

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ИНСТИТУТ АГРОХИМИИ И ПОЧВОВЕДЕНИЯ



Для служебного пользования
Экз. № 000055

В. А. КОВДА

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА
СИБИРСКИХ РЕК НА ЮГ
ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СТЕПЕЙ
И ПУСТЫНЬ

ПУЩИНО-1979

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ИНСТИТУТ АГРОХИМИИ И ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Для служебного пользования
Экз. № 000055

В. А. КОВДА

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА
СИБИРСКИХ РЕК НА ЮГ
ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СТЕПЕЙ
И ПУСТЫНЬ

ПУЩИНО-1979

Дается первоначальный обзор важнейших результатов 8-летних исследований Института агрохимии и почвоведения АН СССР Узбекской и Туркменской ССР, почвенно-геохимических и мелиоративных условий Срединного региона Советской Азии. Рассматриваются возможности успешного орошения почв этой территории в случае перераспределения части стока вод сибирских рек на юг страны. Рекомендуются профилактические и мелиоративные мероприятия.

Работа будет полезна почвоведом, мелиораторам, гидрологам, гидротехникам.

Географическое положение территории возможного перераспределения вод севера Сибири показано на схеме двух континентов — Европы и Азии (рис. I). Этот регион расположен в центральных частях Евразии и в своей значительной доле совпадает с обширной геохимически бессточной внутриматериковой Арало-Каспийской впадиной. Эта территория получила удачное название "Срединный регион". Его общая площадь около 700 млн. га. Многие природные особенности региона: континентальность, сухость, обилие на юге солнечного света, равнинность, богатые пастбища и луга, плодородные лёссовые сероземы и сибирские черноземы, обширные песчаные и соляные пустыни, многоводные, но редкие реки (Волга, Обь, Иртыш, Амударья, Сырдарья) — обязаны его географическому положению и сложной истории развития (см. рис. I).

Большой коллектив почвоведов, гидрологов, мелиораторов, инженеров-гидротехников изучает перспективы коренного повышения биологической и сельскохозяйственной продуктивности огромных пространств Срединного региона. Здесь — необозримые поля и луговые пастбища Зауралья, Барабинской и Кулундинской низменностей; здесь миллионы гектаров (целинных в прошлом) сухих степей, распаханых и освоенных более 20 лет тому назад для производства товарного зерна; здесь бесконечные равнины пастбищных полупустынь и пустынь Средней Азии с теплым солнечным климатом, но с острым недостатком влаги. И здесь же на юге знаменитые хлопковые и рисовые плантации, сады и виноградники, утопающие в зелени оазисов, орошаемых водами рек Сырдарьи, Зеравшана, Амударьи и их притоков.

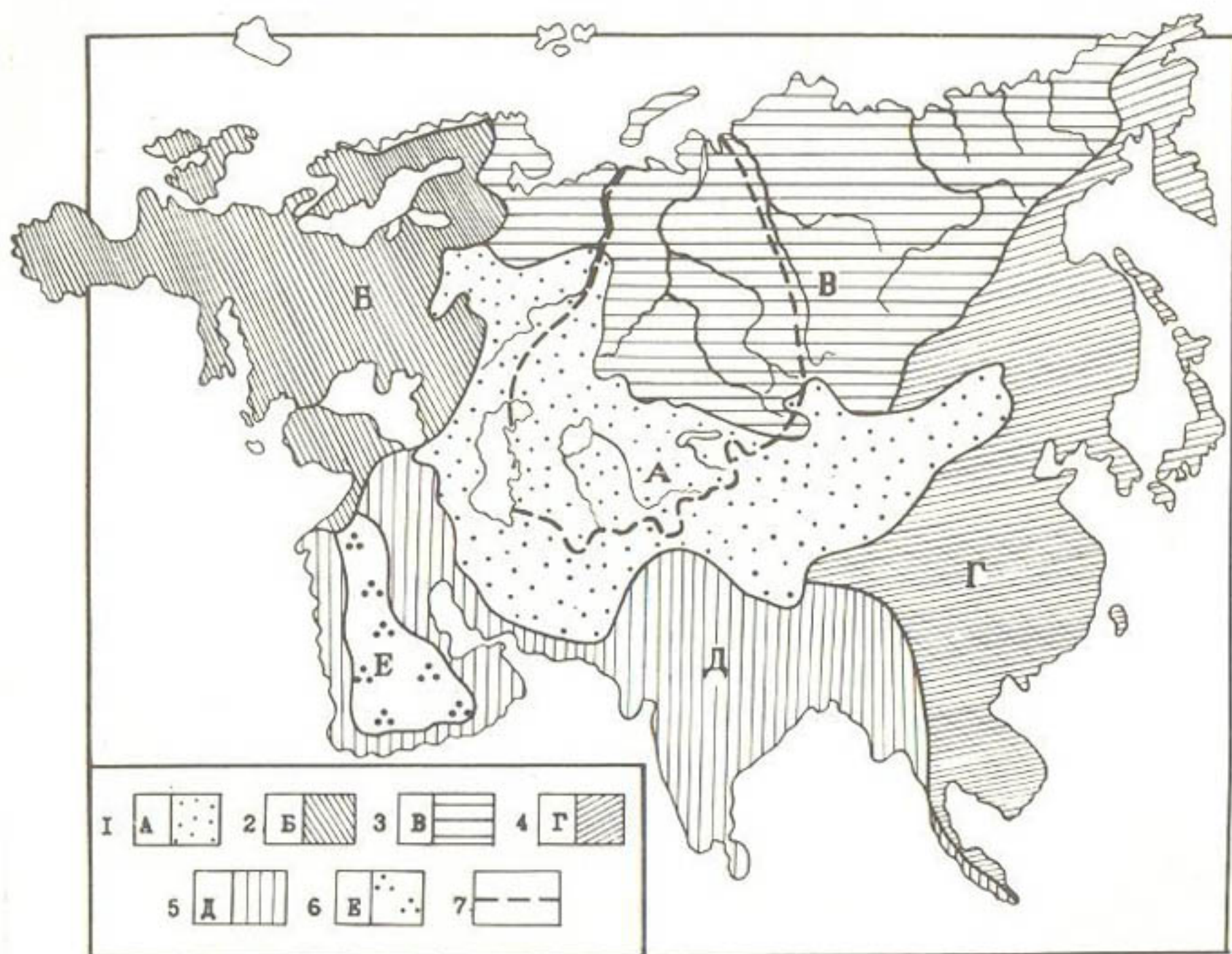


Рис. I. Схема природно-мелиоративного районирования Евразии с показом Срединного региона: А – бассейн внутреннего стока (Арало-Каспийский); Б – бассейн Атлантического океана; В – бассейн Северного Ледовитого океана; Г – бассейн Тихого океана; Д – бассейн Индийского океана; Е – бассейн внутреннего стока Аравийского полуострова; — — — граница Срединного региона /Анисимов и др., 1976/

Весьма богаты земельные ресурсы этой территории. Более 300 разновидностей почв выделили здесь почвоведы: от болот и подбуров, подзолистых, лесостепных до луговых, черноземов, каштановых, бурых, сероземов, солончаков, солонцов, такыров и песков разных видов.

Районы Арктики сменяются тундрой и тайгой, лесостепь – степью, холодные полупустыни – субтропическими жаркими пустынями, где при орошении зреют миндаль и гранаты и даже цитрусовые. Огромная площадь в несколько миллионов квадрат-

ных километров и протяженностью около 2000 км с севера на юг насчитывает до 150 млн. га земель, которые могут быть вовлечены в земледелие и животноводство с осуществлением мелиораций, обводнения и орошения.

Население этой обширной территории быстро растет и к 2000 г. может достигнуть 100 млн. человек. Здесь созданы новые благоустроенные города, растет число и размеры многих предприятий тяжелой и легкой промышленности, строятся новые оросительные системы, развивается национальная культура, наука, искусство народов Сибири, Казахстана, Узбекистана, Туркмении.

Однако на всем этом трансконтинентальном пространстве Азии крайне ограничены ресурсы влаги, и это лимитирует освоение региона. Низко и неустойчиво по годам увлажнение атмосферными осадками — 400–300 мм на севере и 200–75 мм в год на юге. Водные ресурсы рек Сырдарьи, Зеравшана, Амударьи близки к полному использованию в ближайшие десятилетия. Имеются ресурсы подземных вод. Но циклы их возобновления измеряются тысячелетиями, минерализация часто повышена, нередко они содержат карбонаты щелочей, поэтому перспективы их использования нельзя переоценивать. Они всегда будут иметь только вспомогательное локальное значение.

Степи Сибири, Алтая, Казахстана лишь два–три года в десятилетие имеют удовлетворительное увлажнение и урожаи зерновых порядка 10–15 ц/га. Остальные годы характеризуются засушливостью и урожаями зерновых 3–7 ц/га, а иногда и их полной гибелью (рис. 2, 2а). Засуха несколько раз в десятилетие сжигает почти полностью травы на пастбищах этих степей и полупустынь. Животноводство испытывает большие трудности в такие годы. Развитие хлопководства, рисосеяние в дельтах рек Амударьи и Сырдарьи, потребности горного хозяйства, промышленности, городов в более южных частях региона после 1990 г. могут столкнуться с дефицитом воды. Между тем имеющийся скромный опыт орошения пшеницы в Кулунде и в Центральном Казахстане свидетельствует, что один–два полива, данные вовремя, позволяют получать урожай зерна 35–40 ц/га (при урожаях без полива — 5–7 ц/га) (рис. 3). Удобрения при поливе повышают урожай зерна до 50 ц/га.

