошло вторичное засоление хлоридно-натриевого-кальциевого типа с выцветами солей на поверхности (табл. 2, № 7 и 9).

Таблица 2

Данные анализов водных вытяжек из почв совхоза «Память Ильича» через 3 года после начала орошения, 1965г.

Номер разреза, почва	Глубина, *см*	Сухой остаток, %	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+
			мг-экв на 100 *г* почвы					
7 Солончак (вторичный)	0—5	3,734	0,86	50,84	10,82	23,04	7,36	33.92
	5—20	0,697	0,90	8,22	2,03	2,45	1,01	7,98
	20—50	0,388	0,90	3,87	1,29	1,10	0,61	4,44
	50—100	0,361	1,23	3,36	0,89	0,55	0,51	4,60
	100—150	0,234	1,47	1,02	0,84	0,23	0,28	2,58
9 Солончак (вторичный)	0—5	1,842	0,82	21,41	8,27	15,50	4,27	11,72
	5—20	0,277	0,73	2,80	0,95	1,47	0,27	2,80
	20—50	0,211	1,10	1,57	0,40	0,42	0,13	2,53
	50—100	0,184	1,51	0,84	0,07	0,18	Следы	2,38
	100—150	0,151	1,18	0,63	0,24	0,23	0,23	1,64
10 Лугово-каштановая солонцеватая	0—5	0,053	0,49	0,12	0,07	0,45	0,10	0,13
	5—20	0,075	0,49	0,17	0,35	0,46	0,14	0,40
	20—50	0,084	0,73	0,25	0,14	0,87	0,09	0,18
	50—100	0,100	0,81	0,29	0,21	0,55	0,23	0,49
	100—150	0,145	1,42	0,25	0,14	0,14	0,13	1,64
	150—200	0,011	0,97	0,33	0,24	0,18	0,14	0,34

В повышенной равнинной части с почвами легкого механического состава, где отток грунтовых вод был более интенсивным, вторичного засоления не отмечалось (№ 10).

Сопоставление прогнозируемого засоления с фактическим показывает, что прогноз полностью подтвердился для восточной пониженной части.

Следует отметить, что появление вторичного засоления в совхозе «Память Ильича» было зафиксировано также сотрудниками Украинского научно-ислседовательского института орошаемого земледелия в 1964 г. (К. Э. Бурзи).

Подтопление населенных пунктов и развитие вторичного засоления вызвало необходимость применения оздоровительных мероприятий. Была построена дренажно-коллекторная сеть, которая значительно улучшила мелиоративное состояние поливных земель и примыкающих к ним массивов.

Таким образом, повторное почвенно-мелиоративное обследование двух участков, для которых ранее составлялся прогноз водно-солевого режима, показало, что прогноз в основном подтвердился. Несовпадение в некоторых деталях объясняется изменением проекта, превышением норм полива и т. д.

Следовательно, карты прогноза вторичного засоления, составленные для зоны орошения Северо-Крымского канала, могут служить надежной основой для выбора участков, нуждающихся в первоочередном дренаже.

Литература

Аверьянов С. Ф. Рассоляющее действие фильтрации из каналов.— В кн.: Влияние орошения на режим грунтовых вод. М., Изд-во АН СССР, 1959.

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. М., «Колос», 1965.

Егоров В. В. Почвообразование и условия проведения оросительных мелиораций в дельтах Арало-Каспийской низменности. М., Изд-во АН СССР, 1959.

Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв. М., Изд-во АН СССР, 1946.

Ладных В. Я., Коваливнич П. П., Новикова А. В. К вопросу о вторичном засолении в зоне Краснознаменской оросительной системы и мерах борьбы с ним.— Тезисы докл. на Третьем всес. делегатском съезде почвоведов. Тарту, 1966.

Летунов П. А. Почвенно-мелиоративные условия в низовьях Аму-Дарьи. М., Изд-во АН СССР, 1958.

Морозов А. Т. Дренаж в орошаемых районах как регулятор водно-солевого режима.— В кн.: Мелиорация почв Кура-Араксинской низменности. М., Изд-во АН СССР, 1962.

Новикова А. В. Про методику складання прогнозу вторинного засолення грунтів на зрошуваних землях.— В кн.: Досягнення грунтознавчої науки на Україні. Київ, «Урожай», 1964.

Новикова А. В. К вопросу о методике прогноза вторичного засоления почв при орошении.— Агрохимия и почвоведение, 1967, вып. 5.

Новикова А. В., Кукоба П. И., Кроткевич Л. П. Прогноз вторичного засоления почв в западной части зоны орошения Северо-Крымского канала.— Тезисы докл. на Третьем всес. делегатском съезде почвоведов, Тарту, 1966.

ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕЛИОРАЦИИ СОЛОНЦОВ ПОЛИМЕРАМИ И ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

За последнее время в сельском хозяйстве определилось новое перспективное направление использования полимеров в целях повышения плодородия почвы: в качестве удобрения, улучшения структуры, физико-химических свойств почвы и для сообщения минеральным удобрениям неслеживаемости, гидрофобности.

В качестве перспективных и экономически выгодных удобрений зарубежные фирмы рекомендуют продукты полимеризации мочевины с формальдегидом в различных соотношениях в жидком и гранулированном виде.

Мочевинно-формальдегидные конденсаты (МФ) являются медленнодействующими азотными удобрениями. Обладая клеевой способностью, они оказывают непосредственное улучшающее действие на физико-химические свойства почвы, на подвижность питательных элементов и солевой режим в условиях засоленных почв.

Применение полимеров при обработке почв в целях коренного улучшения физико-химических свойств структуры весьма эффективно.

Существующий в агрономической науке взгляд, что структура почвы является важным фактором благоприятного водного и воздушного режима почвы, способом повышения противоэрозионной стойкости глинистых и суглинистых почв и, в конечном счете, урожайности сельскохозяйственных культур, нашел многочисленное подтверждение в работах отечественных и зарубежных исследователей за последнее десятилетие.

Исследования УкрНИИГиМ направлены по пути химической мелиорации солонцов полимерами-полиэлектролитами, которые вытесняют натрий из почвенного поглощающего комплекса, коагулируют коллоиды почвы и способствуют процессам структурообразования, улучшая физические свойства солонцовых почв.

Анализируя причины низкого плодородия солонцов, В. А. Ковда (1941) и М. Ф. Буданов (1940) пришли к заключению, что оно зависит не столько от количества обменного натрия, сколько от неблагоприятных водных и физических свойств солонцового горизонта. Необходимо учитывать и другой фактор — высокогидрофобизированное состояние коллоидов солонцов, которое вызывает разложение органического вещества почвы при весьма незначительном обновлении его за счет растительных остатков. Поэтому для ослабления солонцового процесса необходим внешний дополнительный приток свежего органического вещества, которое обладало бы клеющими способностями и предохраняло минералы от выветривания.

При помощи полимеров-полиэлектролитов решается один из наиболее важных вопросов — увеличивается катионно-обменная способность почвы и образуется комковатая структура, а как результат этого происходит накопление и сохранение влаги в ней.

Существующие представления о взаимодействии полимеров с частицами почвы еще не дают полной ясности о механизме этого интересного коллоидно-химического процесса. Ряд исследователей указывает, что первичная связь между частицами возникает при помощи обменно-ад-

сорбционных мостиков. Вандерваальсовы силы никак не могут быть основой первичного процесса, так как расклинивающее действие воды, согласно теории Б. В. Дерягина (1956), значительно превосходит молекулярные взаимодействия частиц.

На основе свойств поверхностной активности полимеров и способности их к комплексообразованию, вскрываются некоторые стороны сложного коллоидно-химического процесса образования почвенной структуры.

Применяя метод определения величины комплексной диэлектрической проницаемости, молекулярной электропроводности, протонной магнитной релаксации и изучая поведение комплексных соединений полимеров-полиэлектролитов с металлом, рассмотрим процесс структурообразования почвы как многостадийный: коацервация, выделение коацерватного слоя из равновесной жидкости и гелеобразование. С образованием структуры величина комплексной диэлектрической проницаемости почвы возрастает и уменьшается в случае ее разрушения.

Начальное образование коллоидной структуры в изоэлектрической точке и усложнение ее в коацервате приводит к увеличению структурной вязкости и величины диэлектрических потерь в веществе.

Старение полимерной системы, состоящей из полиакриламида в натриевой форме, приводит к увеличению диэлектрических потерь на протяжении длительного периода времени.

При изменении pH среды наблюдается максимальная величина диэлектрической постоянной и структурной вязкости. Так, электропроводность однозамещенной фосфорнокислой натриевой соли равна 280. Система полиакриламид — однозамещенная фосфорнокислая натриевая соль образует комплексное соединение, которое при гидратации переходит в ионное состояние и диссоциирует в водном растворе на четыре иона; при этом изменяется величина молекулярной электропроводности, которая становится равной 410. Это указывает на наличие комплексообразования в растворе.

Таким образом, изучая комплексную диэлектрическую проницаемость, можно представить образование искусственной структуры почвы по следующей схеме: почвенный равновесный раствор коллоидов и минеральных солей — изоэлектрическое состояние — коацервация и образование коацервата — процесс коагуляции.

На радиоспектрометре конструкции А. А. Галкина и И. В. Матяша (Галкин, 1962) нами изучалось время релаксации некоторых полимеров-полиэлектролитов и клеевых смол: полиакриламида, полиакрилонитрила, гидролизованного катионо- и анионообменного полиакриламида, сополимера метакриловой кислоты и акриламида, сополимеров полиакриламида с кобальтом и стиролом, двойной Ca-Na соли полиакриламида с кобальтом и стиролом, двойной Ca-Na соли полиакрилонитрила гидролизованного, мочевинно-формальдегидных смол, МФФ, МФА-155 НИИПМ. Кроме того, изучались минералы: монтмориллонит, каолин, бентонитовая глина, а также почва, образцы минералов и почвы, обработанные полимерами.

Исследуемые полимеры характеризуются различной структурой макромолекул; для одних характерно наличие восьмичленных циклов (двойная Ca-Na соль полиакрилонитрила гидролизованного); для других — сетчатая структура (клеевые соли: МФ-17, МФФ, МФА-155 НИИПМ), для третьих — открытые цепи атомных групп (полиакриламид, сополимер-7 и т. д.).

Значение времени релаксации, соответствующее полимерам, для которых характерны циклические и сетчатые элементы строения, указывает на наличие элементов определенной кристаллической структуры ($T_1 \approx T_2$) несмотря на то, что эти полимеры находятся в жидком состоянии. Такой «аномалии» не наблюдается в полимерах класса полиакри-

ламида и других подобных ему веществ с открытой цепью расположения атомных групп, где значения T_1 и T_2 одинаковы и достигают нескольких секунд.

Наибольшее значение времени релаксации характерно для жидкого состояния со слабыми связями между молекулами. В случае обработки почвы или глинистых минералов малым количеством полимеров необходимо учитывать, что сигнал определяется в основном протонами, входящими в состав почвы, и заметное изменение времени релаксации обусловливается, по-видимому, изменением характера взаимодействия протонов с окружающей решеткой.

Кроме того, необходимо учитывать и характерные особенности взаимодействия полимеров со средой, в данном случае с водой. Так, в результате действия молекул воды, молекула полиакриламида разворачивается и обусловливает определенную ориентацию диполей воды, создаются благоприятные условия образования водородных связей, наличие которых приводит, вероятно, к имеющему место в данном случае малому значению времени релаксации.

Согласно исследований Хаггинса, Пиментелла и Шулери, высокомолекулярные соединения в концентрированном состоянии способны образовывать сильные внутримолекулярные водородные связи, в результате чего можно наблюдать только очень небольшой сдвиг сигнала группы ОН, что и отмечается в растворе полиакриламида (T_1 и T_2 равна 3,5 *сек*). Интересно отметить, что, учитывая экспериментальные данные по парамагнитному поглощению в растворах, Б. М. Козырев пришел к выводу, что сольватный комплекс, образующийся из парамагнитного иона и окружающих его дипольных молекул растворителя, обладает столь большой устойчивостью, что может рассматриваться в опытах как «микрокристаллик». Поэтому, «спин-решеточное» взаимодействие в растворах во многих отношениях аналогично таковым в твердых телах.

Обработка монтмориллонита смолой МФА-155 и сополимером-8 приводит к значительному уменьшению релаксации. Такое уменьшение T_1 и T_2 свидетельствует, по-видимому, об увеличении связей. В случае обработки, например, каолина катионообменным полиакриламидом ПАА—Со и ПАА наблюдаем увеличение времени релаксации в результате специфичности строения его кристаллической решетки. Кристаллическая решетка монтмориллонита имеет значительные размеры межпакетны пространств, доходящие до нескольких ангстрем, что, по мнению Н. И. Горбунова (1962), приводит в почвенных условиях к «защемлению» целых молекул органического вещества почвы. Это, по-видимому, и является причиной малого значения времени релаксации ($T_1 = 2{,}8 \times \times 10^{-3}$ *сек*; $T_2 = 6 \times 10^{-3}$ *сек*) в случае обработки полиакриламидом монтмориллонита по сравнению с чистым монтмориллонитом.

В случае каолина, хотя пространственность значительно меньше, присутствующий в сополимере ион кобальта деформирует кристаллическую решетку каолина, удерживая возле себя циклическую молекулу полимера: $T_1 = 1{,}7 \times 10^{-2}$ *сек* против $T_2 = 2{,}6 \times 10^{-3}$ *сек* для чистого каолина. Анионообменный полиакриламид никакого воздействия на минералы в опытах не оказывает, что подтверждается и работами Р. Рурвейна и Д. Воорда (1952), в которых приведены результаты дифракции *x*-лучей на монтмориллоните, обработанном поликатионами и полианионами. Было установлено, что пространственность в глине после обработки поликатионами увеличивается и, естественно, сила связи уменьшается, расстояние в монтмориллоните между функциональными группами до обработки было 9,7—10,1 Å, а после обработки поликатионами изменилось до 12—14,1 Å.

Подобные изменения наблюдаются при обработке полимерами почвы, когда увеличивается время релаксации T_2, что является результатом химического взаимодействия полимера с почвой. Подобные явления хи-

мической связи с катионами отмечаются в образовании сигналов ядерного магнитного резонанса воды в цеолитах; натриевых ($T_1 = 4 \times \times 10^{-3}$ *сек*), кальциевых ($T_2 = 1{,}5 \times 10^{-3}$ *сек*); магниевых ($T_1 = 4 \times \times 10^{-3}$ *сек*), так же, как и в соответствующих растворах электролитов (Самойлов, 1957). Время релаксации T_1 очень быстро увеличивается с увеличением количества воды, приходящейся на единицу поверхности, но уже третий ее монослой практически ведет себя, как свободная вода. Проведенные нами исследования по определению времени релаксации при обработке бентонитовой глины гидролизованным полиакрилонитрилом в концентрациях 0,001-, 0,01- и 1%-ными растворами дали соответственно следующие результаты: $T_2 = 3{,}6 \times 10^{-4}$ *сек*. Можно предположить, что большое количество полимера, приходящегося на единицу поверхности, исключает связь всего количества полимера с почвой. Химическая связь осуществляется лишь в монослое. Адсорбция исключена, так как размеры молекул применяемых полимеров-структурообразователей очень велики.

Очень малое время релаксации (порядка 10^{-4} *сек*) указывает на возможность существования связи с почвой. Сказанное подтверждает время релаксации (10^{-3} *сек*) для воды, связанной в монослое. Такое малое время релаксации при больших размерах молекул трудно объяснить с точки зрения существования вандерваальсовых и кулоновых сил взаимодействия полимеров с почвой, и имеются все основания утверждать наличие химической связи.