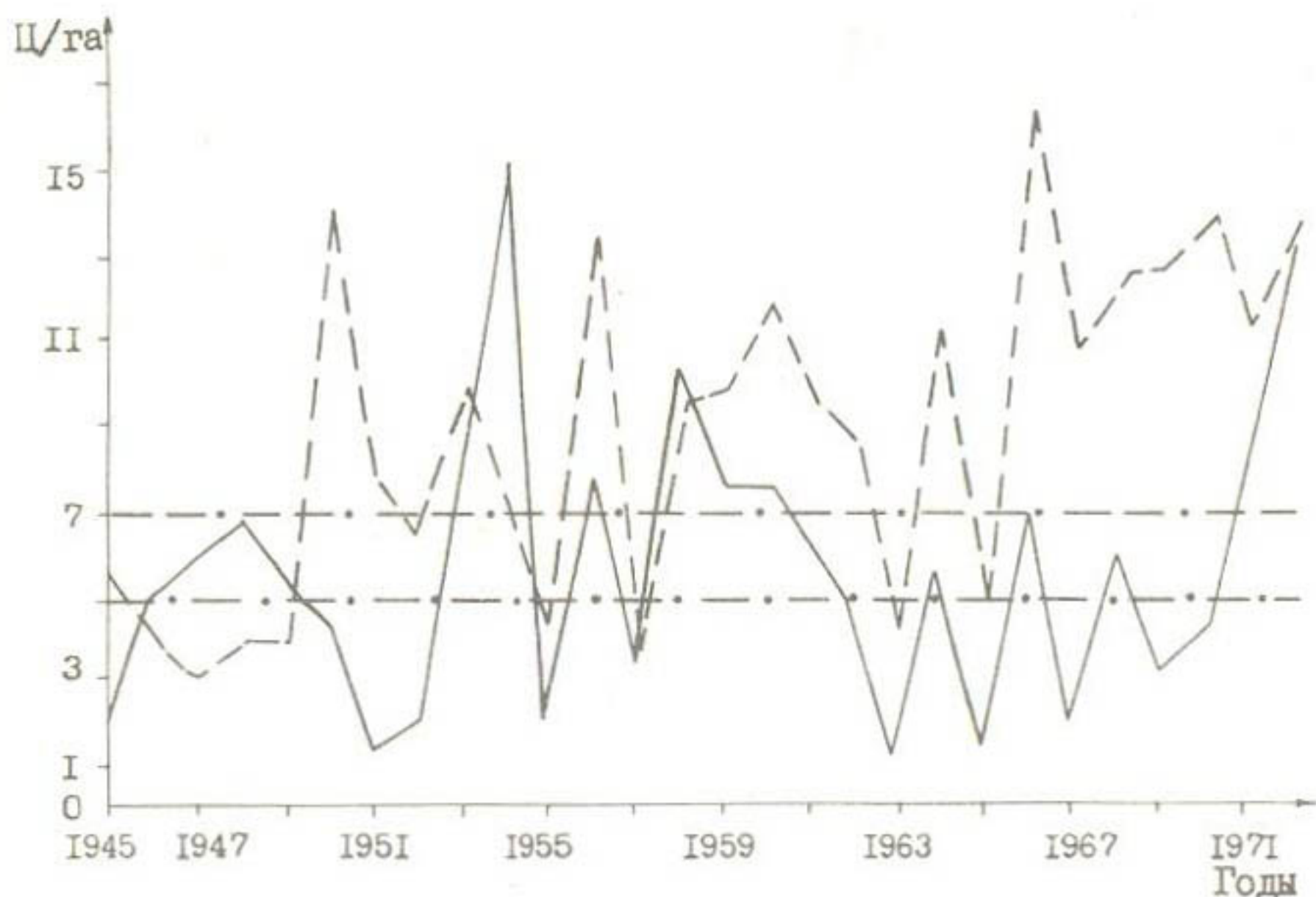


Рис. 2. Урожайность яровой пшеницы на черноземах обыкновенных (Северо-Казахстанская обл.) и темно-каштановых почвах (Павлодарская обл.) за период с 1945 по 1972 гг. (все категории хозяйств). (Материалы Института почвоведения АН КазССР): — — — — — черноземы обыкновенные; - - - - - темно-каштановые почвы; - - - - - критическая урожайность; - - - - - убыточная урожайность

Почвы Срединного региона по запасам гумуса, азота, фосфора намного беднее почв ЦЧО, Украины, Северного Кавказа. Поэтому с самого начала орошения сюда должны завозиться минеральные удобрения и широко использоваться все виды местных органических удобрений и отходы.

Вследствие промерзания почв земледелие Сибири и Северного Казахстана часто страдает от недостатка тепла. В.Г.Чигир рекомендует для ослабления промерзания раннее и тщательное снегозадержание и сохранение древесно-кустарниковых кулис. Следует также широко испытать в этих районах французский метод простейшего утепления почв в полеводстве с использованием дешевых пластиковых пленок. Этот прием позволяет в

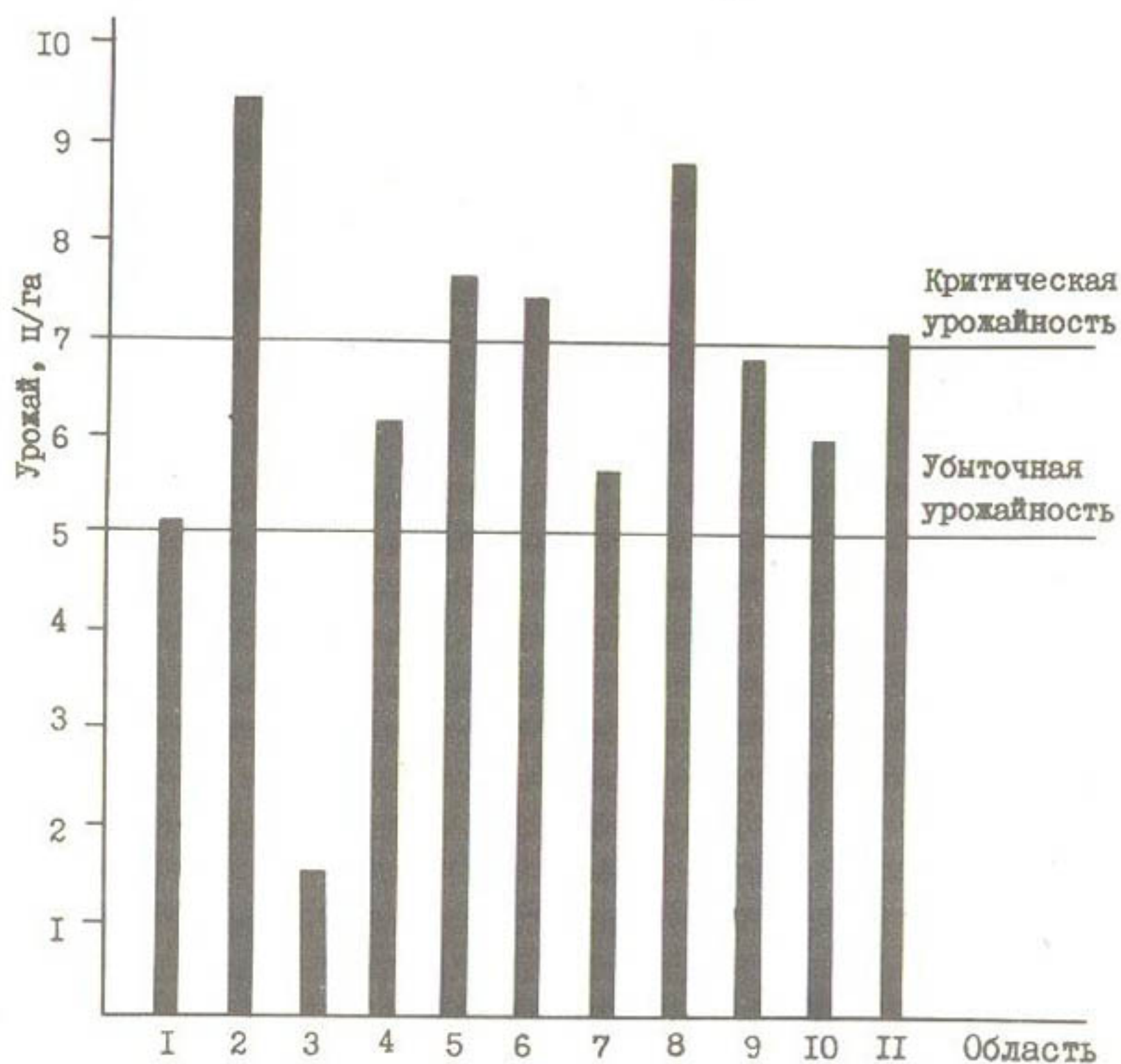


Рис. 2а. Средняя урожайность яровой пшеницы по II областям Казахстана (1945–1972 гг.): I – Актыюбинская; 2 – Восточно-Казахстанская; 3 – Гурьевская; 4 – Карагандинская; 5 – Кокчетавская; 6 – Кустанайская; 7 – Павлодарская; 8 – Северо-Казахстанская; 9 – Семипалатинская; 10 – Уральская; II – Целиноградская

2–3 раза увеличивать урожаи при резко сниженных нормах удобрения.

Солонцы обязательно нужно подвергать химмелиорациям и землеванию нанесением гумусового слоя на выровненную поверхность поля. Содовые щелочные почвы потребуют также химических добавок для нейтрализации и устранения свободной соды. Добавки фосфогипса (отходы), гипса, кислых отходов, органических отбросов будут весьма полезным средством для этого.

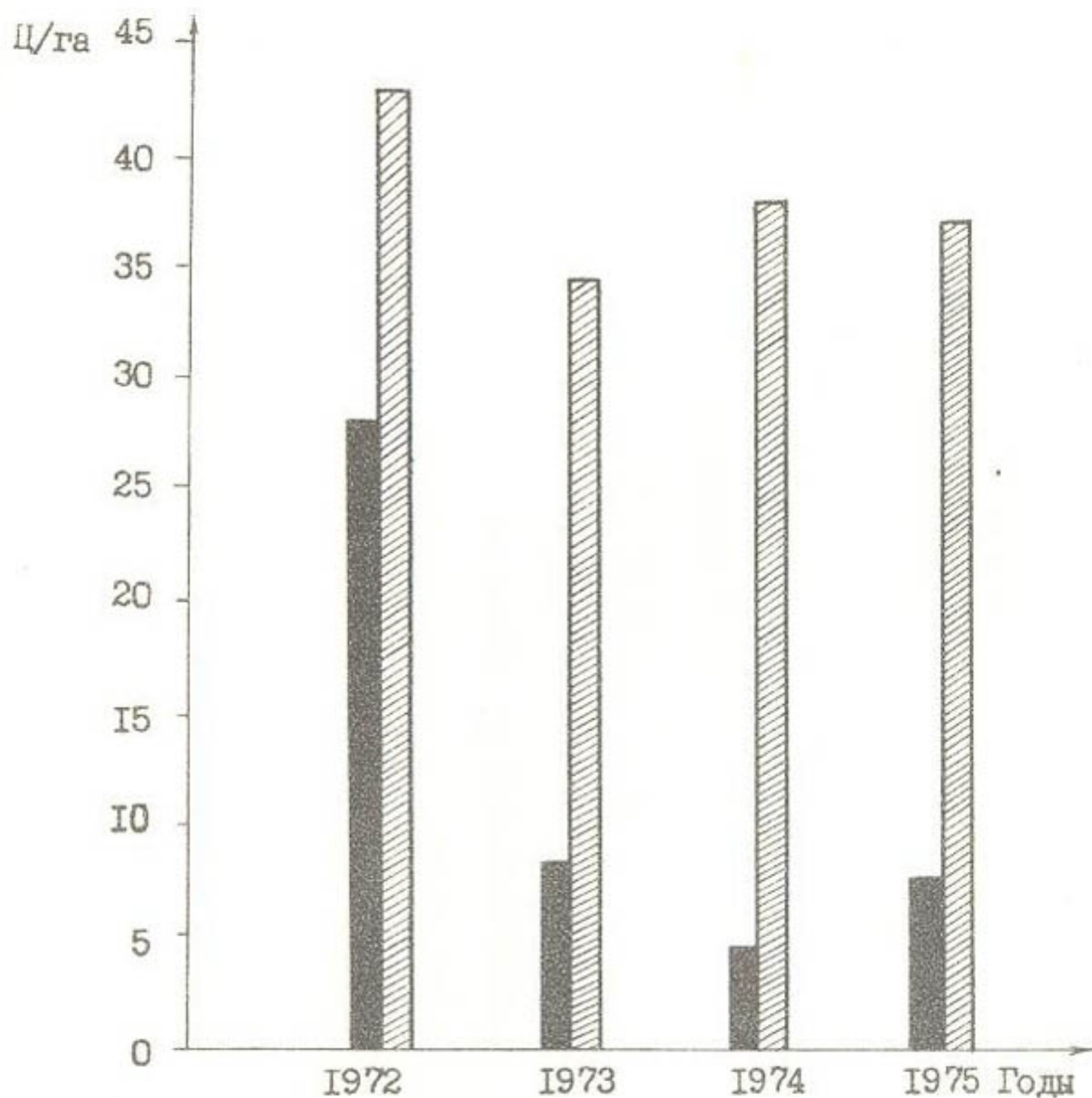


Рис. 3. Урожай яровой пшеницы Саратовская-29 при орошении и без орошения на темно-каштановых почвах в совхозе "Степногорский" Целиноградской обл. (опытный участок Института почвоведения АН КазССР): ■ — без полива; ▨ — при орошении

Солонцы с гипсовым горизонтом на глубине 30–40 см могут быть улучшены плантажной или ярусной вспашкой с добавками больших доз органических удобрений. Такыры Туркмении требуют ярусной глубокой оборотной вспашки, промывок и заправки песком и органическими удобрениями. Солончаки и солончаковые сероземные почвы потребуют глубокой вспашки, выравнивания, глубокого горизонтального дренажа (достаточно частого) и капитальных промывок. Их легче освоить под культуру

риса. Каптановые почвы будут нуждаться в уничтожении пятен солонцовых почв (их иногда 20-50%) и постепенном углублении пахотного горизонта. Щельники со слитым гумусовым горизонтом могут быть улучшены перекрестным кротованием или щелеванием, большими дозами органических удобрений. Сероземы не потребуют промывок. Но на них могут быть просадочные деформации. Черноземы и сероземы — лучшие почвы Среднего региона. Их не надо подвергать промывкам и агромелиорациям. Но на них потребуются работы по устранению микро-рельефа. И это надо делать с максимальным сохранением гумусового горизонта.

Главная задача, однако, — не допустить переполива этих почв и подъема уровня грунтовых вод с перемещением солей к поверхности. Поэтому абсолютно необходимо строить сеть каналов только закрытого типа и поливы проектировать не промывного, а дополнительного (до полевой влагоемкости) типа, причем для черноземов и луговых почв с учетом влаги дождей.

Опесчаненные почвы вдоль Иртыша являются, по-видимому, при условии удобрений и орошении лучшими и наиболее продуктивными. Об этом свидетельствует опыт ряда хозяйств на берегах Иртыша. Таких земель вдоль него насчитывается не менее 300-400 тыс. га.

Мерами профилактики заболачивания и засоления почв при орошении должны быть: закрытая нефилтрующая сеть каналов, дождевание по дефициту малой интенсивности или капельные поливы по дефициту, глубокий дренаж, севообороты с травосеянием, двух- и трехрядные полосные древесные насаждения по границам полей, вдоль крупных (открытых) каналов.

Таким образом, дополнительное орошение позволит, как считают многие специалисты Казахстана и Сибири, не только исключить тяжелые неурожаи, вызванные засухами, но удвоить уровень самых высоких урожаев зерновых, доведя их до 40-50 ц/га.

В Государственном плане ГКНТ СМ СССР научных работ 1976 г. научная разработка этой проблемы (№ 0.85.01 Н.12^а), как и в распоряжении Президиума АН СССР от 11.УШ.1976 г. особо подчеркнута и поручена в части изучения почвенного

покрова и прогноза мелиоративных мероприятий Институту агрохимии и почвоведения АН СССР.

Институт агрохимии и почвоведения АН СССР ведет экспедиционное изучение этого региона уже с 1971 г., когда была разработана совместно с Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР, Сибирским отделением АН СССР, академиями наук Казахстана, Узбекистана, Туркмении и Таджикистана программа совместных комплексных почвенно-геохимических и мелиоративных исследований Срединного региона. Экспедиция осуществляется под общим научным руководством Научного совета АН СССР по проблемам почвоведения и мелиорации почв. К настоящему времени после 7 лет полевых, лабораторных и камеральных работ и коллективного обсуждения на совещаниях складываются первые результаты исследований, некоторые обобщения и рекомендации к возможному проектированию.

Экологическая обстановка территории Срединного региона

Общая экологическая обстановка азиатской части СССР весьма отличается от условий европейской части СССР: резко выраженная континентальность, острова вековой мерзлоты до пятидесятой широты на юге, растущая заболоченность водоразделов таежного севера и сплошная мерзлота, холодные, аридные, подверженные засухам равнины Западной Сибири, заболоченные в прошлом, но быстро обсыхающие в настоящем, лугово-черноземные и лугово-болотные, часто подверженные содовому засолению почвы, массивы черноземов, переживших в прошлом засоление и солонцеватость; солончатые и содовые высыхающие озера, мелеющие и исчезающие реки и их притоки, растущая засушливость и опустынивание.

В Казахстане и на Алтае черты растущей аридности, остаточной и современной, засоленности почв, озер и грунтовых вод, исчезающих рек и речек, учащенные засухи выражены значительно сильнее. Однако и здесь на приподнятых равнинах распространены своеобразные (в прошлом целинные) черноземы и темно-каштановые почвы, которые в отдельные годы дают урожай первоклассного зерна (до 12-16 ц/га).

Процесс аридизации равнин Западной Сибири и Северного Казахстана проявляется во многом. Мелеют крупные реки (Обь, Иртыш), исчезают частично или полностью малые реки (Камышловка, Тарбуга, Ачаир, Качирка и др. /"Правда", 1978, 26 октября, № 299/. Осолоняются и исчезают озера. Снижается уровень грунтовых вод. Растет засоление почв низменностей Сибири, приозерных берегов, пойменных лугов и пастбищ. Продуктивность черноземных почв часто остается низкой из-за дефицита влаги (по исследованиям Кирясова, Мезенцева).

Периодичность засух и степень их выраженности в Сибири, Казахстане и на Алтае крайне незакономерна. В среднем в Западной Сибири на столетие приходится 20–30 резко засушливых лет, а в Северном Казахстане – 40–50. Южная часть Центрального Казахстана опустынена и подвержена тяжелым засухам гораздо чаще (табл. I).

Т а б л и ц а I

Вероятная частота засух в Срединном регионе
(в контуре возможной переброски вод)

Природные области	За 100 лет	В ближайшие 10 лет
Западносибирская лесостепь	20–30	2–4
Южная Сибирь и Северный Казахстан, степи	30–50	3–6 пыльные и песчаные бури
Южная Сибирь и Центральный Казахстан, сухие степи	50–60	5–8 особо сильные 3–4, пыльные и песчаные бури
Центральный Казахстан, пустынные степи и полупустыни	80–90	8–9
Южный Казахстан, Узбекистан, Туркмения, пустыни и полупустыни	90–100	9–10

Частота засушливых лет в Казахстане охарактеризована А.С.Утешевым /1978/. Средние и сильные засухи за столетие

составляют примерно 30 лет. В такие годы урожайность хлебов снижается до 3-5 ц/га (50% от среднего). Возникают лесные и степные пожары, иссушаются озера, реки, подземные воды, учащаются сели в горах (тают ледники). В степях Казахстана число дней разной степени засушливости за вегетационный период в 2-2,5 раза больше, чем в более северных районах /Утешев, 1978/. Самая засушливая зона Центрального Казахстана (Джаныбек, Актюбинск, Караганда, Балхаш, Семипалатинск) насчитывает в многолетнем среднем выражении в году (апрель-октябрь) более 65-60 дней с атмосферной засухой (рис. 4). Средняя частота всех видов засух составляет в этой области до 75-80%. Засушливость Срединного региона несколько смягчается к северу и югу от этой области "сверхзасух".

Равнины Южного Казахстана, Узбекистана, Туркмении расположены климатически уже в пустынях, где для местности нормой является опустыненность, сухость воздуха, безводие, засоленность. Земледелие здесь возможно только при орошении, для чего и в прошлом, и в настоящем использовались воды рек Сырдарьи, Амударьи, Зеравшана и их притоков. Воды этих рек близки к полному использованию. В их нижнем течении воды уже не хватает и для земледелия, и для быта, и для промышленности.

Сокращение стока рек Амударьи и Сырдарьи вследствие разбора их на интенсивное орошение в Фергане, Голодной степи, Чарджоуском оазисе, Таджикистане и особенно в зоне Каракумского канала привело к развитию ряда резко отрицательных последствий.

Минерализация воды в обеих реках возросла и колеблется в пределах 1-2 г/л; есть опасность дальнейшего ее увеличения. Тугайные и каирные угодья стали засоляться и отмирать. Уровень Арала упал на 6 м, а минерализация воды в нем увеличилась с 10-11 до 13-15 г/л. Море отступило и обнажились сотни квадратных километров бывшего мелководья. Устьевые дельтовые массивы и обсохшие мелководья утратили покровы болотной растительности. В дельте Сырдарьи потеряно до 4 млн. т сухой массы грубых кормов. Обсохшая территория покрылась пухлыми солончаками, которые развеваются ветрами, засоляя окрестные поля. Город Аральск оказался на суше. Город Казалинск периодически остается без пресной питьевой