По данным исследований П. В. Вершинина (1959), Н. А. Качинского (1963), Л. Алисона (1952), Г. Фидлера (1955), Р. Гейдриха (1952), Р. Френча (1954) и других авторов эффект искусственного структурообразования распыленных либо заплывающих глинистых или тяжелосуглинистых почв, а также повышение водоустойчивости и механической прочности их микроструктуры проявляется уже при дозах полимеров 0,0001—0,001%, а практически значимое оструктурирование обработанного слоя — при норме 0,01—0,1% сухого вещества полимера к весу пахотного слоя почвы.

В 1964—1968 гг. в УкрНИИГиМ было изучено действие полиакриламида (ПАА), мочевино-формальдегидной смолы (МФ), сополимера-8 (СП-8), гидролизованного полиакрилонитрила (ГПН) на физико-химические свойства солонцовых почв. Опыты проводились в совхозах «Украина» Запорожской области и «Комсомольский» Херсонской области. Полимеры вносились в виде 0,1%-ных водных растворов на поверхность вспаханной почвы с последующей культивацией.

Исследования по изучению влияния искусственных структурообразователей на количество водопрочных агрономически ценных агрегатов показывают, что наиболее эффективными оказались сополимер-8, полиакриламид гидролизованный, полиакрилонитрил. Менее эффективной была мочевино-формальдегидная смола. Количество водопрочных агрегатов увеличилось против контроля на 43,5—6,2% в зависимости от внесенного вещества.

Интенсивность фотосинтеза растений сахарной свеклы, определенная в вегетационных опытах, была выше: у контрольных растений 8 *мг* CO_2 за 1 *час/дм*^{2} у опытных — 14 *мг* CO_2 за 1 *час/дм*^{2} листовой поверхности.

Определениями установлено, что интенсивность дыхания, уровень газообмена в опытных растениях были значительно ниже и доходили до 2—3 *мг* CO_2 за 1 *час/дм*^{2} против 7 *мг* CO_2 за 1 *час/дм*^{2} для контрольных.

Под действием внесенных полимеров изменяются химические и физические свойства солонцовых почв, а также подвижность солей в них. Судя по данным табл. 1, подвижность солей увеличивается в слоях 0—15 и 15—40 *см*. Сумма минеральных веществ уменьшается в слое почвы глубиной до 1 *м*.

Таблица 1

Сумма минеральных веществ в водной вытяжке из образцов почвы опытного участка совхоза «Комсомольский» (в *мг* на 100 *г* почвы)

Глубина отбора проб, *см*	Варианты опыта			
	контроль	СП-8	ПАА	ГПН
0—15	122,1	165,1	218,9	138,9
15—40	123,1	211,5	128,7	202,9
40—60	360,0	331,3	168,7	175,7
60—80	1381,2	913,9	172,6	212,2
80—100	1466,7	543,8	212,6	305,2
Сумма минеральных веществ в метровом слое	3453,1	2165,6	901,5	1034,9

Это уменьшение суммы минеральных веществ объясняется поверхностной активностью полимеров. Труднорастворимые соли переходят в легкорастворимые. Благодаря улучшению физических свойств создаются благоприятные условия для промывки и быстрого удаления солей из солонцовых почв.

Проведенные в 1965—1968 гг. лабораторно-полевые и полевые опыты показали, что полимеры-полиэлектролиты и клеевые конденсационные смолы можно рекомендовать для производственной проверки в качестве мелиорантов солонцовых почв, так как они действуют как структурообразователи (количество водопрочных агрегатов увеличивают на 30—50%), вытесняют обменный натрий из почвенного поглощающего комплекса (на 50—70% от первоначального количества), увеличивают урожай сельскохозяйственных культур (табл. 2).

Производственный опыт с мочевино-формальдегидной смолой был заложен осенью 1967 г. в совхозах «Украины» (2 *га* — доза 1 *т/га*) и «Водяное» (22 *га* — доза 0,3 *т/га*) Каменско-Днепровского района, Запорожской области на черноземно-луговых солонцеватых солончаковых почвах в комплексе с 20% солонцов. Высевался овес и кукуруза. На участках с внесением смолы растения хорошо развивались, были выше на 30 *см* против контроля. Урожай получен следующий: овес — 10,1, на контроле — 8,4; кукуруза на зерно — 25; на контроле — 17 *ц/га*.

В совхозе «Комсомольский» Херсонской области в 1968 г. изучалось последствие полимерного мелиоранта на производственном посеве (1,5 *га*), который был заложен в 1966 г., контролем служил гипс.

Таблица 2

Урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от внесения удобрений, *ц/га*

Характер удобрения	Лабораторно-полевой опыт		Производственный опыт	
	кукуруза на зеленый корм, 1965 г.	озимая пшеница, 1966 г.	озимая пшеница	
			1967 г.	1968 г.
МФ, 0,5 *т/га*	194	42,5	47,2	37,4
МФ, 3,0 *т/га*	314	55,4	56,8	40,8
Контроль	130	30,5	—	—
Гипс, 4 *т/га*	139	32,5	43,2	36,2

Средняя высота растений озимой пшеницы в травостое в фазе выхода в трубку для варианта 3 *т/га* была 54,6 *см;* МФ-0,5 *т/га* — 45,5 *см;* на гипсе — 42,1 *см*. Соответственно этим вариантам получен урожай озимой пшеницы 40,8, 37,4 и 36,2 *ц/га*.

Мочевино-формальдегидная смола показала высокую структурообразующую способность и увеличила количество водопрочных агрегатов 0,25 *мм* в слое почвы 0—40 *см* на 20% по сравнению с контролем.

При определении обменных оснований установлено, что количество обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе уменьшилось на 40% против контроля.

Солесодержание в солонцовых почвах на участке со смолой МФ характеризовалось интенсивным вымыванием солей, количество которых к концу вегетационного периода уменьшилось на 75 *мг*/100 *г* почвы против контроля.

В отношении изучения характера взаимодействия полимерных мелиорантов с почвой показано наличие глубокого химического взаимодействия, доказательством которого является снижение величины теплоты смачивания минеральной части грунта. Дифрактограмма монтмориллонита, обработанного полимером (ПАА) в дозе 3 *т/га*, показывает значительное увеличение межпакетных расстояний (15,0—20,3 Å), а в случае большого количества полимера (до 10 *т/га*) происходит даже полное разрушение минерала до кремнезема. Изучение удельной электропроводности и диэлектрической проницаемости обработанных образцов показывает наличие высокой активности полимерной мелиорации, так как подвижность солей возрастает с величины $3{,}8 \cdot 10^{-4}$ до $7{,}6 \cdot 10^{-2}$ $ом^{-1} \cdot см^{-1}$. В производственных условиях наблюдается уменьшение солей на 75 *мг*/100 *г* почвы против контроля.

Применение МФ смолы улучшает качество зерна, повышает содержание клейковины (до 6%). По предварительным данным, экономическая эффективность от применения МФ в сравнении с гипсом на второй год выражается прибылью в 15 *руб* с 1 *га*.

Производственная проверка дает все основания рекомендовать для орошаемого земледелия полимерный мелиорант — мочевино-формальдегидную смолу.

В зоне недостаточного увлажнения, где имеются солонцовые почвы с плохими физическими свойствами, одним из агротехнических приемов создания структуры является искусственное оструктуривание.

Искусственные структурообразователи резко повышают количество водопрочных почвенных агрегатов, улучшают физико-химические свойства почвы, препятствуют ее заплыванию и растрескиванию.

Под действием полимеров-полиэлектролитов труднорастворимые соли переходят в легкорастворимые и в дальнейшем промываются.

Советскими агрофизиками в 30-х годах было установлено, что водные и физические условия в почве существенно улучшаются при внесении в нее поверхностно активных веществ (ПАВ).

Особый интерес представляют исследования, направленные на улучшения условий в самой верхней части пахотного слоя почвы. Придание поверхностному слою макроагрегатного строения устраняет все его отрицательные свойства и не связано с большими затратами.

Необходимо отметить, что среди материалов, применяемых для улучшения водно-физических свойств почвы, нами были использованы вещества, вызывающие гидрофобизацию поверхности почвенных частиц. К ним относятся синтетические жирные кислоты, спирты и кубовые остатки, гидрофобизирующие кремнийорганические жидкости и акрилатные латексы.

По данным Агрофизического научно-исследовательского института, даже небольшой слой гидрофобных агрегатов может быть использован для сохранения почвенной влаги.

В орошаемых условиях Каменско-Днепровской ОМС Запорожской области на протяжении пяти лет (1963—1968 гг.) были проведены исследования по изучению влияния ПАВ на сохранность влаги в почве под различными культурами: кукурузой, пшеницей, овсом, соей и свеклой. Внесение в почву ПАВ проводилось ручным опрыскивателем, а на больших площадях — трактором «Беларусь» с навесным растениепитателем.

Наблюдения за влажностью проводились в начале и в конце вегетационного периода на глубину 3 *м*, перед поливами подекадно — на глубину 1 *м* и в конце каждого месяца — на 2 *м*.

Акрилатный латекс в дозе 100 *м*³/*га* (20%-ный раствор) вызывает кондиционирующие явления, которые выражаются в повышенной биологической активности почвы, возрастании количества связанной воды и уменьшении интенсивности ее испарения. Аналогичное явление было прослежено и на посевах сои. За период с 13.VII по 3.X 1964 г. накопление влаги в слое почвы 0—50 *см* оказалось на 150 *м*³/*га* больше по сравнению с контролем. Урожай сои на всех вариантах был на 3 *ц*/*га* больше, чем на контроле (18 *ц*/*га*).

На этом же опыте в 1965 г. в слое 0—40 *см* было сохранено влаги 150 *м*³/*га*, в метровом слое 360 *м*³/*га*. Для случая диметилдихлорсилана в дозе 50 *кг*/*га* в метровом слое почвы за этот же период было сокращено испарение влаги на 224 *м*³/*га* по сравнению с контролем. Полив в 1964 и 1965 гг. не проводился. На опытах в посевах пшеницы в 1967 г. был получен урожай 52 *ц*/*га* против контроля 46 *ц*/*га*. Запас влаги в метровом слое почвы был больше, чем на контроле на 600 *м*³.

При внесении ПАВ в почву и на поверхность воды в системе ПАВ — вода образуется двухмерный слой, состоящий из гидрофобной части молекулы ПАВ и лиофильной функциональной группы, связанной с молекулами воды. Такой двухмерный слой характеризуется хорошей проникающей способностью для молекул газообразных веществ и непроницаемой для молекул воды.

Необходимо отметить, что адсорбция ПАВ сопровождается химическим взаимодействием. Исследованиями Скляренко и других авторов было обнаружено химическое взаимодействие на границе раздела, образование гидратов, понижение температур полиморфного превращения и повышение температуры плавления системы: «твердое состояние — ПАВ — вода».

Таким образом, особое значение для абсорбции на твердых телах имеет природа полярных групп ПАВ и возможность химического взаимодействия их с материалом подложки, которое в ряде случаев может оказаться настолько сильным, что образующиеся абсорбционные слои будут необратимо связаны с поверхностью. В случае отсутствия хемадсорбционного взаимодействия обычная обратимая физическая адсорбция может также вызвать значительные эффекты, если применяются ПАВ, имеющие в своем составе функциональные группы.

Например, в Японии такого типа вещества (оксиэтилированный докозанол в системе с оксиэтилированным октадеканолом) применяются для покрытия рисовых полей, в целях повышения температуры воды вследствие уменьшения испарения. Наносят ПАВ такого состава в виде эмульсии и на фрукты и растения для уменьшения испарения с их поверхности и сохранения свежести.

В настоящем исследовании явление ПАВ было использовано для изучения зависимости между водным режимом растений, интенсивностью фотосинтеза и транспирацией.

Для изучения влияния ПАВ на интенсивность газообмена и транспирацию в растениях сахарной свеклы были взяты полимерные вещества, принадлежащие к различным классам по характеру химического строения их молекулы: синтетические жирные кислоты и спирты (ВЖК

и ВМС) в виде водных эмульсий, приготовленных на основе аммиаков ВЖК и спиртового раствора ВМС.

Поливинилацетатная эмульсия (ПВАЦ), акрилатный латекс, полиакриламид (ПАА) ГКЖ были использованы в виде водных растворов.

Для всех ПАВ, взятых для исследования, были изучены концентрации 0,1 и 0,01%.

Значительное снижение транспирации (на 14—15%) получено в случае обработки растений ПАВ латексом (0,1%) и ГКЖ (0,04%), увеличение интенсивности фотосинтеза на 18% — при обработке 0,1%-ным раствором латекса и ПВАЦ.

Если взять отношение ассимилированной углекислоты к количеству транспирированной воды (усвоение CO_2 на 1 *г* воды), то получим наилучшие результаты в случае обработки 0,02%-ным раствором ВМС, 0,5%-ным ПВАЦ, ГКЖ и 0,5%-ным латексом.

В опыте с сахарной свеклой были применены 0,1%-ные растворы следующих ПАВ: латекс, ГЖК и ВМС. В каждом варианте обрабатывалось 13 растений. Листья были опрысканы с обеих сторон. Растения выращивались в вегетационных сосудах Вагнера при 60% влажности почвы.

Полученные данные отчетливо свидетельствуют о значительном влиянии ПАВ на повышение сахаристости корней. Латекс увеличивает в значительной степени вес листьев.

В результате влияния этих веществ на интенсивность фотосинтеза и транспирацию повышается урожай сахара от 1 до 8% (точность опыта $P=2{,}99$).

Литература

Батюк В. П., Рыбалка Е. Ф. Прибор для быстрого определения влажности в растениях.— Биофизика, 1959, т. IV, вып. 1.

Батюк В. П., Рыбалка Е. Ф., Гордиенко С. А. Электронный нуль-индикатор для измерения электропроводности полимеров (полиэлектролитов).— Пластические массы, 1962, № 4.

Буданов М. Ф. Мелиорация солонцов и солонцовых почв юга УССР при орошении. Одесса, 1940.

Вершинин П. В. Проблема искусственного оструктуривания почв.— В кн.: Основы агрофизики. М., Физматгиз, 1959.

Галкин А. А. Изучение ядерной магнитной релаксации адсорбированных газов методом спинового эхо.— Укр. Фіз. журнал., 1962, т. 7, № 11.

Горбунов Н. И. Минералогический состав почв и его значение для агрофизических и агрохимических свойств почв.— Тезисы на II Всес. делег. съезде почвоведов. Харьков, 1962.

Дерягин Б. В. Современное состояние теории устойчивости лиофобных суспензий и золей.— Труды III Всес. конф. по колл. химии. М., 1956.

Качинский Н. А. Структура почвы. М., Изд-во МГУ, 1963.

Ковда В. А. Особенности гипсово-известковых и солонцовых горизонтов почв юга и юго-востока СССР и их значение при мелиорации почв путем углубления пахотного слоя.— Химизация соц. земледелия, 1941, № 4.

Мелиорация солонцов в СССР. М., Изд-во АН СССР, 1953.

Самойлов О. Я. Структура водных растворов электролитов и гидратация ионов. М., Изд-во АН СССР, 1957.

Allison L. E. Effect of synthetic polyelectrolytes an the structure of Saline and alkali soils.— Soil. Sci. 1952, N 6.

Fiedler H. J. Synthetische Bodenverbesseraungs mittee Gartenbau Archiw fur Gartenbau, 1955, H. 2, S. 3.

French R. O., Wadsworth M. E., Cook M. A., Culter G. B. The guantita application tufrared Spectroscopy to studies in Surface Chemistry.— J. Phys. Chem., 1954, N 8.

Hedriek R. M. and Mowrg D. T. Effect of synthetic polyelectrolytes an aggregation, aeration of soils.— Soil. Sci., 1952, N 73.

Ruehrwein R. A., Ward D. N. Mechanism of clagaggregation by polyelectrolytes.— Soil Sci., 1952, N 73.

АЭРОФОТОМЕТОДЫ ОЦЕНКИ И КОНТРОЛЯ ДИНАМИКИ МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ И ИХ РАЙОНИРОВАНИЯ

В настоящее время необходимо в кратчайшие сроки быстрыми и эффективными методами произвести оценку мелиоративного состояния огромных массивов орошаемых, осушаемых и прилегающих к ним земель в различных природных зонах СССР. Известно, что выполнение таких исследований сдерживается тем, что они базируются на трудоемких наземных методах, требующих больших затрат времени и средств. Однако современный уровень развития науки и технической оснащенности позволяет обеспечить решение этой задачи путем широкого использования материалов аэрофотосъемки как специальных, так и старых ведомственных залетов прежних лет, стоимость которых не превышает стоимости копий топографической основы на исследуемую территорию.

В 1963 г. автором была начата разработка методики применения материалов аэрофотосъемки при оценке мелиоративного состояния орошаемых земель, а также выявление технических и природных условий аэросъемки, обеспечивающих получение аэрофотоматериалов с наилучшими дешифровочными свойствами.

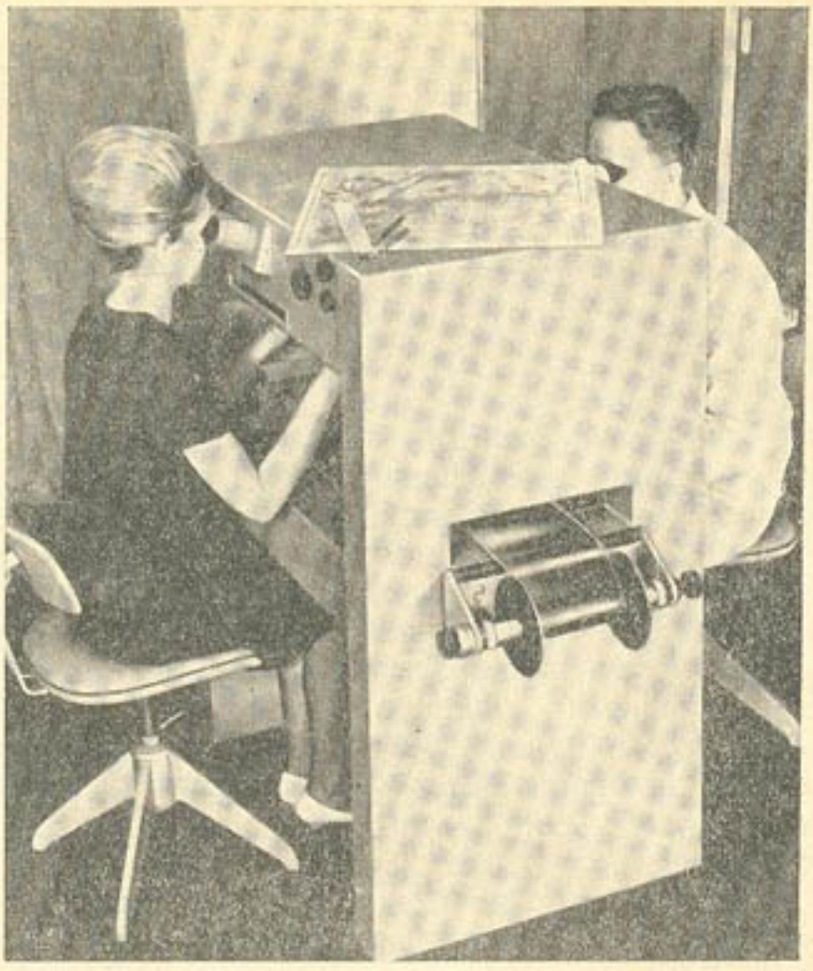
В июле 1964 г. аэрофотоаппаратом АФА ТЭ с $fk = 200$ *мм* и светофильтром ЖС-18 были произведены экспериментальные аэрофотосъемочные работы на донских оросительных системах на разработанных НИКФИ под руководством Л. Н. Иорданского (1957, 1964) цветной спектрозональной аэропленке СН-23, с зоной эффективной светочувствительности в инфракрасной, красной и зеленой областях спектра, и на двухслойной аэропленке СН-2М, сенсибилизированной в инфракрасной и красной областях спектра. Параллельно, аэрофотоаппаратом АФА ТЭ с $fk = 70$ *мм* аэрофотосъемка осуществлена на стандартную панхроматическую черно-белую аэропленку Т-10. Были также использованы аэрофотоснимки, фотопланы и накидные монтажи исследуемой территории, изготовленные с аэронегативов на панхроматических пленках залетов различных ведомств.

При дешифровании использовался укрепленный на светостоле зеркальный стереоскоп с откидным бинокуляром, обеспечивающим увеличение в 1,3 и 5 раз, и с подвижными наружными зеркалами, позволяющими наблюдать стереопары отдельных аэроснимков и аэронегативов неразрезанных аэрофильмов с размером кадров 18×18 и 30×30 *см*.

Это дало возможность при стереоскопических наблюдениях цветных спектрозональных или черно-белых аэрофильмов детальнее изучить микрорельеф, состояние сельскохозяйственных посевов, лесополос и гидротехнических сооружений (каналов, дрен, сбросов), а результаты дешифрирования наносить на изготовленные с этих же аэрофильмов черно-белые контактные отпечатки и фотосхемы.

Такой способ позволил широко использовать цветовые различия контуров на негативах спектрозональных аэрофильмов, увеличивать до 5 раз аэроизображение, значительно уменьшить количество необходимых цветных отпечатков.

Еще более удобным прибором для этой цели оказался изготовляемый в ГДР фирмой Карл Цейс (Йена) интерпретоскоп II (рисунок),



Интерпретоскоп II

Этот интерпретоскоп с двумя бинокулярами позволяет двум специалистам одновременно проводить дешифрирование как позитивных, так и негативных, разрезанных и неразрезанных аэрофотоматериалов шириной до 32 *см*. Кроме удобства обучения он дает возможность участвовать в одновременном дешифрировании широкому комплексу специалистов.

Увеличение изображения в пределах двух степеней плавно можно регулировать от 2- до 6-кратного и от 5- до 15-кратного масштаба. Кроме того, можно компенсировать разности масштабов между отдельными кадрами стереопар, доведя их до отношения 1 : 7,5. Переход от одной ступени увеличения к другой осуществляется весьма быстро, без смены окуляров, а только путем поворота смежных объективов.

Оптическая система отличается особенно большим стереоскопическим полем зрения диаметром 100 *мм* в случае двухкратного увеличения, а также высоким качеством изображения и отличной передачей цветового тона. Наблюдение можно проводить при освещении как проходящим, так и отраженным светом. Жидкостные светофильтры позволяют регулировать яркость каждого кадра стереопары в отдельности.

Основываясь на ландшафтном подходе к анализу аэрофотоснимков исследуемого района, отображающих различные состояния посевов сельскохозяйственных культур, лесополос, а также естественной растительности и почв, учитывая влияние гидротехнических сооружений, мы выделяли типы земель с различным мелиоративным состоянием, обусловленным различной степенью засоления, солонцеватости и заболачивания, пятна чрезмерно срезанных при планировке гумусовых горизонтов; контуры слитых луговых почв, засоренность сорняками и другие неблагоприятные изменения изучаемой территории. По цветным аэроснимкам, отпечатанным с цветных спектрозональных аэропленок,

часто обнаруживаются начальные фазы и стадии засоления, когда с помощью других методов практически это установить трудно.

П. А. Керзум, Г. Г. Земан в Таджикистане по черно-белым отпечаткам в масштабе 1:25000 с панхроматической пленки Т-10 весеннего сезона определяли тип орошаемых почв, а луговые почвы разделяли на светлые и темные. На снимках летне-осеннего периода по состоянию растительности на полях выявили 5 степеней засоления и заболачивания почв и по почвам судили о глубине и минерализации грунтовых вод.

Материалы аэрофотосъемки дают возможность подсчитать площади, занятые различными культурами, и коэффициент использования земель.

Ландшафтный подход к анализу материалов аэрофотосъемки позволяет провести типологизацию орошаемой территории, выбрать типовые участки по изучению водно-физических свойств почв и водно-солевых балансов и судить о возможности экстраполяции полученных на участках данных на весь массив, оценить, насколько удачно выбраны уже существующие участки по изучению водно-солевых балансов и как экстраполировать полученные на них данные на всю площадь.

Сравнительное дешифрирование различных материалов аэрофотосъемки весенних, летних и осенних залетов помогает установить сезонную динамику состояния орошаемых массивов. А сравнение аэрофотоматериалов залетов разных лет — до орошения (1948—1951 гг.), первых лет эксплуатации оросительных систем (1957 г.), периода завершения строительства глубокого открытого дренажа (1964 г.) — с аэроснимками повторных залетов через 2—3 года (1966—1967 гг.) позволило проследить динамику развития процессов засоления и заболачивания за несколько лет и составить предварительный прогноз в зоне мелиоративной системы, который даст возможность лучше организовать комплекс наземных исследований, рекомендованных А. Н. Розановым (1925), В. В. Егоровым и П. А. Летуновым (1966), а в дальнейшем увереннее экстраполировать полученные на этих участках данные для составления карт прогнозов.

По материалам аэрофотосъемки, особенно по цветным спектрозональным аэропленкам, можно судить о характере фильтрационной линзы каналов и ее распространении в сторону. Особенно хорошо это прослеживается на изгибах каналов, где скорость потока уменьшается, образуется подпор и фильтрация увеличивается.

Просматривание стереопар аэроснимков и цветных или черно-белых негативов неразрезанных аэрофильмов с помощью стереоскопических приборов позволило судить о степени зарастания и заиления каналов и открытой коллекторно-дренажной сети. Обнаруживаются участки с подпертой водой в открытых дренах.

Анализ аэрофотоизображения фотопланов и репродукции накидных монтажей дает возможность отдешифрировать направление водотоков и минерализацию грунтовых вод, оценить эффективность существующего дренажа, помогает вскрыть причины, вызывающие вторичное засоление, заболачивание и осолонцевание. Наличие различных фондовых литературных и картографических материалов, а также данных водно-физических и агрохимических анализов почвогрунтов и грунтовых вод помогает даже в камеральных условиях вложить в изобразившиеся на аэроснимках контуры диагностическое содержание. Этим облегчается экстраполяция признаков дешифрирования, разработанных на ключевых участках, на всю снятую территорию.

При дешифрировании цветных спектрозональных аэрофотоматериалов выделяются участки с критическим режимом грунтовых вод. Поэтому такие места целесообразно оборудовать режимными скважинами, значительно сократив или исключив проводимые управлениями ороси-

тельных систем ежегодные трехразовые гидрогеохимические съемки. Средства, идущие на эти трудоемкие буровые работы, по-видимому, окупят затраты на рекомендуемые нами повторные аэрофотосъемки с частотой 1 раз в 2—3 года (Матвеенко, 1967), а иногда в 5—10 лет. Это позволяет судить об эффективности проведенных мелиораций. Повторную почвенную съемку обычными наземными методами рекомендует В. А. Ковда (1966) через 1,2—3 года. П. А. Керзум, Г. Г. Земан (1967) тоже считают необходимым проводить повторные съемки через 2—3 года с использованием аэрофотоматериалов для изучения динамики площадей засоленных почв, эффективности проведенных мероприятий и выявления участков, где они должны быть усилены.

Так, для изучения мелиоративного состояния ключевого участка «Красное Знамя» через 2—3 года после строительства первого на системе глубокого открытого дренажа (1964 г.) в июле 1966 г. мы повторно сняли его и большую часть Азовской оросительной системы на пленке СН-2М.

Для изучения сезонной динамики процессов засоления и заболачивания воспользовались, кроме того, еще одной съемкой ключевого участка «Красное Знамя» и всей остальной восточной части системы в мае 1967 г. на изопанхроматическую пленку Т-15. Создаваемая мелиоративная служба Ростовского облмелиоводхоза уже планирует в перспективном десятилетнем плане периодическую аэрофотосъемку пяти донских оросительных систем так, чтобы оценивать мелиоративное состояние орошаемых земель, снимая по одной системе в год.

Наиболее полного дешифрирования материалов аэрофотосъемки орошаемых массивов можно достигнуть, пользуясь ландшафтным методом анализа территории при участии группы специалистов: почвоведа, геоботаника, геоморфолога, фотограмметриста, гидрогеолога и инженера-гидротехника, с привлечением во время полевого дешифрирования местных агрономов, бригадиров, гидротехников и гидрометров управлений оросительных систем.

Для облегчения дешифрирования, установки коррелятивных связей природных комплексов (рельеф, растительность, сельскохозяйственные посевы, почвы, грунты и грунтовые воды) и изучения сезонной динамики мелиоративного состояния ключевые участки следует снимать ранней весной (апрель — начало мая) через несколько дней после таяния снега или прекращения дождей, когда не закрытая посевами почва подсохнет и соли подтянутся к поверхности, летом (конец июня — начало июля) перед уборкой зерновых культур, когда большинство растений разовьются, и осенью (сентябрь, октябрь), когда территория в основном распахана, разрастутся пожнивные культуры и соли подтянутся к поверхности. Всю территорию рекомендуем снимать летом и, если имеются экономические возможности, ранней весной. П. А. Керзум, Г. Г. Земан (1967) считают, что надо иметь параллельные снимки весеннего и летнего залетов.

Дешифрирование аэрофотоснимков и фотосхем, изготовленных со всех трех типов аэрофотопленок, показало определенное преимущество дешифровочных свойств отпечатков с цветных спектрозональных аэрофильмов, причем дешифровочные свойства контактных отпечатков с пленки СН-2З и СН-2М примерно одинаковы, хотя мы предполагали, что СН-23 лучше.

Выпуск в настоящее время новой экспериментальной аэрофотопленки СН-6, у которой по сравнению с пленкой СН-2М лишь поднята общая светочувствительность, позволяет считать не более подходящей для специальной аэрофотосъемки орошаемых земель, так как в этом случае возможно вести съемку рано утром, до образования атмосферной дымки и кучевых облаков и увеличить время летних съемочных работ. Однако этот предварительный выбор типа аэрофотопленки необходимо проверить

в различных зонах орошаемого земледелия СССР, изучив спектральную отражательную способность орошаемых ландшафтов.

Проведение специальной съемки в Ростовской области с применением спектрозональных пленок и изготовлением до трех экземпляров черно-белой контактной печати и репродукцией накидного монтажа стоило 8,7 *руб* за 1 *км*². Такие, казалось бы, дополнительные затраты на новейшие аэрофотоматериалы, полученные в лучших технических и природных условиях аэрофотосъемки, составляют совсем небольшую долю расходов, производимых при наземных методах оценки мелиоративного состояния и крупномасштабном почвенно-мелиоративном районировании орошаемых земель. А обилие содержавшейся в них информации, точность привязки, хороший обзор, простота ориентировки, возможность заранее выбрать наиболее типичные места для наземных выработок и тем самым сократить их число позволяет выполнить эти работы более детально, качественно и в сжатые сроки.

Чтобы сократить затраты на еще дорогостоящие цветные аэроснимки, следует изготавливать контактные отпечатки и фотосхемы на весь район исследования в черно-белом варианте, а цветные отпечатки с пленок СН-2М, СН-6, СН-23 — на ключевые участки. Причем с двухслойных пленок дешевле и проще готовить контактные отпечатки на цветной спектрозональной фотобумаге СБ-2, печать на которой производится в два раза быстрее, а разрешающая способность — в два раза выше. Аналогичные данные приводит Л. М. Гольдман (1964), испытавший дешифрируемость спектрозональных аэроснимков на различных фотобумагах для топографического дешифрирования и рекомендовавший для печати фотобумагу СБ-2 всюду, где спектрозональная съемка эффективна.