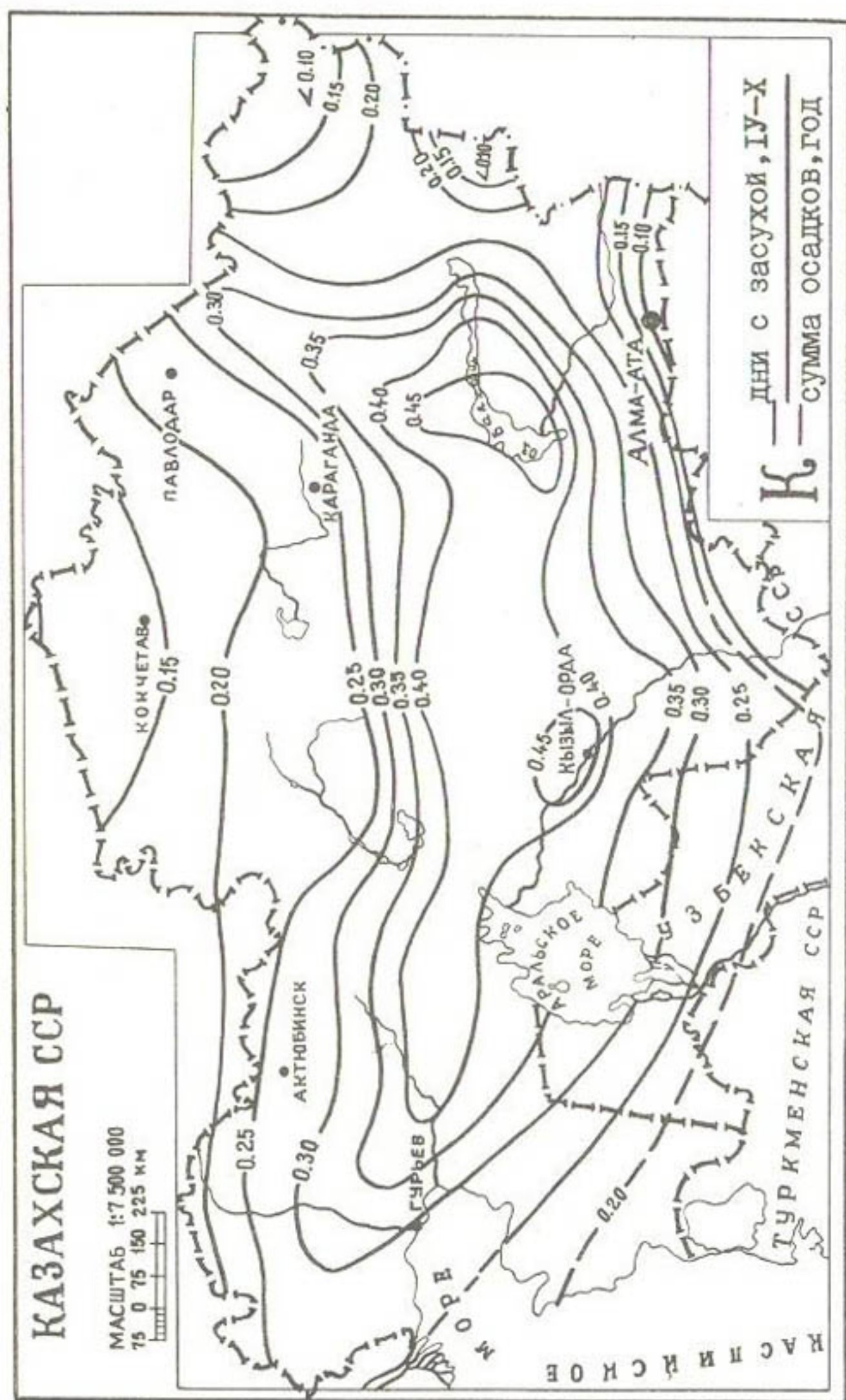


Рис. 4. Показатель степени засушливости климата Казахстана по среднему-летним соотношениям сезонного (апрель-октябрь) числа дней с атмосферной засухой и годового количества атмосферных осадков, мм (материалы Министерства СХ КазССР и Министерства мелиорации и водного хозяйства КазССР, 1976)

воды. Рыбные промыслы сильно пострадали. Создался огромный очаг опустынивания и соленакопления.

Ситуация может быть улучшена только путем осуществления системы специальных мер по водорегулированию, водонакоплению и водоподаче со стороны севера Сибири. Положение Арала может быть существенно улучшено путем сброса в него дренажных вод. Сейчас они заполняют Сары-Камышскую впадину и депрессию Арнасай, ухудшая мелиоративно-экологические условия прилегающих территорий.

Перевод орошаемого и водного хозяйства республик Средней Азии на закрытую сеть ослабит на десятилетие остроту дефицита пресной воды, но не разрешит проблему безводия и сухости.

Подземных вод не так много и их минерализация всегда довольно высокая (выше 3-5 г/л). Они могут играть роль только локального дополнительного водоисточника. Процессы природного и антропогенного опустынивания побережий Каспия, Арала, песков, такырных равнин и склонов гор Средней Азии усиливаются и территориально заметно расширяются. До 50-40% ныне уже орошенных земель засолено, дают низкую продукцию или бесплодны. Между тем блестящий опыт районов Ферганской долины, Голодной степи, Вахшской долины и отчасти Хорезма показал, что при наличии достаточного количества пресной оросительной воды, улучшенных и гидроизолированных каналов, транспортирующих воду, и особенно после сооружения глубокого (2,5-3 м) эффективного горизонтального и вертикального машинного дренажа засоленные почвы с помощью промывных поливов и высокого уровня агрикультуры удастся устойчиво рассолить, окультурить и получать на них высокие урожаи хлопчатника, люцерны, кукурузы, свеклы и др.

В то же время значительные пространства вторично засоленных почв (5-6 млн.га) в орошаемых зонах Средней Азии и Казахстана, пустующих внутри и вблизи оазисов вследствие засоления, нуждаются в дренаже, промывках, мелиорации и освоении. Если это не будет сделано, процессы соленакопления распространятся на соседние массивы.

Опыт Туркмении показал, что орошение при высокой обеспеченности удобрениями позволяет успешно выращивать и на пес-

ках технические и продовольственные культуры. При этом опасность засоления орошаемых песков практически исключается. Но ... и для этого нужна вода. Без новых источников пресных вод для мелиораций и орошения не могут быть освоены также и миллионы гектаров пустынных сероземов, солончаков и такырных почв Приаралья, древние почвы Устурта. При наличии поливной воды в Казахстане и республиках Средней Азии можно в перспективе оросить и освоить 10–15 млн. га. Нужно готовиться к этой экономической необходимости. Использование части стока северных рек Азии в Сибири, Казахстане, Узбекистане, Туркмении встает как неизбежность и единственный путь удовлетворения нужд в воде республик Средней Азии.

Опыт прошлого убеждает, что поспешное строительство больших каналов, водохранилищ, новых оросительных систем иногда вызывает непредвиденные отрицательные последствия: затопление и заболачивание больших пространств, сильное засоление почв, ухудшение их физических и биологических свойств. Поэтому в программе научного обоснования этого грандиозного проекта, охватывающего своим влиянием обширную площадь Северной и Центральной Азии, предусмотрено прежде всего изучение и обобщение советского и зарубежного опыта гидромелиораций и строительства крупных каналов и водохранилищ.

Выполняются комплексные исследования динамики термомерзлотных явлений в почвах и их возможные изменения в случае перераспределения больших масс воды. Изучается геохимия солей, особенно проявление соды в ландшафтах (водах, почвах, горных породах) Азии. Составлена картограмма современного и древнего соленакопления в разных частях Среднего региона (рис. 5). Изучается сложная послеледниковая история почв региона и история их засоления.

История прошлого восстанавливается по погребенным и древним почвам и осадкам четвертичного периода. В прошлом в Азии, как и в Европе неоднократно имели место длительные фазы попеременного обводнения, аридизации и соленакопления. В плейстоцене это сочеталось с оледенением, в голоцене периодов обводнения, седиментации и аридизации (соленакопление) было не менее 4–5. Общее направление эволюции террито-

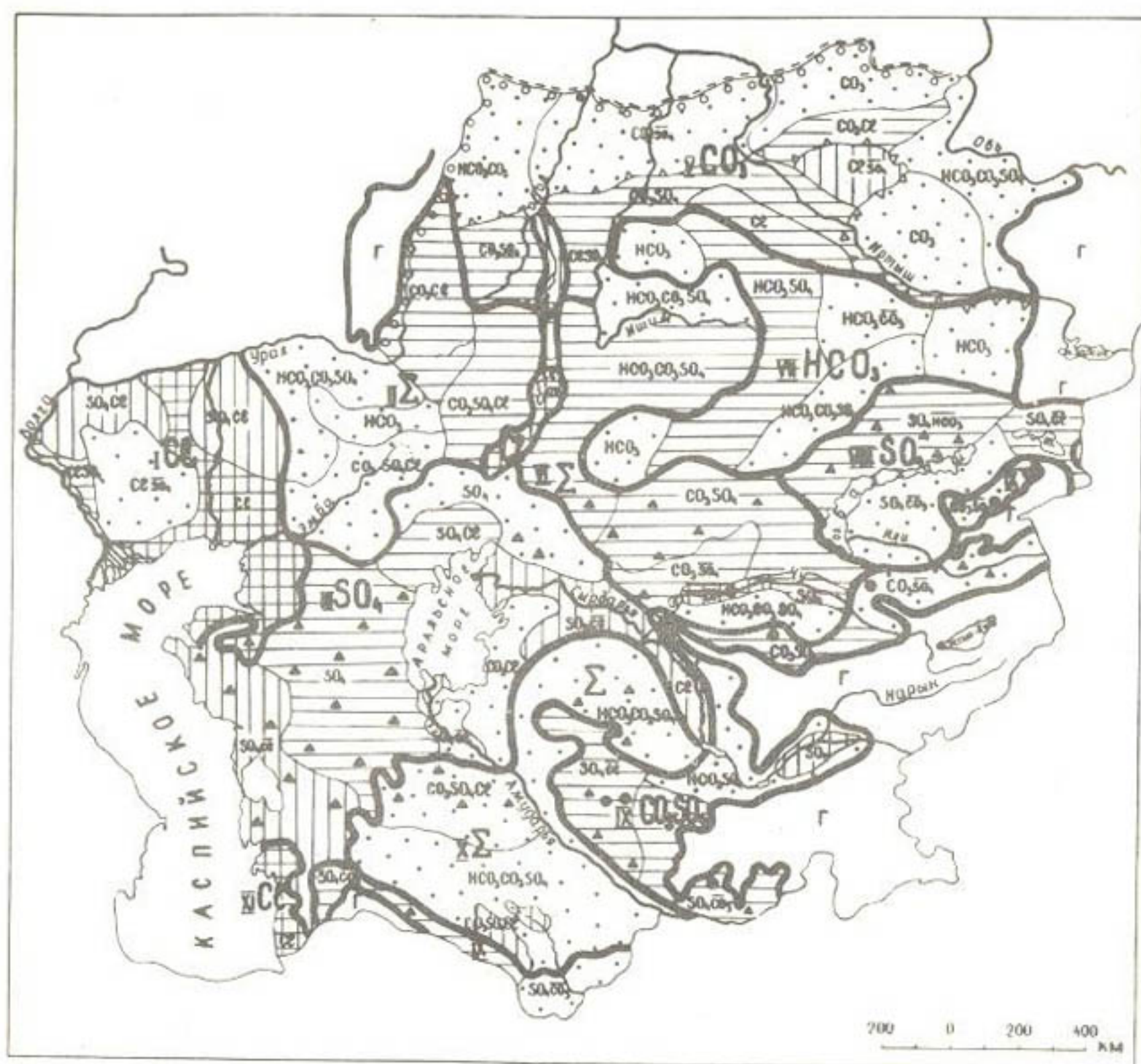


Рис. 5. Почвенно-солевые провинции Срединного региона (составитель канд. геогр. наук И.В.Иванов, науч. ред. чл.-корр. АН СССР В.А.Ковда). Условные обозначения: I - $\square \cdots \square$, 2 - $\square \text{---} \text{---} \text{---}$, 3 - $\square \text{|||||}$, 4 - $\square \text{|||||}$, 5 - I-XI, 6 - $\text{---} \text{SO}_4$, 7 - $\text{---} \text{ClSO}_4$, 8 - $\text{---} \text{---} \text{---}$, 9 - $\circ \circ \circ \circ$, 10 - $\triangle \triangle \triangle$, 11 - $\bullet \bullet \bullet$, 12 - $\blacktriangle \blacktriangle \blacktriangle$ (продолжение см. след. стр.)