Качество черно-белых отпечатков, изготовленных на обычной фотобумаге с цветных спектрозональных аэрофильмов, выше, чем с черно-белых панхроматических и изопанхроматических аэрофильмов, и его можно еще больше повысить, если печатать на позитивную пленку АП-1, обладающую большой разрешающей способностью.

Опыт показал, что оптимальным масштабом для аэрофотосъемки орошаемых массивов следует принять 1 : 10 000, а для ключевых участков — 1 : 5 000. Такого же мнения придерживаются В. Ф. Рубахин (1962), Б. В. Виноградов (1966) и другие исследователи, изучавшие сельскохозяйственные посевы с помощью аэрофотоматериалов. Особо важные ключевые участки необходимо снимать в масштабе 1 : 2 000. Хорошего качества дешифровки можно добиться и при небольшом увеличении аэрофотоснимков.

При дешифрировании современного мелиоративного состояния по новейшим материалам аэрофотосъемки мы накладывали на них прозрачную пленку ПЭТФ (лавсан), на которую с помощью разноцветной туши «колибри» способом, описанным в методических указаниях по применению полиэтилентерефталатной пленки (лавсан) для изготовления чертежей горной графической документации (1966), уже были перенесены с топографических карт того же масштаба горизонтали, ирригационная и коллекторно-дренажная сеть, дороги и другие объекты. Затем при составлении каждой специальной карты накладывали на фотосхему, покрытую пленкой с топографическими элементами, другой такой же чистый лист пленки ПЭТФ (монтированный с одной стороны, чтобы лучше ложилась разноцветная тушь «колибри») и на нее наносили хорошо отточенным рейсфедером или чертежным пером контуры, соответствующие буквенные и цифровые обозначения легенд этих карт.

Полученные таким способом карты можно накладывать в различной комбинации одна на другую, рассматривать на фоне аэрофотоизображения каждую в отдельности, в комбинациях из нескольких или всех

карт и аэрофотоизображений. Это обеспечивало, с одной стороны, хорошую увязку различных специальных карт, а с другой — позволяло оценивать мелиоративное состояние по общему впечатлению, полученному от аэроизображения и наложенных карт. Так как пленки ПЭТФ плотные, прозрачные или полупрозрачные, гибкие, практически не деформируются, не подвержены старению, морозостойкие и негорючие, химически стойкие к действию слабых щелочей, концентрированной соляной кислоты и органических растворителей, то карты, вычерченные на них, будут очень долговечными и с них можно будет получать копии как на прозрачной, так и непрозрачной основе дешево и быстро.

Геоморфологические, почвенные, почвенно-мелиоративные, гидрогеологические, геоботанические и другие карты, изготовленные на пленке ПЭТФ (лавсан), дают возможность при дешефрировании мелиоративного состояния по старым одномасштабным аэрофотоматериалам накладывать их сверху и рассматривать аэрофотоизбражение одновременно с картами. При этом обеспечивается хорошая ориентировка и привязка на трудноузнаваемой, сильно измененной ирригацией местности, легче проследить влияние оросительной и коллекторно-дренажной сети на мелиоративное состояние исследуемого участка. Кроме того, пленка ПЭТФ позволяет многократно обновлять и пополнять названные карты.

В результате проведенных исследований сложился следующий примерный порядок этапов камеральных и полевых работ.

1. Предварительное камеральное изучение различных фондовых картографических и литературных материалов исследуемого района (почвенные, топографические, геоморфологические, ландшафтные, геоботанические, гидрогеологические карты, планы водопользований оросительных систем, составленные до их строительства, во время изысканий при проектировании, а также в различные годы эксплуатации). Ознакомление с планом агромелиоративных и инженерно-мелиоративных мероприятий, намечаемых на данной системе.

2. Предварительное камеральное дешифрирование среднемасштабных материалов аэрофотосъемки разных лет залетов (сопоставление их с картографическими материалами), составление ландшафтной схемы района исследований.

3. Предварительное камеральное дешифрирование крупномасштабных аэрофотоматериалов с использованием фондовых данных режимных гидрогеологических створов, гидрогеохимических съемок, инвентаризации и бонитировки орошаемых земель, изысканий для строительства коллекторно-дренажных и улучшения оросительных систем, проведения планировочных работ и планов размещения посевов различных сельскохозяйственных культур и в особенности интенсивно поливаемых, например риса и овощных культур.

4. Камеральное проектирование в зависимости от сложности исследуемого ландшафта, местоположения, величина и количества ключевых участков и опорных профилей.

5. Рекогносцировочный объезд, дополненный, если возможно, облетом исследуемой территории. Уточнение предварительной схемы природного районирования, ключевых участков[1], местоположения и ориентировки опорных профилей и там, где это необходимо, предварительный выбор участков по изучению водно-физических свойств почв и водно-солевых балансов на орошаемых землях (без дренажа и с дренажем).

6. Составление в поле инструментальных профилей вкрест основным элементам рельефа с учетом влияния гидротехнических сооружений (каналов, дрен, сбросов) и детальное изучение по ним коррелятивных связей рельефа с другими компонентами ландшафта. Установ-

[1] Площадь ключевых участков должна составлять примерно одну пятую часть исследуемой территории.

ление признаков дешифрирования по современным аэрофотоматериалам весенних, летних и осенних залетов (если они будут), описание вдоль профилей рельефа, растительности, почв, грунтов и грунтовых вод. Полевое картирование в пределах ключевых участков рельефа, почвогрунтов, растительности и грунтовых вод с учетом влияния гидротехнических сооружений. Отбор на химические и физические анализы почвогрунтов, грунтовых вод и растительности. Уточнение выбора участков для изучения водно-физических свойств и водно-солевых балансов.

7. Полудетальное дешифрирование методом экстраполяции с использованием эталонных аэроснимков и аналитических данных современного почвенно-мелиоративного состояния всей исследуемой территории по свежим материалам аэросъемки последнего года (или ближайших 1—2 лет).

8. Выборочный полевой контроль результатов дешифрирования современного мелиоративного состояния путем наземных исследований и аэровизуальных наблюдений; набор дополнительной информации по неясно дешифрирующимся контурам. Дополнительный отбор проб на химический и физический анализ с этих контуров почвогрунтов, грунтовых вод и растительности для подтверждения аналитическими данными мелиоративного состояния всей площади.

9. Окончательное камеральное составление карт и оценка мелиоративного состояния исследуемого массива орошаемых земель по материалам аэрофотосъемки разных лет. Составление предварительной карты динамики и прогноза мелиоративного состояния исследуемой территории на основании сличения разногодичных аэрофотоматериалов, почвенных, гидрогеологических и других карт.

10. Дробное почвенно-мелиоративное районирование по рисунку аэроизображения, выделение участков для последующего детального изучения другой специальной группой специалистов и лабораториями для составления и обоснования картограмм агромелиоративных и инженерно-мелиоративных мероприятий, необходимых для улучшения мелиоративного состояния исследуемой территории.

На больших массивах орошаемых земель при хорошо налаженной организации работ, наличии специалистов, транспорта и хорошо оснащенных лабораторий работу целесообразно проводить в два приема: сначала необходимо вести исследования с первого по седьмой этап, затем — с восьмого по десятый. После проведения комплекса стационарных полевых и лабораторных работ следует снова применить материалы аэрофотосъемки, с помощью которых были выбраны ключевые участки, и материалы повторных съемок для экстраполяции на всю площадь полученных данных. Учитывая, что с одних и тех же негативов будут изготавливаться для изысканий дешевые аэроснимки, репродукции накидных монтажей и фотосхемы, все эти материалы могут быть использованы при инвентаризации земель, обновления землеустроительных планов, схем гидротехнических сооружений, топографических карт, изучения водной и ветровой эрозии почв, проектирования планировочных работ и других аналогичных требований.

С помощью материалов аэрофотосъемки целесообразно осуществлять авторский надзор, рекомендованный А. Н. Розановым (1959), В. В. Егоровым, П. А. Летуновым (1966) для проверки выполнения при строительстве оросительных систем рекомендаций, данных почвоведами, и всестороннего учета воздействия орошения на почвенные и гидрологические условия.

Комплексное и многоцелевое использование аэрофотоматериалов специальных залетов для оценки мелиоративного состояния орошаемых земель освобождает государство от дополнительных затрат на перечисленные виды работ.

Отработанные при полевых наземных исследованиях аэроснимки служат эталонами. Огромное количество таких эталонов, которое может быть выделено на различных оросительных системах, требует рационального подхода к их созданию, сбору, систематизации и хранению. К. Е. Нефедов и В. Б. Виноградов (1965) рекомендуют для анализа географической и геологической информации использование карт с краевой перфорацией.

Система перфорированных карт ручной сортировки К — 5 и разрабатываемый код позволят, несмотря на обилие сведений, которые вовлекаются при мелиоративном районировании, обеспечить поиск нужных данных по нескольким признакам и производить их статистический анализ.

Применение аэрометодов позволяет быстро и экономически эффективно получить обширную информацию о мелиоративном состоянии орошаемой территории, процессах, определяющих ее улучшение или ухудшение; иметь представление о часто изменяющихся границах орошаемых и прилегающих богарных земель, что дает возможность в сжатые сроки провести их мелиоративное районирование, без которого невозможно своевременно наметить агромелиоративные и инженерно-мелиоративные мероприятия, направленные на улучшение плодородия орошаемых земель и повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Способ изучения современного мелиоративного состояния, его динамики (за период эксплуатации оросительных систем) и прогноза с помощью рекомендованных аэрофотоматериалов должен быть проверен и доработан в различных зонах орошаемых и осушаемых земель и затем положен в основу работы создаваемой мелиоративной службы, институтов Гипрозем, проектных институтов и других организаций, работающих в области водохозяйственного строительства, а также проводящих работы по оценке земельного фонда мелиорируемых земель. Это позволит обеспечить выполнение исследований на огромной территории в несколько раз детальнее, качественнее, быстрее и дешевле.

Выводы

1. Ландшафтный подход к анализу аэрофотоматериалов позволил выделить границы типов земель с различным мелиоративным состоянием, обусловленным различной степенью засоления, заболачивания и солонцеватости почв: контуры слитых луговых почв, пятна чрезмерно срезанных при планировке гумусовых горизонтов, оценить засоренность посевов сорняками, подсчитать площади, занятые различными сельскохозяйственными культурами, и коэффициент использования земель.

2. По материалам аэрофотосъемки можно судить о фильтрационной линзе каналов, степени зарастания и заиления каналов; обнаруживать участки с подпертой водой в открытых дренах.

3. Анализ аэрофотоизображения фотопланов, фотосхем и репродукций накидных монтажей дает возможность отдешифрировать направление водотоков и минерализацию грунтовых вод, судить об эффективности дренажа и других инженерно-мелиоративных мероприятий, получить материалы, которые помогут своевременно вскрыть причины, вызывающие вторичное засоление, заболачивание и осолонцевание.

4. Материалы аэрофотосъемки позволяют выделить типовые участки по изучению водно-физических свойств и водно-солевых балансов и судить о том, насколько удачно выбраны существующие водно-балансовые площадки, и экстраполировать полученные на них данные на всю исследуемую площадь.

5. Аэрофотосъемку больших массивов орошаемых земель для изучения мелиоративного состояния наиболее перспективно проводить ле-

том в солнечную погоду в утренние часы с помощью среднефокусных аэрофотоаппаратов на цветную спектрозональную аэропленку СН-6 (со светофильтрами ЖС-18 или ОС-14, КС-14) в масштабе 1 : 10 000 и, если экономически возможно, ранней весной, а ключевые участки для изучения сезонной динамики процессов засоления и заболачивания — весной, летом и осенью в масштабе 1 : 5 000 и особенно важные — в масштабе 1 : 2 000 (пыльные бури, дожди, сильные ветры снижают дешифровочные качества аэрофотоматериалов).

6. Изготавливать контактные отпечатки, репродукции накидных монтажей и фотосхемы с цветных спектрозональных аэрофильмов экономически выгодней в черно-белом варианте на всю исследуемую площадь, а цветные — на ключевые участки. С двухслойных спектрозональных аэрофильмов цветные отпечатки целесообразнее делать на цветной спектрозональной фотобумаге СБ-2.

7. Качество черно-белых отпечатков с цветных спектрозональных аэрофильмов выше, чем с черно-белых панхроматических и изопанхроматических; его можно повысить, изготавливая контактную печать на позитивной пленке АП-1. Дешифрировать аэроснимки в черно-белом варианте с аэрофильмов СН-2М, СН-6, СН-23 целесообразно при параллельном сличении их с цветным, увеличенным до 5 раз аэроизображением, полученным на специальных дешифровочных приборах (ЗЛС-1 на ПДН-5М) с тех же цветных аэрофильмов (или с помощью интерпретоскопов I — II).

8. Сравнение материалов аэрофотосъемки различных периодов эксплуатации оросительных систем дает представление о динамике процессов засоления, заболачивания и осолонцевания за все время их эксплуатации, а также основание для составления сначала предварительных, а после комплекса наземных стационарных исследований и расчетов — прогнозных карт.

9. Оценку мелиоративного состояния по фондовым аэрофотоматериалам прежних лет целесообразней проводить после изучения современного мелиоративного состояния с помощью новейших материалов аэрофотосъемки.

10. Изучение мелиоративного состояния и крупномасштабное районирование больших массивов орошаемых земель целесообразно осуществлять с помощью современных и фондовых (прежних лет) аэрофотоматериалов в два приема: в первый проводятся 1—7, а во второй — 8—10 этапы.

11. Комплект карт, характеризующий мелиоративное состояние, удобно изготавливать на пленке ПЭТФ (лавсан). Они помогают лучше осуществить привязку и оценить влияние ирригации на изменение ландшафта при сравнении аэрофотоматериалов залетов разных периодов эксплуатации оросительных систем.

12. Карты, характеризующие современное мелиоративное состояние, выполненные на пластических материалах, будут легко пополняться и обновляться при дешифрировании материалов аэрофотосъемки повторных (через 2—3 года) залетов, что в значительной степени будет упрощать и удешевлять, т. е. рационализировать работу по оценке мелиоративного состояния оросительных систем в будущем.

Литература

Виноградов Б. В. Аэрометоды изучения растительности аридных зон. М.— Л., «Наука», 1966.

Гольдман Л. М. Сравнение дешифрируемости спектрозональных аэроснимков, отпечатанных на различных фотобумагах.— Труды ЦНИИГАИК, вып. 149, 1964.

Егоров В. В., Летунов П. А. Состояние мелиоративного почвоведения и вопросы методики почвенно-мелиоративных исследований для обоснования проектов орошения и мелиорации засоленных земель.— Почвоведение, 1966, № 12.

Иорданский А. Н. Спектрозональная фотография.— Труды ЦНИИГАИК, вып. 107, 1957.

Иорданский А. Н. Новые спектрозональные негативные пленки.— Труды НИИКФИ, т. 9, вып. 3, 1964.

Ковда В. А. Научные основы мелиорации почв.— Почвоведение, 1966, № 11.

Матвеенко В. С. Применение различных материалов аэрофотосъемки при мелиоративном районировании орошаемых земель.— Докл. (тезисы) Всес. совещ. по мелиорации засол. земель. Ростов-на-Дону, Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, Южгипроводхоз, 1967.

Методические указания по применению полиэтилентерефталатной пленки (лавсан) для изготовления чертежной горной графической документации. Л., Изд. ВНИИМИ, 1966.