Средний химизм почв (0-2 м)

Группы по сочетанию типов химизма	С преобладанием одного аниона (свыше 50% случаев - один индекс; 40-50% случаев - I-й индекс, 20-40% случаев - 2-й индекс)				С преобладанием двух анионов (по 40-60% случаев)				Встречаемость каждого из анионов составляет по 20-40% случаев
	хлоридные		сульфатные		содовые				
	Cl	ClSO ₄ ⁻	SO ₄	SO ₄ Cl ⁻	CO ₃	CO ₃ SO ₄ ⁻	SO ₄	CO ₃ SO ₄	
Тип химизма									смешанные
									CO ₃ SO ₄ Cl

Средняя засоленность почв (0-2 м) в % по данным водных вытяжек:

I - до 0,2; 2 - 0,2-0,5; 3 - 0,5-0,8; 4 - свыше 0,8; 5 - провинции:
 I - Прикаспийская, II - Приуральская, III - Прикаспийско-Аральская, IV - Тургайской ложбины, V - юга Западной Сибири, VI - Тургайско-Туранская, VII - Казахского мелкосопочника, VIII - Прибалхашская, IX - подгорных равнин и межгорных впадин, X - песчаных пустынь Средней Азии, XI - юго-восточного Прикаспия, XII - горные территории.

Границы и индексы:

6 - почвенно-солевых провинций, 7 - контуров химизма и засоленности почв, 8 - распространения углекислых солей (северная граница), 9 - распределение углекислых солей (северная граница), 10 - распространения гипса (северная граница).

Распространение солевых кор:

II - карбонатные коры, 12 - гипсовые коры

рии, хотя с весьма значительными колебаниями, было направлено от мерзлотных и обводненных ландшафтов к все более безводным аридным и засоленным ландшафтам современности. Современной аридизации и пустыням почти повсеместно предшествовала одна из последних фаз довольно сильного обводнения равнин Сибири, Казахстана, Средней Азии, что подтверждается палеопочвами, геоморфологией местности (террасы) и литологией новейших осадков пойм и дельт.

Преобладание на территории Срединного региона великих водно-аккумулятивных низменностей

В общем виде это положение не новое. Но оно является в значительной степени новым для понимания генезиса почвообразующих пород, рельефа и особенно почв равнин. Современный почвенный покров равнин Западной Сибири, Казахстана, Узбекистана, Туркмении в пределах высот ниже +200—+70 м является по своему генезису продуктом пойменно-дельтового, озерно-болотного, болотно-лугового (субаквального и супераквально-гидроморфного) и лугово-солончакового происхождения с последующим обсыханием, осолонцеванием, остепнением или опустыниванием. Черты палеокриогенеза и палеогидроморфизма характерны для всех почв Сибири, Северного и Центрального Казахстана. Черты палеогидроморфизма и неоднократного соленакопления в прошлом характерны для почв Южного и Западного Казахстана, почв и лёссовых равнин Узбекистана, Туркмении, Таджикистана. Великие водно-аккумулятивные равнины Сибири и Казахстана обрамлены горами и подстилаются на сравнительно небольшой глубине древними плотными магматическими и осадочными породами, на которых удерживаются неглубокие подземные воды. Сибирь, Казахстан, Приуралье, Туркмения характеризуются развитием сети тектонических разломов и трещин. Глубинные напорные воды (иногда содовые или сильноминерализованные) транспортируют солевые растворы на поверхность. Вековое растекание, просачивание, испарение этих растворов создает необычные "аномальные" формы засоления почв, обогащенность микроэлементами (иногда токсичными — В, As, Cd, Hg, Pb), повышенную щелочность или кислотность, имеют место и случаи образования хороших влажных гидроморфных почв напорного пи-

тания /Ковда, 1973; Перельман, 1976; Касимов и др., 1978/.

Аридизация в прошлом и настоящем

Собранные полевые, палеопочвенные, геохимические и архивные данные дают основание утверждать, что в современной эволюции Срединного региона в целом наблюдается длительный и выраженный цикл усиления сухости, остепнения и засоления лугов, сокращения осолонения и высыхания озер и мелких речек, опустынивания южных районов, углубления уровня грунтовых вод на 2–3 м, антропогенного разрушения растительного покрова, усиления пыльных бурь и движения песков. Судя по погребенным почвенным и солевым горизонтам, в осадочных породах, лёссах, песках, почвах сходные явления аридизации, опустынивания и соленакопления на протяжении голоцена бывали и раньше, перемежаясь с периодами значительного обводнения. На рис. 5 видно, что лёссы Голодной степи в толще 18–20 м имеют 4–5 крупных солевых максимумов и несколько мелких (данные Н.А.Димо). Такие ритмические периодические перемежающиеся процессы формировали наносы и почвы великих послеледниковых равнин Азии и Европы.

Криогенные процессы

Вековая мерзлота почв в северных частях Срединного региона сохранилась и поныне. Основные границы вековой мерзлоты в настоящее время идут выше 60° с.ш. В прошлом мерзлота распространялась на юг, вероятно, до 50° с.ш., периодически отступая далеко к северу и возвращаясь вновь. Глубокое (3–4 м) и длительное (до 7–8 мес) сезонное промерзание почв вследствие малоснежности зим уходит далеко на юг в область черноземов. Больше того, исследования В.Г.Чигира /1978/ и других показали, что южная граница вековой мерзлоты заметно продвигается в последнее десятилетие к югу и юго-западу Срединного региона. Глубина промерзания почв лесостепи увеличилась за это время на 40–50%, а полное оттаивание почв наступает на месяц позже по сравнению с 40-ми гг. XX века. Есть основание говорить о том, что уничтожение лесов, распашка и осушительные работы усилили мерзлотные явления (длительные и сезонные).

Как отзовется перераспределение стока вод Оби, Иртыша, Енисея на термическом режиме почв Срединного региона — это предмет наших дальнейших исследований.

Геохимия солей и опасность засоления почв

Геохимия грунтов и почвенного покрова очень сложна. Новейшие исследования И.В.Иванова показывают (рис. 5), что на территории Срединного региона можно выделить 10 почвенно-солевых провинций и несколько десятков областей с различным солевым составом почв. К северу от 57° с.ш. расположены мерзлотные и заболоченные почвы и грунты с кислой реакцией среды ($\text{pH} < 7$), не содержащие карбонатов кальция и других простых солей.

На территории Западно-Сибирской равнины широко распространены почвы содового химизма. В условиях гидроморфных ландшафтов и на слабодренированных равнинах (луговые почвы и солонцы, почвы Кулунды) существуют условия для формирования почв и вод содового засоления. Большая роль в этом принадлежит разгружающимся подземным водам. Провинции и области хлоридного химизма и засоления почв приурочены к аккумулятивным и бессточным ландшафтам северного и юго-восточного Прикаспия, Тургайской ложбины, Чановской депрессии и озерно-котловинной равнины Северного Казахстана. Сульфатным химизмом и распространением гипсовых солевых кор и прослоев характеризуются провинции Прикаспийско-Аральская (Мангышлак, Устюрт), Прибалхашская. Гипсовые аккумуляции распространены и в других геохимических областях — Заунгузье, Бетпак-Дала. На обширных территориях, прилегающих к Уралу, Казахскому мелкосопочнику, и в песчаных пустынях Средней Азии почвы характеризуются значительной изменчивостью как по площади, так и по разрезу, образуя провинции смешанного типа химизма почв. На расчлененных территориях Казахского мелкосопочника распространены незасоленные почвы гидрокарбонатно-кальциевого типа химизма. Почвы подгорных равнин и межгорных впадин обладают примерно равной встречаемостью соды и сульфатов натрия и кальция. В полосе выклинивания подземных вод (подгорные равнины, долины рек бассейна Зеравшана, Чу) формируются карбонатные солевые коры, происходит окаменение почв и грунтов.

Почвы орошаемых полей при недостаточной дренированности засоляются главным образом хлоридами. Усиление дренированности приводит к уменьшению хлоридности и увеличению доли сульфатов. В поливных водах, особенно на рисовых чеках, наблюдаются случаи повышенной щелочности, природа которых окончательно не разгадана.

Локально в депрессиях, подобных Чановским озерам или руслам Узбоя, и солончаковых впадинах Небитдага и Устюрта обнаруживаются залежи солей и выходы глубинных рассолов с концентрацией солей до 50–100–300 г/л с присутствием хлористого кальция, брома, йода и соляными корами на поверхности почв или в отложениях шоров. Даже приподнятые террасы и равнины на высотах 75–200 м имеют в толщах своих грунтов древние солевые гипсовосные горизонты или щелочные содовые скопления прошлого. Новым явилось довольно частое присутствие щелочных содовых подземных вод и почв не только в Западной Сибири и Северном Казахстане, но в границах Туркмении и Узбекистана. Особенно велика засоленность почв и грунтов области Тургайского пролива, Чановской депрессии, северо-восточного, восточного и юго-восточного Прикаспия и частично междуречья Оби и Иртыша, дельтовых областей Сырдарьи и Амударьи. За немногими исключениями практически вся территория Среднего региона южнее тайги характеризуется остаточным или современным соленаккоплением (рис. 5).

Процессы современного засоления и солевые массы, накопленные в осадочных породах (лессы, лёссовидные суглинки, древний аллювий и пролювий) Узбекистана и Туркмении, выражены во много раз сильнее. Особенно в этом отношении поразительны равнины и низменности Западной и Южной Туркмении, а также древнее русло Узбоя. В последнем установлены многометровые отложения чистых кристаллических солей. Данные И.Н. Степанова и его сотрудников (табл. 2, 3) показывают, что около 80% площади Туркмении имеет грунтовые воды с минерализацией больше 5 г/л. Воды хлоридного состава занимают почти 50% площади республики. Около 50% поверхности имеет относительно близкие к поверхности (выше 30–20 м) грунтовые воды. Естественно при этом, что незасоленные в первом метре почвы

Характеристика первого от поверхности водоносного горизонта
(% от площади республики)* /Поветухина, Деева, Степанов, 1977/

А. Глубина грунтовых вод

Глубина, м	0-1	1-3	3-5	5-10	10-15	15-20	20-30	30-50	50-80	80-120	120-170	170-200	200-250	250-300	0-300
Площадь, %	6,6	6,5	4,9	8,4	17,8	12,2	10,4	9,1	8,0	3,2	2,3	1,5	1,3	0,7	0,3

Б. Минерализация грунтовых вод

Минерализация, %	Ме- нее 0,5	0,5-1	1-2	2-3	3-5	5-7	7-10	10-15	15-25	25-35	35-50	50-70	70-100	100-130	130-170	Более 170
Площадь, %	3,2	3,2	6,2	3,5	9,5	6,2	7,1	10,1	15,9	10,6	8,2	4,3	2,0	0,7	2,2	0,3

В. Химический анализ грунтовых вод

Тип химизма	Площадь, %	Тип химизма	Площадь, %
Гидрокарбонатно-кальциевые	5	Сульфатно-хлоридно-кальциевые	39
Гидрокарбонатно-натриевые	6	Хлоридно-кальциевые	2
Сульфатно-натриево-кальциевые	21	Хлоридно-натриевые	7
Хлоридно-сульфатно-натриевые	14		

*В таблице не учтены следующие площади: безводные территории - 5,8%; реки, водохранилища - 0,4%; обрывы, крутые склоны - 0,2%; временные водотоки - 0,4%.