Нефедов К. Е., Виноградов Б. В. Использование карт с краевой перфорацией для анализа географической и геологической информации аэроснимков.— Материалы Всес. совещ. по применению карт с перфорационными краями. Таллин, 1965.

Розанов А. Н. Почвенно-мелиоративные исследования земель в целях орошения.— В сб. Почвенная съемка. М., Изд-во АН СССР, 1959.

Рубахин В. Ф. Сельскохозяйственное дешифрирование аэроснимков.— Вестник сельскохозяйственной науки, 1962, № 10.

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ЩЕЛОЧНОСТИ В ПОЧВАХ

Вопрос о происхождении щелочности является актуальным в теории генезиса ряда почв, а также и в практике земледелия, т. е. щелочность определяет развитие многих почвенных процессов.

Известно, что сода в почве вызывает омыление корней растений, пептизацию почвенных коллоидов, щелочной гидролиз почв, способствует усилению растворимости одних соединений и ослаблению — других. Растворимость солей кальция в щелочной среде резко подавляется, и в результате происходит внеконкурентное поглощение почвой иона натрия из раствора (Антипов-Каратаев, 1953). Почва, насыщенная натрием, приобретает ряд специфических солонцовых свойств.

В настоящее время известно, что сода в природе образуется под влиянием химических, физико-химических и биологических процессов. Однако удельный вес каждого из них до сих пор не выяснен.

Многие исследователи большое значение придают биологическому способу содообразования, в частности внесению щелочей в почву некоторыми видами растений (Базилевич, 1962; Боровский, 1965; Егоров, 1965; Ковда, 1965; Пономарева, 1962; Ратнер, 1962). Известны многочисленные работы (Антипов-Каратаев, 1953; Вернер, 1948; Орловский, 1965; Козловский, 1959), в которых образование щелочности в почвах связывается с жизнедеятельностью сульфатредуцирующих бактерий, восстанавливающих сернокислые соединения:

$$Na_2SO_4 + 2C = 2CO_2 + Na_2S;$$

$$Na_2S + H_2O + CO_2 = NaCO_2 + H_2S.$$

Обязательным условием этой реакции является наличие органического вещества в качестве энергетического материала.

Данные разных исследований подтверждают значительное развитие в почвах сульфатредуцирующих бактерий и большую их роль в процессах почвообразования. Так, Л. А. Воробьева обнаружила присутствие сульфатредуцирующих бактерий во всех почвах лугового ряда Западного Прикаспия (солончаках, ильменно-болотных, лугово-ильменных, лугово-серых, луговых солонцах) и в почвах степного ряда на водораздельных участках (в последних развитие сульфатредуцирующих бактерий меньше). Она отметила приуроченность развития этих бактерий к поверхностным горизонтам почвы.

Н. С. Пономарева (1962) на основании данных эксперимента по затоплению солонцовой почвы сделала вывод о накоплении 70—90% соды в солонцах под Омском путем восстановления Na_2SO_4 сульфатредуцирующими бактериями. Согласно ее наблюдениям за динамикой развития большое количество этих бактерий в почве отмечается в увлажненные периоды: весной, летом после дождей, осенью. В засушливое время число бактерий было небольшим. Н. С. Пономарева также отмечает приуроченность развития сульфатредуцирующих бактерий к поверхностным горизонтам, в особенности к солонцовому (столбчатому), где происходит наибольшее накопление соды.

Таблица 1

Некоторые аналитические данные лугового солонца среднего супесчаного

Горизонт	Глубина, *см*	Гумус по Тюрину, %	Потеря при прокаливании, %	Валовое содержание, % на сухую навеску						
				SiO_2	R_2O_3	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	CaO	MgO
A	0—6	0,42	1,68	89,62	5,55	2,77	1,29	0,043	0,055	—
B	14—20	1,17	5,73	73,48	16,70	9,31	4,14	0,13	0,23	1,20
C	200—210	—	4,02	80,28	10,24	5,75	2,12	0,14	1,94	0,15

Таблица 1 (окончание)

Горизонт	Глубина, *см*	Поглощенные основания, *мг-экв*/100 *г*						Частицы, *мм*		SO_4 гипса, *мг-экв*
		Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	сумма	поглощение от суммы поглощ. оснований, %	<0,001	<0,01	
A	0—6	1,67	2,25	0,60	0,60	4,52	0,0	5,52	7,41	Не обн.
B	14—20	9,64	26,98	8,24	0,89	45,75	18,0	44,14	50,99	» »
C	200—210	—	—	—	—	—	—	22,61	33,14	12,7

Е. Тимар (1965) провел моделирование условий, в которых происходят процессы восстановления сернокислого натрия с образованием соды в почве. Модельные опыты подтвердили подщелачивание раствора, выделение сереводорода в образцах с органическим веществом и Na_2SO_4. В тех образцах, где органическое вещество отсутствовало, подщелачивание раствора и выделение сероводорода не отмечалось.

Модельные опыты А. Хардана и А. Д. Виттига (1965) также показали, что в присутствии органического вещества Na_2SO_4 значительно усиливал темп увеличения общего содержания обменного натрия.

Ниже приводятся результаты лабораторного эксперимента[1], цель которого — проследить изменение общей щелочности почвенного раствора под влиянием сульфатредуцирующих бактерий при затоплении лугового солонца Тургайской ложбины (Кустанайская область, Джангильдинский район, долина оз. Сарыкопа). Некоторые данные химической характеристики солонца приведены в табл. 1.

Применяемый нами метод определения деятельности сульфатредуцирующих бактерий основан на количественном учете продуктов биохимического восстановления сернокислых соединений почв в анаэробных условиях и воздействия этой реакции на почвенный раствор (изменение содержания в растворе H_2S, SO_4^{2-}, HCO_3^- и других растворенных соединений, измерение pH).

Почву (50 *г*) из горизонта A, B_1, C солонца заливали дистиллированной водой (пятиминутная водная вытяжка — почва: вода, 1 : 5). Провели определение общей щелочности, H_2S, SO_4^{2-}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, а также pH водной вытяжки. Затем почвенные суспензии в герметичных склянках с тщательно залитым парафином горлом поставили на разные сроки в темное помещение (t=20—24°). Для каждого срока (3, 7, 15, 30, 60, 90 суток) заливалась отдельная навеска из данного горизонта. Количество воздуха в горлышке склянок оставалось незначительным, около 2—3 *см*^{2}.

Из табл. 2 следует, что в верхних горизонтах (A и B) солонца в анаэробных условиях отмечается значительно увеличение общей щелочности. Так, в горизонте A за неделю она изменилась с 0,05 до 0,14, а в го-

[1] Автор выражает глубокую признательность за консультации и советы по проведению эксперимента сотрудникам кафедры почвенной микробиологии МГУ.

Таблица 2

Данные эксперимента по затоплению водой почвы из гор. A, B_1, C лугового солонца

Срок затопления, дни	Горизонт, глубина, *см*		pH водной вытяжки		Содержание в водной вытяжке, *мг-экв*							
			до затопления	после	H_2S	HCO_3^-	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	SO_4^{2-}	Cl^-
5 минут (водная вытяжка)	A	0—10	7,2	7,3	0,32	0,05	0,44		0,10	0,03	Нет	0,45
	B_1	10—20	7,5	7,5	0,63	0,19	2,14	0,09	0,15	0,10	0,15	1,33
	C	190—200	8,6	8,6	0,20	0,15	9,81	0,05	4,21	8,82	13,62	8,22
3	A	0—10	7,2	7,9	—	0,49	0,61	0,15	—	—	—	—
	B_1	10—20	7,5	7,9	0,48	0,41	2,50	0,09	0,08	0,17	0,033	—
	C	190—200	8,6	7,3	0,30	0,26	9,80	0,05	3,88	9,85	15,60	—
7	A	0—10	7,3	7,5	1,18	0,14	0,66	0,15	0,30	0,08	Нет	—
	B_1	10—20	7,6	8,2	1,25	0,82	3,18	0,09	—	—	0,017	—
	C	190—200	8,6	7,8	0,46	0,25	10,02	0,06	4,87	11,65	18,21	—
15	A	0—10	7,2	—	0,65	1,08	0,77	0,14	0,17	0,26	Нет	—
	B_1	10—20	7,6	—	0,90	0,91	3,06	0,10	0,19	0,12	0,25	—
	C	190—200	8,5	—	0,16	0,27	10,00	0,05	5,29	12,18	17,75	—
30	A	0—10	7,2	8,0	1,22	1,37	0,72	0,15	0,45	0,42	0,033	—
	B_1	10—20	7,5	8,5	1,88	1,56	3,26	0,09	0,42	0,13	0,25	—
	C	190—200	8,6	7,7	0,12	0,26	9,81	0,05	5,55	12,65	19,05	—
60	A	0—10	7,2	8,3	—	1,04	0,89	0,13	—	—	0,10	—
	B_1	10—20	7,6	8,8	—	2,24	3,81	0,007	—	—	0,34	—
	C	190—200	8,4	7,8	—	0,35	8,91	0,05	—	—	17,51	—
90	A	0—10	7,2	—	2,31	2,12	0,66	0,14	0,13	0,13	0,05	—
	B_1	10—20	7,5	8,5	2,24	2,88	4,60	0,02	0,60	0,13	0,75	—
	C	190—200	8,6	8,2	0,55	0,32	9,81	0,05	5,01	14,01	24,20	—
После обработки в автоклаве												
60	A	0—10	7,2	7,4	Нет	0,15	0,61	0,16	—	—	0,12	—
	B_1	10—20	7,5	—	0,02	0,40	2,61	0,11	—	—	0,22	—
	C	190—200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	A	0—10	—	—	0,69	0,10	0,46	0,13	0,08	0,10	0,02	—
	B_1	10—20	—	—	0,97	0,20	2,61	0,08	0,15	0,99	0,05	—
	C	190—200	—	—	0,98	0,20	2,50	0,03	0,20	0,10	Нет	—

ризонте B_1 — с 0,19 до 0,82 *мг·экв*. Длительное затопление (90 дней) привело к накоплению большого количества соединений щелочного характера, титрующихся в присутствии метилоранжа (в горизонте А—2,12, в горизонте B_1—2,88 *мг·экв*). Прирост щелочности в горизонте С был незначительным по сравнению с верхними горизонтами.

Можно отметить некоторую коррелятивность в изменении содержания щелочности и сероводорода. Количество H_2S, постепенно возрастая со временем инкубации, достигает максимума в 90-дневный срок. Как и в случае со щелочностью, прирост по генетическим горизонтам солонца идет неодинаково. Наибольшая прибыль H_2S после 90 дней отмечена в горизонте А и B_1 (2,31 и 2,24 *мг·экв* соответственно против 0,32 и 0,63 *мг·экв* в начале эксперимента). В горизонте С по истечении 90-дневного срока содержание H_2S оставалось незначительным (0,55 против 0,20 *мг·экв* вначале).

Данные динамики изменений реакции водных вытяжек испытуемых образцов свидетельствуют о резком возрастании значения pH по мере увеличения срока затопления. Особенно значительно подщелачивание среды в солонцовом горизонте B_1 (с pH от 7,5 до 8,8), хотя и в горизонте А изменения pH достаточно велики (от 7,2 до 8,3). Эти изменения в известной мере также можно считать коррелирующими с увеличением общей щелочности и содержания H_2S. Снова выделяются образцы из горизонта С — pH водной вытяжки в них меньше.

Характер изменения содержания растворимого иона SO_4^{2-}, так же как и увеличивающееся количество сероводорода, свидетельствует об образовании щелочности за счет редукции сульфатов микроорганизмами. Из табл. 2 следует, что вначале в почве, подвергнутой затоплению (3—7 дневный срок), количество SO_4^{2-} уменьшается по сравнению с исходным. Этот факт наряду с возросшим содержанием H_2S показывает, что в энаэробных условиях происходит редукция наиболее доступных (растворенных) сульфатов. В дальнейшем, как это объясняет Н. С. Пономарева (1962), происходит выход в раствор сульфатов Ca и Mg вследствие разрушения со временем покрывающей их органо-минеральной пленки. Содержание ионов Ca^{2+} и Mg^{2+}, SO_4^{2-} в растворе увеличивается. Гидролиз минералов, содержащих натрий, выход натрия из поглощающего комплекта приводят к некоторому увеличению этого иона в растворе. Натрий взаимодействует с сернокислыми солями Ca и Mg с образованием Na_2SO_4. Карбонаты и бикарбонаты Ca и Mg выпадают в осадок, чему способствует и подщелачивание среды. Выходящие в раствор сульфаты частично редуцируют с образованием Na_2CO_3 и H_2S, но значительная их часть остается в растворенном виде.

При изучении биологического способа образования соды в почве применяется методика, согласно которой в качестве контроля берут соответствующие почвы с убитой микрофлорой путем внесения раствора формалина и толуола. Предполагается, что в таком контроле идут только физико-химические, а в почвах с живой микрофлорой — физико-химические и биологические процессы.

В дополнение к предложенной методике мы замеряли pH вытяжек до и после инкубирования. Кроме того, несколько образцов почвы из горизонта А и В обрабатывали в автоклаве, чтобы умертвить микрофлору без внесения формалина и толуола (см. табл. 2).

Как показали замеры pH вытяжек, использование в качестве контроля почв с толуол-формалинными растворами привело к нарушению обязательного условия контроля — адэкватности испытываемому образцу, за исключением фактора, действие которого проверяется. В данном случае за счет внесения толуол-формалинного раствора в контрольных почвах было достигнуто резкое подкисление среды как до, так и после инкубирования (pH=5—5,3 в горизонте А и pH=5,6—6,3 в горизонте В). Инкубация в почвах с неубитой микрофлорой протекала в щелочных ус-

Таблица 3

Данные эксперимента по затоплению лугового солонца 4%-ным раствором формалин + толуол

Срок затопления, дни	Горизонт, глубина, *см*		pH раствора		Содержание в растворе, *мг-экв*							
			до затопления	после	H_2S	HCO_3^-	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	SO_4^{2-}	Cl^-
5 минут (формалиновая вытяжка)	A	0—10	5,2	5,2	0,10	Нет	8,75	0,41	0,3	Нет	0,10	0,45
	B_1	10—20	6,3	6,3	0,15	0,01	2,84	0,04	0,02	»	0,15	1,33
	C	190—200	7,6	7,6	0,60	0,39	8,71	0,09	4,19	6,70	11,98	8,22
3	A	0—10	5,1	5,0	—	0,04	13,10	—	—	—	—	—
	B_1	10—20	6,3	5,9	0,15	0,07	3,58	0,03	0,03	0,10	0,20	—
	C	190—200	7,6	7,5	0,38	0,49	8,71	0,08	4,30	7,06	11,43	—
7	A	0—10					10,45	0,42	0,69	0,25	Нет	—
	B_1	10—20	6,2	5,6	0,55	0,05	3,58	0,05	0,11	0,17	0,23	—
	C	190—200	7,6	7,5	1,34	0,46	8,71	0,10	4,89	7,34	11,92	—
15	A	0—10	—	—	0,50	0,06	10,93	0,42	0,45	0,57	0,20	—
	B_1	10—20	—	—	0,58	0,08	3,93	0,36	0,13	0,17	0,23	—
	C	190—200	—	—	1,00	0,49	8,71	0,11	4,88	7,19	—	—
30	A	0—10	5,2	5,3	0,02	0,08	10,45	0,43	0,59	0,60	0,08	—
	B_1	10—20	6,3	6,0	0,59	0,16	4,15	0,36	0,35	0,25	—	—
	C	190—200	7,6	7,8	0,89	0,71	8,71	0,09	4,76	8,06	—	—
60	A	0—10	—	—	Нет	0,86	1,02	0,24	0,28	0,22	0,10	—
	B_1	10—20	—	—	0,44	1,88	4,56	0,06	0,11	0,40	0,39	—
	C	190—200	—	—	0,20	1,02	9,57	0,06	5,55	10,70	15,78	—
90	A	0—10	5,2	—	0,87	0,04	8,75	0,42	0,51	0,45	0,15	—
	B_1	10—20	6,3	5,3	0,48	0,15	4,52	—	0,32	0,15	0,01	—
	C	190—200	7,7	8,0	1,46	0,90	8,71	0,10	5,38	12,40	16,61	—

Таблица 4

Изменение содержания HCO_3^- (в *мг·экв*) в почве и участие биологического и химического факторов в накоплении щелочности

Горизонт	Срок затопления	Почва не обработана в автоклаве		Почва обработана в автоклаве		Участие факторов в прибавке HCO_3^-, %	
		исходное	прибавка	исходное	прибавка	биологического	химического
A	5 *мин* (водн. вытяжка)	0,05	—	0,05	—	—	—
A	60 *дней*	1,04	0,99	0,15	0,10	90,0	10,0
A	90 *дней*	2,12	2,07	0,10	0,05	97,6	2,4
B_1	5 *мин* (водн. вытяжка)	0,19	—	0,19	—	—	—
B_1	60 *дней*	2,24	2,05	0,30	0,11	94,7	5,3
B_1	90 *дней*	2,88	2,69	0,20	0,01	99,6	0,4

ловиях (в горизонте A pH=7,2—8,3 в горизонте B_1 pH=7,5—8,8, см. табл. 2). Таким образом, полученные данные (табл. 3) могут свидетельствовать лишь о процессах в почве, происходящих в кислой среде с pH=5—6 при наличии толуол-формалинных растворов. Учитывая это, было бы неверным использовать эти данные в качестве контроля для расчета доли участия в накоплении соды биологического и химического факторов.

Нам представляется, что контролем для этих целей может служить почва, в которой микрофлора убита в автоклаве. В таком случае в почву не вносятся дополнительно химические соединения, редко меняющие условия инкубации.

Опыт показал (табл. 4) незначительное увеличение щелочности и сероводорода в затопленной почве с убитой автоклавированием микрофлорой.

Так, в горизонте A содержание щелочности выросло до 0,1—0,15 *мг·экв* против 0,05, а в горизонте B_1 — до 0,2—0,3 *мг·экв* против 0,19 в начале опыта.

На основе полученных данных мы произвели приближенные подсчеты, которые можно принять лишь за общую прикидку долевого участия биологического и физико-химического факторов в образовании HCO_3^-. Они показали, что 90—99% HCO_3^- имеют биологическое происхождение.

В результате эксперимента по затоплению в герметичных склянках почвы из горизонта A, B, C лугового солонца (срок 3, 7, 15, 30, 60, 90 дней, t=20—24°) выяснилось, что в верхних горизонтах (A и B_1) солонца в анаэробных условиях общая щелочность значительно увеличивается. При этом коррелятивно возрастает и содержание сероводорода в почве, а также резко подщелачивается раствор. Наибольшее увеличение щелочности, содержания H_2S и величины pH, как правило, приурочено к солонцовому горизонту. Стабильность щелочности и сероводорода в почве с убитой микрофлорой свидетельствует о биохимическом происхождении щелочности путем редукции сульфатов в почве с неубитой микрофлорой. В горизонте C сколько-нибудь существенного накопления соды и сероводорода не отмечено. Очевидно, развитие сульфатредуцирующих бактерий замедляется здесь из-за отсутствия органического вещества.

В природе нередко встречается совокупность условий, необходимых для жизнедеятельности сульфатредуцирующих бактерий в почве. Анаэробные условия вызываются застаиванием талых вод, разливами рек и озер весной, ливневыми дождями летом, подпором близких грунтовых вод, переувлажнением при поливах и другими причинами. Периоды за-

топления могут быть довольно длительными: так, весной в долинах и понижениях солонцово-солончаковой Тургайской ложбины вода может стоять с апреля до начала июля. В качестве энергетического материала процессов редукции служит гумус, органическое вещество, поступающее в поверхностные горизонты почвы с опадом надземной массы и корней растительности. Известно, что некоторые почвы обладают значительными запасами сульфатов, которые регулярно пополняются за счет разложения опада растений и восходящими токами солевых растворов.

Учитывая сказанное, допустимо считать, что при определенных условиях в почвах могут энергично протекать биохимические процессы сульфатредукции со значительным накоплением щелочности.

Литература

Антипов-Каратаев И. Н. Вопросы происхождения и географического распространения солонцов СССР.— В кн.: Мелиорация солонцов в СССР. М., Изд-во АН СССР, 1953.

Антипов-Каратаев И. Н., Кадер Г. М. Содовые солонцы, их генезис и способы мелиорации в СССР.— Докл. Симп. по содовому засолению почв, т. 14. Будапешт, 1965.

Базилевич Н. И. Обмен минеральных элементов в различных типах степей и лугов на черноземных, каштановых почвах и солонцах.— В кн.: Проблемы почвоведения. М., Изд-во АН СССР, 1962.

Боровский В. М. Солонцы и почвы содового засоления в Казахстане.— Докл. Симп. по содовому засолению почв. т. 14. Будапешт, 1965.

Вернер А. Р., Орловский Н. В. О роли сульфатредуцирующих бактерий в солевом режиме почв Барабы.— Почвоведение, 1948, № 9.

Егоров В. В. Содовое засоление почв на территории СССР и некоторые способы его устранения.— Докл. Симп. по содовому засолению почв, т. 14. Будапешт, 1965.

Ковда В. А. Щелочные почвы содового засоления.— Докл. Симп. по содовому засолению почв, т. 14. Будапешт, 1965.

Козловский Ф. И. О формах анаэробных процессов в торфяниках Центральной Барабы.— Почвоведение, 1959, № 9.

Орловский Н. В. Особенности генезиса и освоения содовых засоленных почв в Сибири.— Докл. Симп. по содовому засолению почв, т. 14. Будапешт, 1965.

Пономарева Н. С. О роли биологического фактора в процессах образования щелочи в солонцах.— Почвоведение, 1962, № 9.

Ратнер С. И. Минеральное питание растений и поглотительная способность почв. М., Изд-во АН СССР, 1962.

Тимар Е. Влияние органического вещества на процесс восстановления сульфатов, происходящий в засоленных почвах.— Докл. Симп. по содовому засолению, т. 14. Будапешт, 1965.

Хардан А., Виттиг А. Д. Роль органического вещества сульфатов и извести в образовании засоленных щелочных почв.— Докл. Симп. по содовому засолению почв, т. 14. Будапешт, 1965.

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ ДЛЯ ОРОШАЕМЫХ КУЛЬТУР

В статье рассматривается опыт применения минеральных удобрений в орошаемом земледелии Советского Союза на основании материалов Академии наук Советского Союза, Узбекской и Таджикской ССР, Министерства сельского хозяйства и Министерства мелиорации и водного хозяйства СССР. Особую ценность имели материалы многолетних исследований Всесоюзного научно-исследовательского института хлопководства (СоюзНИХИ, Ташкент).

Известно, что урожаи зерновых в индустриально развитых странах Европы за последние 200—250 лет выросли примерно в 6—7 раз, поднявшись с 7 в XVIII в. до 40—45 *ц/га* во второй половине XX в. В таком прогрессе земледелия главная роль принадлежала плодосмену, травосеянию, механизации, созданию новых сортов, защите растений и особенно минеральным и органическим удобрениям.

Минеральные удобрения особенно эффективны при обеспечении растений влагой. Об этом можно судить по данным Д. Н. Прянишникова, относящимся к орошаемым районам Киргизии:

	1934 г.	1936 г.	1938 г.	1940 г.
Количество удобрений, *кг/га*	70	150	200	300
Урожай корней сахарной свеклы, *ц/га*	166	345	350	470

Хлопчатник возделывается в СССР только при орошении. Урожаи и валовая продукция хлопка-сырца в СССР увеличивались параллельно применению удобрений. Средняя урожайность хлопка-сырца достигла 25—30 *ц/га:*

	1933 г.	1934 г.	1935 г.	1936 г.	1937 г.	1938 г.	1939 г.	1965—1967 гг.
Минеральные удобрения, *кг/га*	50	50	50	75	75	100	100	200—300
Урожай хлопка-сырца *ц/га*	8,9	7,9	11,6	16,2	16,1	16,8	17,0	20—26

Научный и практический опыт доказал, что после 4—5 лет хлопчатник следует сменить в ротации на 2—3 года люцерной. Навоз, органические удобрения и корневые остатки люцерны являются дополнительными источниками азотного, фосфорного и калийного питания хлопкового растения. Кроме того, это источник пополнения углекислоты в воздухе хлопкового поля, способствующей повышению эффективности фотосинтеза.

Именно поэтому эффект минеральных удобрений в орошаемом хлопководстве всегда при прочих равных условиях выше при правильном люцерновом севообороте и в том случае, если туки смешиваются с навозом или другими органическими удобрениями (табл. 1).

Весьма важным обстоятельством, которое в полной мере выяснилось лишь к настоящему времени, является необходимость изменения соотношений между азотом, фосфором и калием по мере роста урожаев хлопка-сырца. При урожаях порядка 10 *ц/га* ведущая роль принадлежала азоту. Фосфор и калий практически не вносились и не были нужны при таком уровне урожая. Это объясняется обеспеченностью почв Средней

Таблица 1

Урожай хлопка-сырца, *ц/га*

Год после распашки люцерны	Без удобрений		При внесении удобрений	
	по люцерне	по старопашке	по люцерне	по старопашке
Первый	35,7	18,4	49,1	40,8
Второй	35,6	28,3	50,6	40,8
Третий	34,2	24,2	47,7	42,2
Четвертый	30,8	18,4	41,0	35,7
Пятый	25,8	19,9	36,4	34,7
Среднее за 5 лет	32,8	21,9	45,0	38,9

Азии и Кавказа калием и наличием его соединений в поливной воде и в ирригационном иле. Для достижения урожаев порядка 15 *ц/га* уже было необходимо внесение фосфорных удобрений. Отношение азота к фосфору в среднем равнялось 1 : 0,5. Калийные удобрения при этом уровне урожая также были практически неэффективными. Эффективность калийных удобрений в условиях хлопкового орошаемого хозяйства Советского Союза проявляется при достижении средних урожаев около 20—25 *ц/га* и более.

Исследованиями Всесоюзного института хлопководства в Ташкенте выяснено, что эффективность совместного внесения азота и фосфора на сероземах прекращается для азота с 200—300 *кг/га* и для фосфора — с 100—150 *кг/га*. Эти и более высокие дозы не дают значительного прироста урожая хлопчатника. Очевидно, необходимо искать другие лимитирующие факторы минерального и воздушного питания хлопчатника. Такими факторами может быть недостаток калия и низкое количество угольной кислоты в воздухе. Одностороннее внесение азотных и фосфорных удобрений в конечном счете приводит к истощению почвенных запасов калия и к необходимости внесения калийных удобрений. Дефицит калия при урожаях хлопчатника 20—25 *ц/га* и выше может быть очень сильным. Без калийных удобрений хлопчатник не только не дает высоких урожаев, но и, что особенно важно, легко подвергается грибковым заболеваниям (вилт, фузариум). Поэтому для получения 25—30 *ц/га* хлопка-сырца приходится вводить калийные удобрения при отношении азот: : фосфор : калий = 1 : 1 : 0,3—0,5. Для получения урожаев 40—60 *ц/га* отношение азот : фосфор : калий меняется соответственно до 1 : 1 : 1, а иногда до 1 : 1,5 : 1 при общей годичной норме удобрений 450—500 *кг/га*.

Конечно, эти обобщения схематизированы и в конкретных условиях хозяйства после долголетнего внесения фосфорных и калийных удобрений при наличии люцерны в севообороте высокие урожаи хлопчатника могут достигаться и при некотором снижении доз фосфора и калия. Это объясняется последействием ранее внесенных масс этих удобрений. Имеет значение также и природа почв. Одни из них богаты азотом, а другие — фосфором или калием. Принятая доза минеральных и органических удобрений в орошаемом хлопководстве Советского Союза обычно делится на две — три части. До посева, под основную вспашку вносится навоз, $^3/_4$ фосфорнокислых, $^1/_4$—$^1/_2$ азотнокислых и $^1/_2$ калийных удобрений; в фазу бутонизации — остальная часть фосфорнокислых удобрений и примерно $^1/_2$—$^3/_4$ годовой дозы азотнокислых удобрений. В фазу бутонизации и цветения вносится вторая половина калийных удобрений, а при цветении иногда дается и остаток азотных удобрений.

Как правило, мелкая заделка удобрений дает меньший эффект. Заделка удобрений на глубину 25 *см* обеспечивает повышение эффектив-

ности по урожаю дополнительно на 10—15%. Особенно эффективно местное внесение фосфорных, азотных и калийных удобрений по обеим сторонам рядков растений хлопчатника. В фазу бутонизации и цветения оно обеспечивает дополнительный эффект по урожаю на 10—15%.

Исследованиями последних лет выяснено, что начальный период развития хлопчатника является весьма критическим в отношении азотного и фосфорного питания. Дефицит азота и фосфора на стадии проростков и образования первых листочков может весьма затянуть общее развитие растений и в конечном счете значительно снизить урожай высших (доморозных) сортов хлопко-волокна. Высокий эффект достигается путем внесения азотных и фосфорных удобрений одновременно с посевом семян хлопчатника. Нередко 10—20 *кг/га* удобрений, внесенных при посеве, оказывают такое же действие на повышение урожайности хлопчатника, как сотни килограммов удобрений под вспашку и с подкормками. Конечно, при этом в зависимости от почвенных условий должны быть определены оптимальные расстояния заделки удобрений от семян. Максимальное приближение их к рядку семян оказывается наиболее предпочтительным. Лучшими формами припосевных удобрений в условиях Средней Азии оказались сульфат аммония, мочевина, а также аммофос, диаммофос и аммонизированный суперфосфат (П. В. Протасов, Г. И. Яровенко).

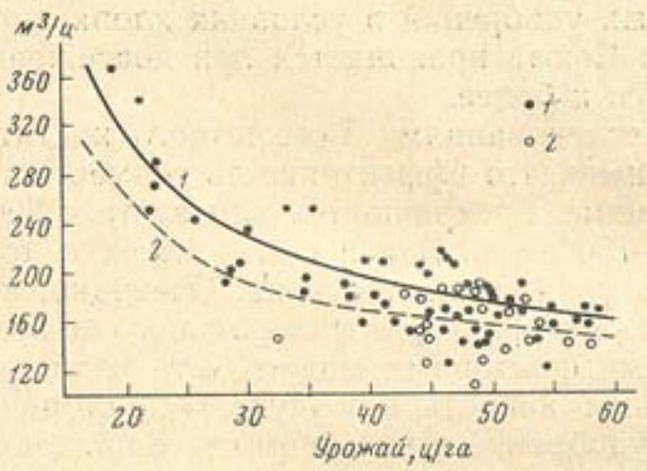


Рис. 1. Коэффициент водопотребления хлопка (Временко, 1953).

1 — неудобренная почва; *2* — удобренная почва

Эффективность удобрений может проявиться в полной мере лишь в том случае, если поливами поддерживается оптимальный режим влажности почвы. Наиболее высокий эффект от удобрений достигается, если в течение вегетационного периода относительная влажность почв (влажность в процентах от полевой влагоемкости) не опускается ниже 80—85%. Лишь при созревании хлопчатника влажность почв следует доводить до уровня 60—75%.