составляют в Туркмении лишь 17% территории, а вся остальная поверхность республики занята почвами разной (иногда большой) степени засоленности (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Площади по степени засоления почв и подстилающих пород на различных глубинах /Пейдо, Поветухина, 1977/

Степень засоления	% площади от всей территории		
	0-1 м	1-5 м	5-10 м
Незасоленные	17,2	24,9	19,4
Слабозасоленные	40,3	31,1	29,5
Среднезасоленные	22,2	23,2	27,8
Сильнозасоленные	13,4	16,1	15,7
Очень сильнозасоленные	6,5	4,3	7,2
Водная поверхность	0,4	0,4	0,4

В лёссах Средней Азии, в лёссовидных и сыртовых отложениях Поволжья, как и в лёссовидных осадках Предкавказья и Украины, на геоморфологических уровнях выше III-IV террас и выше почти всегда обнаруживается по 3-6 погребенных почв, 2-4 горизонта известковых конкреций (белоглазка), иногда даже 1-3 прослоя мергеля (шох), 3-5 лёссовых прослоев, 3-4 гипсовых горизонта и несколько горизонтов остаточной засоленности или солонцеватости (иногда 2-3, иногда 4-6). Как показали И.Н.Степанов и У.К.Абдуназаров /1977/, С.П.Шумейкин /1976/, Т.Л.Быстрицкая /1975/, Н.А.Сиренко /1977/ и другие авторы, обычно этот комплекс горизонтов укладывается в толщу 15-20 м (рис. 6). Можно считать, что в среднем каждый цикл седиментации и соленакопления продолжался от обводнения до опустынивания по 5-10 тыс.лет, а в некоторых случаях лишь 2-3 тыс.лет. Новообразование грунтовых вод и перемещение их к поверхности может вызвать (и вызывает) резко выраженное вторичное засоление почв за счет смещения солевых масс снизу вверх.

Господство периодически прерываемого процесса естественного соленакопления в ландшафтах Центральной Азии подтверж-

дается и общими подсчетами солевого баланса этой геохимически бессточной территории. В сумме все виды притока солей на территорию Казахстана (речной, глубокий подземный, трещинный, боковой, подземный, атмосферный), по подсчетам Н.Ф. Глазовского /1977/, составляют около 41 млн.т в год, а вынос в три раза меньше.

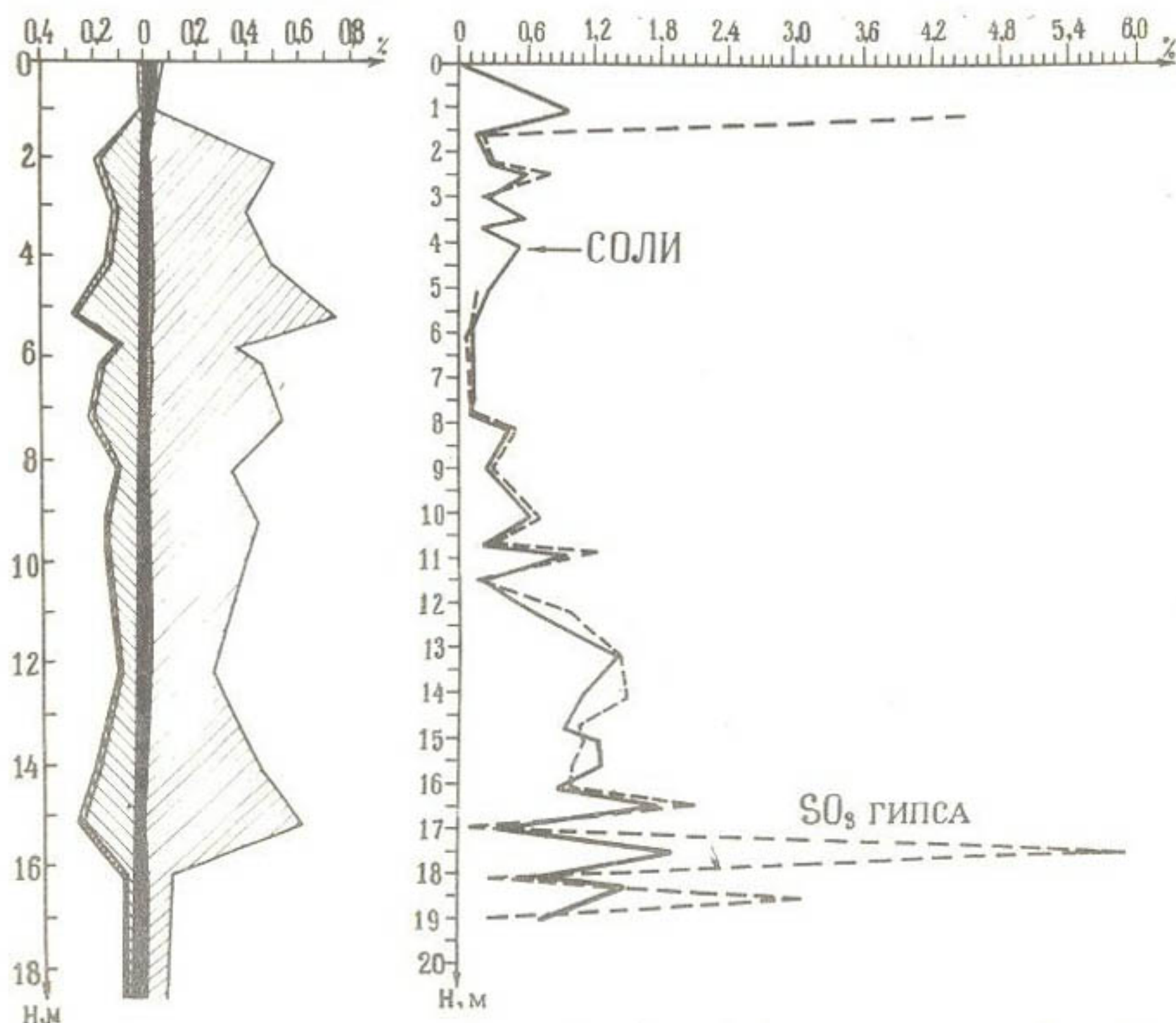


Рис. 6. Сумма солей в лёссовых сероземах Голодной степи /по данным Н.А.Димо, М.А.Панкова/ - HCO_3 , - Cl , - SO_4 , - Ca , - Mg

Модуль чистого привноса (за вычетом выноса) солей выражается в среднем за год величиной 14-15 т/км². Но в отдельных областях Казахстана современное соленакопление достигает сотен тонн/км² в год (зоны подгорных равнин, межгорные впадины, дельты рек). Глубокие напорные подземные воды содового

химизма вызывают формирование обширной Сибирской содовой провинции, включающей Барабинскую, Кулундинскую, Североказахстанскую равнины. Отдельные территории Срединного региона характеризуются борнокислым засолением (Прикаспийская равнина).

Сибирские почвоведы установили токсические концентрации бора в засоленных почвах Западной Сибири.

Аномально высокие концентрации солей грунтовых вод и их химический состав, судя по наблюдениям, чаще приурочены к местным тектоническим разломам, трещинам, соляным куполам или грязевулканическим структурам.

Все это свидетельствует о том, что проектирование оросительных каналов и поливных массивов потребует глубокого изучения геохимии солей и обязательных предупредительных мер против опасности восстановления былой (недавней) обводненности, оживления содового (очень вредоносного) засоления и против опасности вторичного хлоридно-сульфатного засоления.

Вторичные минералы

Кроме различий в геохимии легкорастворимых солей, огромное значение в природе и в продуктивности орошаемых почв принадлежит геохимии и минералогии высокодисперсных тонких и коллоидных фракций почвообразующих пород и почв.

Дельтавно-аллювиальные и дельтовые равнины (древние и современные) несут в свойствах своих грунтов и почв явные признаки геохимического влияния водосборных бассейнов стока рек и подземных вод. Речные и дельтавные воды переносят и откладывают взвешенные и растворенные продукты выветривания и почвообразования, смытые на площади бассейна питания реки. Подземные воды транспортируют растворенные соединения (от солей до окислов кремния и алюминия). В транзитно-аккумулятивных и аккумулятивных ландшафтах (включая поймы, дельты, устья, эстуарии) идет дифференциация и осаждение принесенных компонентов, их взаимодействие, неосинтез вторичных минералов. Особенно интенсивно протекают эти процессы в староречьях, озерах, впадинах в условиях испарительного типа водного баланса местности. Водозаборные бассейны, сложенные изверженными магматическими породами, покрытые слякитными и

аллитизированными корами выветривания, отдают в аккумулятивные области значительные массы подвижного кремнезема, полуторных окислов, растворы бикарбонатов щелочных земель и щелочей, различные другие соли. Это будет создавать условия для образования наносов и почв, обогащенных карбонатами кальция, содой, монтмориillonитом, смешанно-слойнными силикатами с подвижной кристаллической решеткой, аморфными аллофаноидами и кремнеземом. При орошении эти минералы приводят к образованию малопроницаемых слитых набухающих почв (вертисоли, смольницы, щельники, маргалитовые тропические почвы, регуры бесструктурные). Таковы почвы Венгрии, Кении, Аргентины, низовьев и террас Нила, частично Армении, Грузии и Азербайджана (в области влияния Аракса, Алазани), Сибири, Казахстана, Дона. Бассейны рек, сложенные древними, не раз переотложенными осадочными породами с малым участием изверженных пород и продуктов вулканизма, будут давать осадки, бедные углекислыми щелочами с пониженными концентрациями растворенного кремнезема и различных электролитов. Это будет приводить к формированию в транзитно-аккумулятивных ландшафтах минералов гидрослюистой группы. Таковы низменности Русской равнины, Западной Европы. В таких аридных областях, как Арало-Каспийские и Среднеазиатские равнины или Месопотамия, монтмориillonит в почвах занимает подчиненное место, замещаясь илинитом, хлоритом. Поведение почв разной минералогической породы при орошении весьма различно. Почвы, имеющие повышенное содержание минералов группы монтмориillonита и смешанно-слоинных минералов, при орошении даже слабощелочными водами быстро теряют структуру, гидрофилируются, сплываются и делаются малопроницаемыми. На них резче и быстрее сказывается отрицательное влияние слабощелочных оросительных и грунтовых вод. Именно эти группы минералов создают и будут создавать трудности орошения черноземов юга и юго-востока РСФСР, Поволжья, Западной Сибири и Казахстана.

Черноземные почвы Сибири, Приуралья и
Казахстана

Черноземы юга Западной Сибири, Приуралья и Северного Казахстана являются лучшими объектами для дополнительного ув-

лажнительного орошения. Хотя вегетационный период их территорий коротковат, черноземы обладают высоким запасом гумуса (500–600 т/га в метровой толще) и азота, имеют удовлетворительные агрофизические свойства и при достаточном увлажнении отличаются высоким плодородием. Так, в благоприятные по увлажнению годы урожаи зерновых на этих черноземах достигают 20–30 и даже 40–45 ц/га. Однако вероятность повторности хороших по урожаям лет низка – 1–5 и не выше 10–13%. В Курганской области неурожай, вызванный засухами, повторяется 2–3 года из 10, на юге Челябинской – 3–4 из 10 и в Оренбургской области – 5 из 10. Засухи крайне задерживают нормальный рост продуктивности земледелия в этих районах. На черноземах они сказываются сильно еще и потому, что они имеют остаточную солонцеватость, слабую засоленность (глубже 1 м) и обилие вторичных аморфных и подвижно-кристаллических (типа монтмориллонита) минералов. По данным В.П. Панфилова /1973/, физические свойства черноземов Сибири не вполне удовлетворительны. Низка свободная пористость (10–15%), высок коэффициент завядания, плохие условия аэрации. Новое образование грунтовых вод происходит очень быстро, и они обычно содержат соду. При значительном переувлажнении это будет приводить к сплыванию и слитизации гумусовых горизонтов. В случае же возникновения грунтовых вод на глубине 1,5–2,5 м такие черноземы подвергнутся, кроме того, вторичному засолению содой и другими солями. Переполив и подъем грунтовых вод на черноземах совершенно недопустимы.

Лугово-черноземные почвы близки к черноземам. В историко-эволюционном плане они, однако, находятся на более ранних стадиях остепнения древних луговых почв Сибири и Казахстана. По запасам гумуса (до 700–750 т/га/м), азота, продуктивности они близки к черноземам и оцениваются, как черноземы, высшим бонитетом (90–100). Но грунтовые воды в них близки к поверхности (4–6 м), слабоминерализованы (1–3 г/л). Лугово-черноземные почвы почти всегда имеют остаточную солонцеватость или осолоделость в верхнем горизонте и заметную остаточную засоленность подгумусовых горизонтов (0,5–0,8%). Местами среди черноземов и лугово-черноземных почв встречаются пятна сильносолонцеватых почв и солонцов. Грунтовые воды в этих

случаях более минерализованы (до 5–10 г/л), содержат повышенные количества подвижного кремнезема (30–50, иногда 100–150 мг/л SiO_2).

Глубина грунтовых вод, при которой происходит засоление почв, около 170–200 см. В самих почвах присутствует почти всегда обменный натрий (2–3% от емкости, а иногда 10–25%). Богаты эти почвы аморфными и монтмориillonитовыми минералами ($1/3 - 1/2$ общей массы глинистых минералов). В большинстве своем почвы Сибири имеют повышенную щелочность в подгумусовых горизонтах. Поэтому слитость, бесструктурность и щелочность могут легко развиваться в этих почвах при подъеме уровня грунтовых вод выше 170–200 см. Все меры профилактики слитости, осолонцевания, анаэробности и вторичного содового или содово-сульфатного засоления на черноземах и лугово-черноземных почвах должны быть особенно строгими: а) закрытая водопроводящая сеть, исключающая потери воды; б) только дополнительный (к естественному увлажнению) тип дождевания малыми нормами, обеспечивающий влажность почв хорошего года; в) травосеяние в севообороте для поддержания высоких запасов гумуса и продукции углекислоты; г) применение физиологически кислых удобрений; д) возможное подпочвенное рыхление (одно-два в ротацию) для предупреждения переуплотнения.

Земельные ресурсы республик Средней Азии

Почвы республик Средней Азии, хотя в той или иной мере засолены и нуждаются в мелиорациях, при наличии оросительных вод и дренажных сооружений вполне пригодны для дальнейшего развития орошения. В Узбекистане пригодных для орошения земель насчитывается (кроме 6 млн.га уже орошаемых) еще около 12 млн.га /Закиров, Ли и др., 1978; Расулов, 1976/. В Туркмении только в зоне командования Каракумского канала более 4 млн.га, в Южном Казахстане – около 4,5 млн.га и около 1 млн.га в Киргизии и Таджикистане. Только на Устьрте насчитывается около 5 млн.га земель, пригодных для орошения. В перспективе площадь поливных земель в этих республиках для возделывания теплолюбивых культур может быть увеличена на 15–16 млн.га в дополнение к тому, что уже здесь орошается.

Однако надо иметь в виду, что и ныне орошаемые почвы (от 40 до 90% в разных массивах), и почвы возможного нового орошения подвержены современному или остаточному засолению и нуждаются в капитальных мелиорациях по предупреждению и ликвидации этого грозного отрицательного явления. Эти мелиорации включают сложный комплекс работ: планировки и террасирование поливных чеков, горизонтальный глубокий и вертикальный машинный дренаж для поддержания минерализованных грунтовых вод не выше 2,5–3,0 м, для промывок солей (иногда грузными нормами); промывной тип вегетационных поливов (в разной пропорции); локально глубокая или плантажная вспашка, заправка почв высокими нормами органических удобрений (не менее 40 т/га); локальное гипсование щелочных почв; люцерна в полевых севооборотах; полосные (двух- и трехрядные) лесонасаждения по каналам для ветрозащиты и для перехвата вод, фильтрующихся из каналов. Была бы также нужна полностью закрытая ирригационная сеть, исключающая питание и подъем грунтовых вод, что до сих пор является главным фактором вторичного засоления прекрасных сероземных почв высоких лёссовых террас в Узбекистане и Таджикистане. На сероземах, не засоленных в пределах верхнего слоя 0,5–1 м, начальные промывки и промывные вегетационные поливы совершенно не требуются. На таких массивах нужны полностью закрытая сеть каналов и дождевание (лучше даже капельное увлажнение), которые должны обеспечить предупреждение или задержку подъема грунтовых вод и исключить засоление почв. Если это не выполняется, то даже на высоких лёссовых террасах новые оросительные системы вызывают интенсивное новообразование и подъем грунтовых вод. Солевые запасы в толще лёссов велики (600–1000 т/га). При перемещении этих солей с грунтовыми водами вверх через 5–7, а иногда через 10–15 лет происходит интенсивное вторичное засоление и грунтовых вод, и почв, и сбросных (дренажных) вод, которые в конечном счете поражают обширные новоорошенные территории /Расулов, 1976/.

Преобладание ионов натрия над кальцием в новообразованных грунтовых водах вызывает глубинное подщелачивание толщи лёссового почвогрунта, насыщение поглощающего комплекса обменным натрием (до 7–12% от емкости), пептизацию и снижение водопроницаемости почвы в целом.

Появление на высоких водоразделах и террасах минерализованных грунтовых вод (5–15 г/л) сопровождается их вторичным выклиниванием в каналы и в водоносные горизонты более низких уровней, засолением транспортируемых вод, способствует засолению почв, которые ими орошаются. Это все новые явления, вскрытые и изученные узбекскими почвоведом.

Даже почвы лучших районов Узбекистана (Самаркандская обл.) при подъеме опресненных грунтовых вод снижают свое плодородие под влиянием цементации осадками кремнезема, карбонатов кальция и магния и высокой щелочности от углекислого магния (по исследованиям Хамдамова, Узякова).

Практический опыт и общепризнанное мнение ученых и специалистов почвоведов, мелиораторов, агрономов Средней Азии свидетельствуют о том, что незасоленные супесчаные и легкосуглинистые почвы потенциально (при орошении, заправке удобрениями, хорошем качестве оросительной воды) являются лучшими и наиболее производительными. Конечно, они требуют глинования, органических удобрений, защиты от дефляции (фитомелиорации). В культуре песчаные почвы быстро улучшаются под влиянием ирригационных отложений ила, корней растений, деятельности червей и насекомых, удобрений. Неосвоенные и незакрепленные пески очень опасны для оросительных систем, если они расположены рядом. При строительных работах уничтожается растительность песков и слабая дернинка, скрепляющая их поверхность. Пески летят, перемещаются на поля, в каналы, водоемы. Необходимо осуществлять пескоукрепительные мелиорации.

Опасность вторичного засоления

Из предыдущего делается ясным, как важно не вызвать гигантскими гидросооружениями, переброской вод и орошением "оживления" обводненности древних аллювиальных равнин, не создать неуправляемой геохимии территории и не активизировать процессы соленакопления. Этот вопрос является центральным в прогнозе, над которым работают ученые. Число и размеры водохранилищ (фильтрующих и "давящих") должны быть по возможности минимальными. Все каналы должны быть гидро-

изолированы по этой же причине. Типы сооружений и тип орошения должны быть строга́йше дифференцированы по типам местности и в соответствии с вероятностью засух.

В лесостепях и на черноземах орошение должно быть только спорадическое в форме дополнительного увлажнения в годы и в сезоны дефицита влаги в почвах.

В сухих степях на южных черноземах и темно-каштановых почвах орошение должно быть дополнительным увлажнением по дефициту до полевой влагоемкости. Во влажные (нормальные) годы оно не должно производиться. Влажность в обоих случаях не должна опускаться в почвах ниже 65–70% от полевой влагоемкости.

В полупустынях и пустынях на светло-каштановых, сероземных и бурых почвах без приповерхностного засоления должно предусматриваться регулярное орошение (по дефициту) в сочетании и с учетом атмосферного увлажнения и разреженным дренажем для отвода до 10% водозабора.

В засоленных почвах полупустынь и пустынь орошение является основой водного режима почв и средством управления их солевым режимом. В зависимости от качества и солевого состава поливных вод, близости уровня и засоленности грунтовых вод здесь назначается и осуществляется промывной тип вегетационных поливов иногда с добавлением промывок вневегетационного периода и почти всегда с наличием развитой глубокой (2,5–3,5 м) дренажной сети (с дренажным водоотводом от 10 до 30–40% водозабора).

Имеется небольшой, но вполне надежный опыт орошения зерновых в Западной Сибири и Казахстане. Без орошения урожаи составляют в лучшие годы в среднем 12–16 ц/га. При орошении урожаи зерновых (с удобрениями) повышаются до 30–40 ц/га. При этом прибавки от орошения выше (до 45–50 ц/га) в более теплых районах Южной Сибири и Центрального Казахстана (рис.3). В условиях деляночного опыта при орошении получали урожай зерна и в 60 ц/га.

Увлажнение и вегетационные поливы должны производиться капельным методом или дождеванием малой интенсивности.