Однако вопрос числа поливов и общего расхода поливной воды следует решать, исходя из общей рентабельности.

Очень важно отметить, что с увеличением общего уровня урожаев хлопка-сырца значительно уменьшается удельный расход воды на производство 1 *ц* продукции. Так, при увеличении урожаев хлопка-сырца в 2—4 раза увеличение расхода воды возрастает лишь в 1,5—2 раза (рис. 1). В частности, для получения урожая 10 *ц/га* на 1 *ц* хлопка-сырца приходится тратить 400 $м^3$ оросительной воды, для 20 *ц/га* расходуется 300 $м^3$ воды на 1 *ц*, для 40—50 *ц/га* — лишь около 200 $м^3/га$.

Известно, что на орошаемых территориях, расположенных в засушливых областях, весьма часто встречаются засоленные почвы. Если засоление почв при смешанном хлоридно-сульфатном составе солей достигает в корнеобитаемом горизонте более 0,7—0,8%, то урожай хлопчатника и других сельскохозяйственных культур снижается на 40—50%. При содержании солей около 1—1,5% урожай практически гибнет. То же, но в более резкой форме происходит и при содовом засолении. Если количество карбонатов и бикарбонатов натрия в почве достигает 0,2%, то нор-

Таблица 2

Состав золы хлопчатника

Состояние хлопчатника	Фазы вегетации	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	P_2O_5	Cl	SO_4	Ca	Mg	K	Na	Сумма минеральных веществ
Нормальное	Всходы	0,72	0,47	0,08	0,58	1,54	3,83	3,35	0,81	4,67	0,41	16,10
	Бутонизация	0,46	0,34	0,06	0,73	0,78	2,83	3,01	0,68	2,77	0,13	11,53
	Созревание	0,45	0,63	0,13	0,24	0,40	3,23	3,95	0,35	2,11	0,04	10,65
Сильно угнетенное	Всходы	5,02	0,14	0,41	2,11	2,84	3,05	1,26	1,10	3,54	1,22	20,73
	Бутонизация	0,65	0,05	0,09	0,72	2,04	5,94	2,10	1,47	3,39	0,63	17,14
	Созревание	0,72	0,07	0,19	0,51	0,81	3,06	1,97	1,15	3,51	0,43	11,78

мальный урожай хлопчатника или других сельскохозяйственных культур получить невозможно. Наши исследования показали, что высокое засоление почв расстраивает не только водный режим растений, но и их минеральное питание. Происходят глубокие изменения в соотношении минеральных веществ, поступающих через корневую систему в растение. В угнетенных растениях по сравнению с нормальными значительно повышается общее содержание золы. В 2—5 раз против нормы в них больше кремнезема, алюминия, фосфора, хлора, магния и натрия. В то же время резко проявляется острый дефицит кальция, калия, железа, марганца, серы (табл. 2).

Расстройство минерального питания хлопчатника сказывается и на химическом составе и качестве волокна. Волокно хлопчатника, собранное с угнетенных солями растений, отличается значительно более высокой зольностью (на 70—80% выше, чем у нормальных растений). Для него характерно высокое содержание алюминия, натрия и многих других минеральных компонентов. Качество волокна значительно хуже: уменьшается длина, равномерность и прочность. Поскольку водный и минеральный режим питания хлопчатника на фоне засоленных почв глубоко нарушается, минеральные удобрения на них менее эффективны, а иногда вызывают отрицательный результат. Так как расстройство нормального минерального питания сказывается уже на самых ранних стадиях развития хлопчатника после всходов, то явилась мысль обрабатывать семена хлопчатника питательными веществами до посева. Полевые опыты, проведенные в Узбекистане в 40-х годах (Х. Аманов, В. Н. Ниязов, З. М. Пащенко и др.) с предварительной замочкой и проращиванием семян в разбавленных растворах перманганата калия, а также в смесях его с 3%-ным раствором суперфосфата и борной кислоты, показали, что на засоленном и на незасоленном фоне происходит значительная прибавка общего урожая хлопка-сырца. Эта прибавка достигает 10, а иногда 30—40%. В основе механизма положительного воздействия препосевной замочки и проращивания семян хлопчатника лежит, по-видимому, возможность обеспечения всходов растений на самых ранних стадиях их развития важными элементами минерального питания: фосфором, кальцием, серой, калием, марганцем. С этим были связаны дальнейшие поиски путей возможно более раннего обеспечения проростков хлопчатника минеральным питанием с помощью внекорневых удобрений.

Опыты в сосудах и на делянках показали, что с помощью внекорневого удобрения разбавленными растворами суперфосфата с примесью марганца и сульфата аммония можно значительно улучшить развитие хлопчатника, угнетенного солями. В отдельных случаях прибавка урожая благодаря внекорневым подкормкам достигала 30—45% по сравнению с неудобренными вариантами угнетенных растений. Аналогичные результаты были получены и на сахарной свекле. Позже в разных рай-

онах СССР было доказано, что внекорневые подкормки растворами марганца, фосфора и калия увеличивают сахаристость корней сахарной свеклы и содержание крахмала в клубнях картофеля.

Однако широкое развитие внекорневых удобрений орошаемых культур связано не с хлопчатником, а с пшеницей.

Проблема орошения пшениц занимает в мировой науке весьма большое место. В Советском Союзе ведется широкое строительство новых оросительных систем для производства зерна. Поэтому эффективность орошения и минеральных удобрений на пшеницах является предметом многочисленных и разнообразных исследований почвоведов, мелиораторов, физиологов.

Реакция разных сортов озимой и яровой пшеницы на поливы и на минеральные удобрения весьма различна. Есть сорта малоотзывчивые, и есть сорта высокоотзывчивые. Исходя из мирового опыта, можно считать, что при орошении пшениц методами затопления с увеличением урожая одновременно уменьшается содержание в зерне протеинов. Однако поливы дождеванием в этом отношении значительно более благоприятны. При дождевании снижение содержания белка в зерне было минимальным, а иногда и не наблюдалось вовсе. Поэтому с точки зрения сохранения урожая протеина с единицы площади наиболее предпочтительной формой орошения пшениц является дождевание.

Многочисленными исследователями разных стран было установлено, что, маневрируя количеством, соотношением, дробностью и временем внесения минеральных удобрений, можно не только сохранить процент протеина в зерне поливной пшеницы, но и повысить его (Н. С. Петинов). Внесение азота в период колошения (при допосевном удобрении фосфором и азотом) дало прекрасные результаты по сохранению и повышению процента белка в зерне поливной яровой пшеницы. Однако следует признать, что обычное удобрение почв и подкормки в поздние фазы развития пшеницы, как отмечает Н. С. Петинов, является мероприятием трудоемким, дорогим и нередко вызывающим ее полегание. Поэтому внимание исследователей разных стран было направлено на применение внекорневых удобрений поливной пшеницы как средства сохранения и увеличения количества белка. Теперь доказано, что внекорневые подкормки пшеницы с помощью дождевания — могущественное средство управления урожаем и качеством зерна. Опрыскивание пшеницы растворами соединений азота, калия и бора в момент налива заметно увеличивает содержание протеинов в зерне. Наиболее подходящей формой азотного удобрения для внекорневых подкормок считается мочевина. Хорошие результаты получаются и при применении раствора (2,5—3%) аммиачной селитры (5 *кг* азота на 1 *га* при подкормке). Наблюдалось высокое положительное действие полного удобрения (азот, фосфор и калий), которое давалось в виде жидких внекорневых подкормок в фазе цветения и налива зерна. Доказано также, что внекорневые подкормки пшеницы соединениями бора, марганца, цинка, меди повышают качество зерна. В Советском Союзе внекорневые подкормки пшеницы осуществляются теми же самоходными машинами, которые производят дождевание.

В Соединенных Штатах Америки, особенно в западной части, а также на Гавайских островах все больше практикуется внесение удобрений одновременно с дождеванием. Сульфат и нитрат аммония, жидкие смешанные удобрения, аммичные жидкие удобрения смешиваются с поливной водой и разбрызгиваются непосредственно на листья растений. Хотя избыток удобрений стекает на почву и в последующем они участвуют в корневом питании растений, все же значительная доля их используется непосредственно на внекорневое питание. Наиболее целесообразно, по мнению ученых США, для внекорневых удобрений применять азот. Особенно эффективно внекорневое азотное удобрение при возделывании плодовых и огородных культур. Большим преимуществом такой подачи

удобрений является возможность одновременной борьбы с болезнями и вредителями путем добавления определенного количества фунгисидов и гербицидов. Это может уменьшить нормы применения отравляющих веществ и сократить трудовые затраты по выполнению этих операций. Американский опыт также свидетельствует, что наиболее удобной формой применения микроудобрений является подача их вместе с дождеванием в растворах непосредственно на листья растений. Однако американские исследователи считают, что такой метод является лишь дополнением к основному, когда удобрения вносятся в почву при основной вспашке.

Соединения цинка, марганца, железа, которые вносятся в очень небольших количествах на поля для удобрений, лучше всего распределять вместе с поливной водой при дождевании. Научный и производственный опыт США убедительно это подтверждает. Эффективность микроэлементов, поданных вместе с поливной водой путем дождевания, во много раз выше, чем эффективность этих (даже в значительно большем количестве) микроэлементов, подаваемых в виде удобрений в почву.

Условия возделывания поливного риса резко отличаются от условий возделывания орошаемого хлопчатника и пшеницы. Растения риса произрастают в мелководном водоеме, т. е. в обстановке наиболее оптимального водоснабжения. Благодаря этим особенностям в одних и тех же климатических условиях культура риса значительно более высокоурожайна, чем пшеница. Благодаря тому, что растения риса обеспечены в максимальной степени водой, эффективность удобрения здесь в среднем в 1,5—2 раза выше, чем на полях поливной пшеницы. В соответствии с научным и практическим опытом рисосеяния в Советском Союзе лучшими удобрениями под рис оказались сернокислый аммоний, суперфосфат и калийная соль. Внесение этих удобрений в количестве 60 *кг/га* каждого в отдельности при соотношении 1 : 1 : 1 обеспечивает повышение урожая риса против неудобренного контроля на 45—50%. Очень высока эффективность марганцовых удобрений, вносимых в виде сернокислого марганца. Прибавка сернокислого марганца в количестве 2,5 *кг/га* подняла урожай риса в условиях опыта на 35—60%.

Советские сорта риса чрезвычайно отзывчивы на подкормки удобрениями по ходу вегетационного периода. Внесение азота, фосфора и калия в количествах 30+30+30 *кг/га* каждого из компонентов в начале кущения рисовых растений способствовало значительному дополнительному возрастанию урожая. Чтобы не было потерь растворимых удобрений вместе с проточной водой, подкормки риса рекомендуется производить тогда, когда толщина слоя воды на поле не выше 3—5 *см*. После внесения удобрений оставшийся слой воды должен полностью впитаться. Лишь после этого может возобновляться подача воды на дальнейшее орошение. Наибольший эффект в смысле повышения урожая зерна риса наблюдался в условиях Узбекистана от внесения органических удобрений: навоза или хлопкового жмыха в количестве 20—40 *т/га*. Самый высокий эффект достигался при смеси навоза или жмыха с суперфосфатом (50 *кг/га*). При этом прирост урожая достигал 300% по отношению к контролю.

Зависимость урожая поливного риса от уровня агротехники и удобрений хорошо иллюстрируется данными ФАО в группировке автора:

Урожай риса, *ц/га*	1948 г.	1963 г.	Урожай риса, *ц/га*	1948 г.	1963 г.
Мировой	16,1	19,9	В Америке	14,1	16,9
В Европе	42,9	48,4	В Африке	12,3	17,6

Несколько слов о формах удобрений, применяемых в орошаемых районах Советского Союза. Из числа азотных удобрений наиболее эффективными для поливного хлопчатника оказались мочевина и сернокис-

лый аммоний. Это объясняется тем, что реакция высококарбонатных щелочных почв засушливых районов Закавказья и Средней Азии под влиянием этих удобрений несколько сдвигается в сторону нейтрализации, что сопровождается образованием угольной кислоты за счет распада части карбонатов кальция. Не исключено, что дополнительные ресурсы угольной кислоты вызывают повышение эффективности фотосинтеза.

Что касается фосфорных удобрений, то многолетними наблюдениями на опытных станциях Кавказа и Средней Азии установлено, что нейтральные формы фосфатов (преципитат, томас-шлак) и нейтрализованный фосфоритной мукой или мелом суперфосфат используются растениями значительно лучше, чем обычный суперфосфат. Это объясняется тем, что монокальциевые фосфаты быстрее закрепляются в карбонатных почвах и доступность фосфора из этих соединений в конечном счете меньше, чем из других форм фосфатов (И. М. Мальцева). Повсеместно было установлено, что гранулированные формы суперфосфата значительно более эффективны и имеют бóльшую продолжительность последействия. Заслуживает внимания идея Колясева, проверенная многократными полевыми опытами, о высокой эффективности крупных гранул минеральных удобрений в орошаемом земледелии. Рыхлые торфяные гранулы весом до 100 *г* (торф и смесь удобрений, содержащих азот, фосфор и калий) являются центрами конденсации почвенной влаги, что ведет к повышению эффективности удобрений, с одной стороны, и к снижению водопотребления растениями — с другой.

Дальнейшая судьба удобрений в орошаемых почвах зависит от их химической природы, свойств почв и характера орошения. Вообще надо иметь в виду, что аммиачные и нитратные удобрения, как правило, обладают очень высокой растворимостью и поэтому легко передвигаются с гравитационной водой, с капиллярной влагой, а также в форме диффузионных токов. В анаэробных условиях азотные удобрения легко могут утрачиваться поливными почвами в виде аммиака и окислов азота. Нитраты же легко вымываются гравитационными водами при обычных поливах.

Калийные удобрения, как правило, легко растворимы и свободно передвигаются с гравитационными и капилярными растворами и диффузионными токами, но вместе с тем калий очень легко поглощается почвенными минералами и органическими коллоидами. Во многих случаях калий адсорбируется, при этом необратимо. Доступность калия, как правило, весьма сильно понижается по мере уменьшения влажности почвы. Голодание на калий может вызывать серьезные расстройства в развитии растений, а у хлопчатника — склонность к грибным заболеваниям.

Большинство фосфорнокислых удобрений (если речь идет о суперфосфате, преципитате, томас-шлаке и др.) с оросительной водой в почве практически почти не передвигается. Вместе с тем фосфор легко фиксируется почвой как в форме аниона, так и в форме малорастворимых фосфатов кальция, железа и алюминия. Поэтому доступность соединений фосфора после внесения их в почву быстро уменьшается. Однако образование в почвах свободной угольной кислоты заметно повышает доступность фосфатов. Известно также, что по мере применения фосфорнокислых удобрений наблюдается процесс насыщения почвы фосфатами. Происходит «зафосфачивание почвы», как говорят хлопководы в Узбекистане, и в ней ослабляется интенсивность фиксации фосфора как в форме поглощенных анионов, так и в форме малорастворимых трехкальциевых или фосфорно-железных, фосфорно-алюминиевых солей. Ввиду малой растворимости фосфора и склонности его к переходу в малоподвижные, малодоступные формы низкая влажность почвы особенно резко снижает доступность соединений фосфора для растений,

вплоть до полного прекращения. Поэтому с точки зрения фосфорнокислого и калийного питания растений уровень влажности орошаемых почв не должен опускаться ниже отмеченного оптимального предела. Строго говоря, это правило относится ко всем орошаемым почвам и ко всем удобрениям. Максимальный эффект от минеральных удобрений достигается лишь тогда, когда влажность орошаемых почв в течение вегетационного периода поддерживается на достаточно высоком уровне, не менее 85—90% относительной влажности.

С точки зрения судьбы минеральных удобрений, поступающих в почву, поливы методом затопления неблагоприятны для сохранения запаса азотных и калийных удобрений. Азотные и в меньшей степени калийные удобрения будут при этом вымываться, так же как нитраты и аммиачные формы азота. Установлен вынос соединений азота со сбросными и дренажными водами за пределы орошаемых полей. Повышенное содержание соединений аммиака в озерах и реках вызывает в последующем токсикоз и угнетение в них жизни, а также ухудшение качества воды для водоснабжения.

В принципе дождевание — гораздо более экономный способ использования оросительной воды. Можно считать, что полив методом дождевания будет также сопровождаться более экономным использованием растворимых подвижных форм удобрений. Однако, как справедливо отмечают бельгийские исследователи, орошение дождеванием способствует концентрации корневых систем растений в верхней части почвенного профиля. Этим как бы предопределяется большая зависимость растений и урожая от возможной засухи при недостатке поливной воды или же при длительных перерывах между очередными поливами дождеванием. Чем легче почва по механическому составу, тем угроза такого пересыхания будет больше. Поэтому дождевание должно повторяться весьма часто с тем, чтобы предохранить корневую систему растений от пересыхания.

Французские исследователи и практики орошаемого земледелия наиболее оптимальной формой техники полива считают подпочвенное орошение. При этом обеспечивается оптимальная влажность в почве и наиболее благоприятное направление движения минеральных соединений и удобрений, обеспечивающих оптимальные условия питания растений.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

А. М. Алпатьев, М. С. Кулик, Л. А. Разумова, С. А. Сапожникова, Ю. И. Чирков

Агроклиматическая характеристика основных сельскохозяйственных районов СССР применительно к возделыванию зерновых культур и обоснованию агротехнических и мелиоративных мероприятий 5

В. А. Ковда, В. В. Егоров, Г. Л. Магаков, И. Н. Скрынникова, С. А. Владыченский

О развитии мелиорации почв в СССР для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур 31

П. А. Летунов

Значение орошения и других мелиораций для повышения урожаев зерновых культур в СССР 60

Д. Д. Брежнев

Сорта зерновых культур для орошаемого земледелия и для районов нечерноземной зоны СССР 76

В. А. Ковда

Опыт оросительных мелиораций 94

В. М. Легостаев

Мелиоративное значение риса 115

Г. Л. Магаков

Проблемы освоения и дальнейшего подъема производительного потенциала земельных ресурсов юга и юго-востока Европейской части СССР — главнейшего региона по производству товарного зерна 138

С. Л. Миркин

Опыт и перспективные районы орошения в степной зоне 148

И. С. Рабочев

Об итогах исследований в области мелиорации почво-грунтов в Туркменской ССР 159

А. В. Новикова

Прогнозирование вторичного засоления почв на юге Украины и его подтверждение 169

В. П. Батюк

Химические основы мелиорации солонцов полимерами и применение поверхностно активных веществ для повышения плодородия почв 175

В. С. Матвеенко

Аэрофотометоды оценки и контроля динамики мелиоративного состояния орошаемых земель и их районирования 183

В. В. Буйлов

К вопросу о происхождении щелочности в почвах 193

В. А. Ковда

Минеральные удобрения для орошаемых культур 200

УДК 585.5.53.55

Агроклиматическая характеристика основных сельскохозяйственных районов СССР применительно к возделыванию зерновых культур и обоснованию агротехнических и мелиоративных мероприятий. Коллектив авторов. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

Рассмотрены климатические ресурсы основных сельскохозяйственных районов и особенности возделывания озимой и яровой пшеницы, риса, кукурузы и многолетних трав. Дано агроклиматическое обоснование орошения, размещения чистых паров, применения удобрений и т. д.

Проанализированы условия применения агрометеорологических прогнозов для сельского хозяйства. Уточнены ареалы возделывания кукурузы, риса, трав. Рассмотрены вопросы эффективности орошения.

Иллюстраций 8, таблиц 4.

УДК 631.6

О развитии мелиорации почв в СССР для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Коллектив авторов. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

Рассматривается сравнительно новая в почвенно-мелиоративной литературе тематика по развитию оросительных и осушительных коренных мелиораций для нужд производства зерновых культур в свете решений майского (1966 г.) и июльского (1970 г.) Пленумов ЦК КПСС. Значительное место уделено задачам производительного освоения орошаемых земель и борьбе с их засолением, а также анализу допускаемых в современной практике осушительных мелиораций ошибок по оценке теоретических основ регулирования водного режима осушаемых земель. Динамика темпов и объема развития мелиораций почв рассматриваются в свете реального хозяйственного освоения намечаемых к мелиорации земель и повышения урожайности зерновых и других сельскохозяйственных культур в перспективе на 1980 г.

Таблиц 6.

УДК 631.6

Значение орошения и других мелиораций для повышения урожая зерновых культур в СССР Летунов П. А. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

На основе анализа большого фактического материала рассматриваются возможные перспективы повышения урожая зерновых культур в земледельческих районах СССР. Рекомендации по использованию природных ресурсов земледельческих районов и перспективы мелиоративных мероприятий дифференцируются по 4 природным зонам: нечерноземной, лесостепной, типичной степи и сухой степи. По природным условиям наиболее перспективными районами для развития орошения зерновых являются территории, охватывающие южную половину лесостепной зоны, типичную и сухую степь. В северных районах следует ожидать эффекта при орошении овощных культур. Помимо природных условий, при планировании орошения следует учитывать экономические факторы.

Иллюстрация 1, таблиц 6.

УДК 633.11.15.19

Сорта зерновых культур для орошаемого земледелия и для районов нечерноземной зоны СССР. Брежнев Д. Д. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

Излагаются проблемы подбора соответствующих сортов сельскохозяйственных растений, наиболее пригодных для возделывания на мелиорированных землях. Рассмотрены: новые и перспективные сорта пшеницы, ячменя, кукурузы и риса для поливного земледелия. Условия возделывания зерновых культур показаны на многочисленных примерах производственной практики совхозов и колхозов, получающих высокие урожаи рекомендуемых сортов пшеницы, кукурузы и риса. Учет экологической обстановки, создаваемой при искусственном орошении сельскохозяйственных культур или в условиях осушительных мелиораций, приводящих к изменению процессов развития, имеет большое значение с точки зрения подбора наиболее урожайных сортов зерновых культур.

Значительное место отведено вопросам районирования зерновых культур для условий поливного земледелия и для нечерноземной зоны.

Иллюстраций 5, таблиц 2.

УДК 626.843+844+845

Опыт оросительных мелиораций. Ковда В. А. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

На поливных землях производится 50% мировой сельскохозяйственной продукции, в то время как общая площадь орошаемых почв мира составляет не более 0,02% от общей площади распаханных земель, что свидетельствует о высокой эффективности оросительных мероприятий. К 1980 г. в СССР возможно расширение площади орошаемых земель до 19—20 млн. *га*. Для решения этой проблемы необходимо использование зарубежного опыта.

Повышение эффекта при орошении связано с проведением мероприятий по предупреждению вторичного засоления, внесением удобрений и использованием достижений генетики и селекции в подборе высокоурожайных культур. Важно учитывать сочетания культур на поливном массиве. Потребности в воде должны рассчитываться по продукции всей биомассы. Отсутствие мероприятий по гидроизоляции при строительстве крупных ирригационных систем приводит к заболачиванию и засолению больших территорий.

Рассматриваются аспекты мелиорации засоленных почв, а также возможные пути повышения продуктивности орошаемых почв СССР и предлагаются рекомендации по повышению эффекта в использовании орошаемых территорий.

УДК 631.6

Мелиоративное значение риса. Легостаев В. М. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

Проведен анализ опытно-экспериментальных посевов риса на мелиорированных землях Средней Азии (и частично Дальнего Востока), причем обсуждаются главным образом результаты, полученные при исследованиях на голодностепских ирригационных системах за период с 30 по 50-е годы. Рассмотрены вопросы потребления воды рисом, сброса воды с рисовых полей, о роли риса как фактора рассоления орошаемых земель, выносе хлора после посевов риса и т. д. На основе опытных данных подвергается сомнению положение о том, что подъем уровня грунтовых вод, а следовательно, и реставрация засоления за рисовыми участками, огороженными дренами, происходить не может.

Подробно рассмотрена динамика минерализации почв и эффективность вымыва солей при различных способах полива риса, а также действие различных вариантов подачи воды.

Иллюстраций 7, таблиц 16, библ. 16 назв.

УДК 631.6

Проблемы освоения и дальнейшего подъема производительного потенциала земельных ресурсов юга и юга-востока Европейской части СССР — главнейшего региона по производству товарного зерна. Магаков Г. Л. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

Проанализированы специфические особенности влаго-теплового режима степной зоны юга и юго-востока и связанные с ними условия проведения мероприятий по мелиорации местных почв. Главнейшими показателями для установления перспективной очередности по охвату земель мелиорацией является характеристика климата почвенного покрова степной зоны, на основании которой автором дано ее почвенно-мелиоративное районирование. Оптимальное сочетание орошаемых и богарных посевов зерновых культур рассматривается как необходимое условие в создании ежегодных устойчивых валовых сборов зерна. Показана необходимость изучения принципов размещения поливных земель и оптимальных размеров отдельных орошаемых массивов. Рассматривая степную зону как мелиоративную целину, автор обсуждает это положение с точки зрения открывающихся здесь больших перспектив для развития ирригации. Осуществление оросительных мелиораций необходимо при условии получения добавочной продукции по сравнению с богарными землями.

Таблица 1.

УДК 631.6

Опыт и перспективные районы орошения в степной зоне. Миркин С. Л. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

Акцентируется внимание на показателях изменения урожаев и площадей орошения зерновых культур за последние два десятилетия в районах степной зоны РСФСР, УССР и Молдавской ССР. Значительное место уделено характеристике состояния оросительных систем с указанием отдельных дефектов, требующих устранения. Дается подсчет орошаемых площадей, требующих мелиоративных мер и капитальной планировки, а также повышения водообеспеченности и реконструкции обслуживающих эти земли оросительных систем.

В заключение автор останавливается на оценке перспективности районов интенсивного развития мелиораций и дает новую схему для оценки факторов размещения земель, перспективных с точки зрения интенсивных мелиораций.

Таблиц 10.

УДК 631.6

Об итогах исследований в области мелиорации почво-грунтов в Туркменской ССР. Рабочев И. С. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

Рассматриваются вопросы мелиорации почв в основных зонах орошаемого земледелия Туркменской ССР: Ташаузском, Чарджоуском, Мургабо-Теджепском и Прикопетдагском орошаемых оазисах. Это наиболее важные районы производства тонковолокнистого хлопчатника. По каждому из оазисов освещены материалы специализированных исследований, связанных с изучением особенностей устройства и действия горизонтального и вертикального дренажа, процессов соленакопления в почво-грунтах и их перераспределения под влиянием орошения. Приведены сводные данные по группировке ирригационного земельного фонда республики с точки зрения его потенциальной эффективности при орошении.

Таблиц 3.

УДК 631.411.6

Прогнозирование вторичного засоления почв на юге Украины и его подтверждение. Новикова А. В. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

При прогнозировании вторичного засоления почв определяется: запас солей в почвенно-грунтовом слое зоны аэрации, критическая глубина засоляющих почву вод, химический состав грунтовых вод и глубина залегания их зеркала, некоторые водно-физические свойства. Эти данные дополняются лизиметрическими исследованиями и наблюдениями за режимом водно-солевого баланса и сводятся в соответствующий графический и картографический материал, на основе которого прогнозируется возможность и степень вторичного засоления почв. Для прогнозирования минерализации грунтовых вод предлагается метод, который назван методом последовательных солевых вытяжек и применен в практике на почвах совхоза «Память Ильича».

Таблиц 2, библ. 10 назв.

УДК 631.422+417.

Химические основы мелиорации солонцов полимерами и применение поверхностно активных веществ для повышения плодородия почв. Батюк В. П. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

Приведены результаты исследований по мелиорации солонцов полимерами: МФ-смолой, полиакриламидом и другими высокомолекулярными соединениями. Отмечается высокая их эффективность в улучшении физико-химических свойств почв, что заметно повышает урожай-

ность сельскохозяйственных культур. Приводятся данные по влиянию поверхностно активных веществ на транспирацию и фотосинтез растений.

Таблиц 2, Библ. 16 назв.

УДК 631.6

Аэрофотометоды оценки и контроля динамики мелиоративного состояния орошаемых земель и их районирования. Матвеенко В. С. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

Рассматриваются методические вопросы, касающиеся применения аэрометодов на орошаемых почвах. На анализе двухлетнего экспериментального материала рассматривается возможность прогнозирования некоторых вторичных явлений орошаемых территорий: засоления, заболачивания и осолонцевания почв, зарастания и заиления каналов и дрен и пр., а также возможность выбора типовых участков для стационарных наблюдений с помощью аэрометодов. Рекомендуются целесообразные и экономичные подходы в использовании дорогостоящих фотоматериалов при аэрометодах почвенных исследований.

Иллюстрация 1, библ. 13 назв.

УДК 631.411.6

К вопросу о происхождении щелочности в почвах. Буйлов В. В. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

Изменение щелочности в почвах связано с деятельностью сульфатредуцирующих бактерий в результате восстановления сернокислых соединений. Эксперимент, основанный на количественном учете продуктов биохимического восстановления сернокислых соединений почв в анаэробных условиях, показывает повышение щелочности и увеличение количества сероводорода. Контролем служили образцы с микрофлорой убитой, внесением смеси формалин+ +толуол. В контрольных почвах отмечается резкое подкисление среды до и после инкубирования. Расчеты полученных данных показывают, что увеличение щелочности на 90—99% связано с биологическими процессами.

Таблиц 4, библ. 13 назв.

УДК 631.416

Минеральные удобрения для орошаемых культур. Ковда В. А. В сб.: Мелиорация почв в СССР. М., «Наука», 1971.

Рассматривается опыт применения минеральных удобрений в орошаемом земледелии Советского Союза для культур хлопчатника, пшеницы и риса. Для хлопчатника рекомендуется совместное внесение азота, фосфора и калия в сочетании с органическими удобрениями и соблюдением агротехнических приемов и сроков внесения удобрений в вегетационный период. Отмечается, что с увеличением урожая хлопка снижается расход оросительной воды. При содержании карбонатов и бикарбонатов натрия в почве 0,2%, а хлоридов и сульфатов 0,7—0,8% получить нормальный урожай хлопчатника и других культур невозможно. Опыт США показывает, что для пшеницы рекомендуется внесение удобрений сочетать с дождеванием; это, однако, не исключает внесения удобрений при вспашке. Для поливного риса внесение азота, фосфора и калия следует проводить по ходу вегетационного периода при малой толщине воды до полного впитывания. Французские исследователи считают, что оптимальные условия орошения культур могут быть достигнуты при подпочвенном орошении.

Иллюстрация 1, таблиц 2.

МЕЛИОРАЦИЯ ПОЧВ В СССР

Утверждено к печати
Научным советом по проблеме почвоведения
и мелиорации почв

Редактор Издательства *В. П. Зверев*
Художник *Э. Л. Эрман*
Технические редакторы *Э. Л. Кунина, В. И. Зудина*
Сдано в набор 23/III-71 г. Подписано к печати 9/VI-1971 г.
Формат 70×108 1/16. Печ. л. 13,25. Усл. печ. л. 18,55. Уч.-изд. л. 18,3
Тираж 3400 экз. Т-09644. Бумага № 2. Тип. зак. 4546.

Цена 1 р. 61 к.

Издательство «Наука»
Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука»
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10