Предметом изучения и научного прогноза является также химический состав воды, которая будет транспортироваться на

2000 км от исходного водозабора. Есть основание опасаться роста минерализации (до I г/л и более) транспортируемой воды вследствие испарения и особенно вследствие возможного поступления солей из соленых грунтовых вод в ложе канала по трассе и за счет сбросных дренажных вод орошенных массивов. Приходится опасаться появления в поливных водах соединений подвижного кремнезема, бикарбонатов и карбонатов натрия, хлоридов натрия и преобладания ионов натрия над кальцием. Щелочные кремнеземные или минерализованные воды будут резко ухудшать физико-химические свойства луговых, черноземных и темно-каштановых почв. Если Главный канал и его ответвления будут дренировать солевые растворы из грунтов, которые они пересекают, и с полей, которые будут орошаться, то минерализация поливной воды может подняться до 2-4 г/л. Это было бы большим несчастьем. Смысл "переброски" вод исчезнет для республик Средней Азии, где нужна вода пресная. Участки трассы, опасные в этом отношении, следует либо избегать, либо каналы на таких участках обязательно должны быть облицованы.

Этот вопрос многократно изучался и обсуждался. Уже выявлены десятки и сотни километров трассы Тургайского канала, где он будет дренировать прилегающие территории (шириной до 15-35 км). Канал, по исследованиям МГУ и ВСЕГИНГЕО, будет создавать также широкие (от I до 20-30 км) зоны подтопления, подъема грунтовых вод и вторичного засоления. Суммарная площадь вдоль трассы Главного канала, задетая его влиянием, может составить в перспективе несколько тысяч км². Степень возможного засоления почв вдоль канала зависит от уровня и минерализации грунтовых вод, а также и от остаточной засоленности грунтов, прилегающих к началу, и ближайших поливных массивов. Все эти вопросы подлежат глубокому изучению, прогнозированию и уточнению на картах.

Некоторые авторы, однако, считают, что гидроизоляция Тургайского канала нерентабельна. Дешевле (в несколько раз) зону подтопления и подпорного засоления дренировать, чем делать гидроизоляцию. Канал будет строиться в 3-4 приема (на водозабор 25, 60, 100 км³), поэтому технически невозможно будет осуществить гидроизоляцию. Таким образом, для пре-

дупреждения вторичного засоления в зоне подпора вдоль Тургайского канала предстоит проектировать специальные мероприятия. Обсадка полосами и рощами древесных насаждений по обе стороны канала будет весьма полезной мерой профилактики.

На участках возможного и фактического засоления нужно запроектировать глубокий горизонтальный дренаж и сеть скважин вертикального дренажа.

Необходимость искусственного дренирования

Отмеченная выше опасность заболачивания и вторичного засоления почв после строительства каналов, сооружений и новых оросительных систем подтверждается известными примерами засоления почв на Украине вдоль Северо-Крымского канала, в Сибири на Алейской оросительной системе, случаями засоления почв близ Карагандинского канала (совхоз им. Гагарина; Экибастузский р-н совхоз "Ленинский" и др.), а также вторичного засоления почв Мургабского и Тедженского массивов в зоне Каракумского канала в Туркмении. Естественная дренированность Срединного региона низка (нет врезанной гидрографической сети, редки территории, подстилаемые песками и галечниками). Остаточная же (историческая на глубине 3-20 м) засоленность почв и грунтов крайне велика. Поэтому и вторичное засоление почв при строительстве необлицованных каналов, при отсутствии горизонтального дренажа, при бесконтрольном перерасходе поливных вод и при подъеме грунтовых вод будет нарушать плодородие почв, снижать урожаи и выводить поля из строя. Учитывая геологически недавнюю обводненность равнин Сибири и Казахстана и низкую естественную дренированность местности, нужно крайне осторожно проектировать здесь орошение: только из закрытой сети каналов и только подавая воду на поливы в засушливое время нормами, исключаящими потери на фильтрацию.

Имея в виду различия местности в тепловом режиме, в сухости, в потенциальной испаряемости и допуская, что уровень грунтовых вод на массивах, затронутых сетью водохранилищ, каналов и орошением, будет подниматься, в проектах должно быть специально предусмотрено строительство инженерного дренажа. Этот вопрос должен решаться дифференцированно в

зависимости от испаряемости, засоленности почв, прогнозного уровня и минерализации грунтовых вод.

Экспертно на опыте Сибири, Казахстана и Средней Азии предварительно можно рекомендовать поддержание (стабилизацию) уровня грунтовых вод на орошаемых землях не ближе:

	пресные, м	соленые, м
лесостепная зона	I-I,5	I,8-2
степная —"	I,5	2-2,5
сухостепная —"	I,5-2	2,5-3
полупустыни	2	3
пустыни	2,5	3,5
пески	0,5-I	I,5
лёссы	2	3,5-4

При опресненных, обильных напорных грунтовых водах будет эффективен вертикальный дренаж.

При засоленных почвах и минерализованных грунтовых водах целесообразнее пользоваться горизонтальным дренажем. В оптимальных условиях даже на почвах малой засоленности минимальный дренажный водоотвод должен быть порядка 8-10% от водозабора. Этим путем будут отводиться солевые растворы, остающиеся от испарения поливных вод. Если поливные воды минерализованы, то дренажный водоотвод должен быть увеличен до 20-30% и выше. При наличии естественного дренажа ситуация может быть более благоприятна. И на инженерный дренаж ляжет задача отводить лишь 10-15% водозабора в виде минерализованных дренажных вод.

Функции и особенности горизонтального и вертикального дренажа

Глубокий (2,5-3,5 м) горизонтальный дренаж с помощью вне-вегетационных промывок и промывного орошения за 10-15 лет рассоляет засоленную почву на всю корнеобитаемую толщу и опресняет (до 2-4 г/л в зависимости от химизма оросительных вод) верхнюю толщу грунтовых вод и водоносный горизонт на глубину 2-3 м (рис. 7).

Вакуумирование закрытого горизонтального дренажа позво-

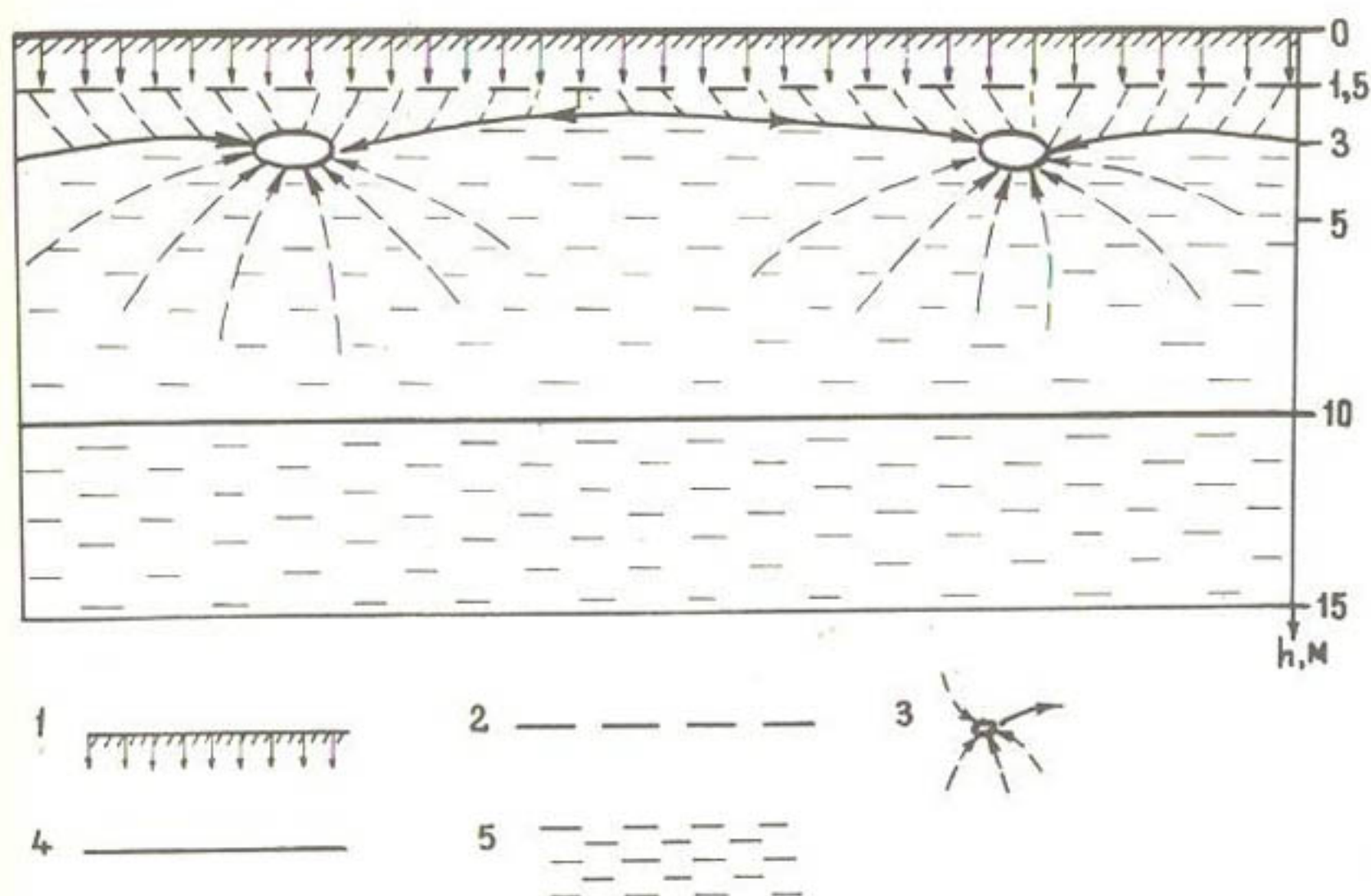


Рис. 7. Схема солеобмена при работе горизонтального глубокого дренажа: 1 - поверхность поля и нисходящие растворы солей; 2 - исходный горизонт грунтовых вод; 3 - потоки и уровень грунтовых вод; 4 - глубина воздействия дрен на растворы солей; 5 - водоносная толща грунта

ляет в 2-3 раза ускорить этот процесс. Солевые массы, находящиеся глубже 10-8 м в толщах грунтов, остаются не вовлеченными в почвенно-мелиоративные процессы. Только при напорности подземных вод постепенно (сотни лет!) будут удаляться соли более глубоких (ниже 10 м) водоносных горизонтов. В основном же в эксплуатационном периоде, то есть после мелиорации горизонтальным дренажем будут удаляться лишь соли поливной воды (эвапораты) для поддержания оптимально-критической их концентрации, то есть на уровне не выше 3-5 г/л /Ковда, 1977; Мкртчян, 1976/.

Вертикальный дренаж своей работой охватывает толщу до 60-150 м, то есть на 1-1,5 порядка более глубокую, чем горизонтальный (рис. 8). Его откачки вовлекают в солевую миграцию на поверхность почв оросительных систем массы солей, вероятно в десятки раз большие, чем горизонтальный дренаж.

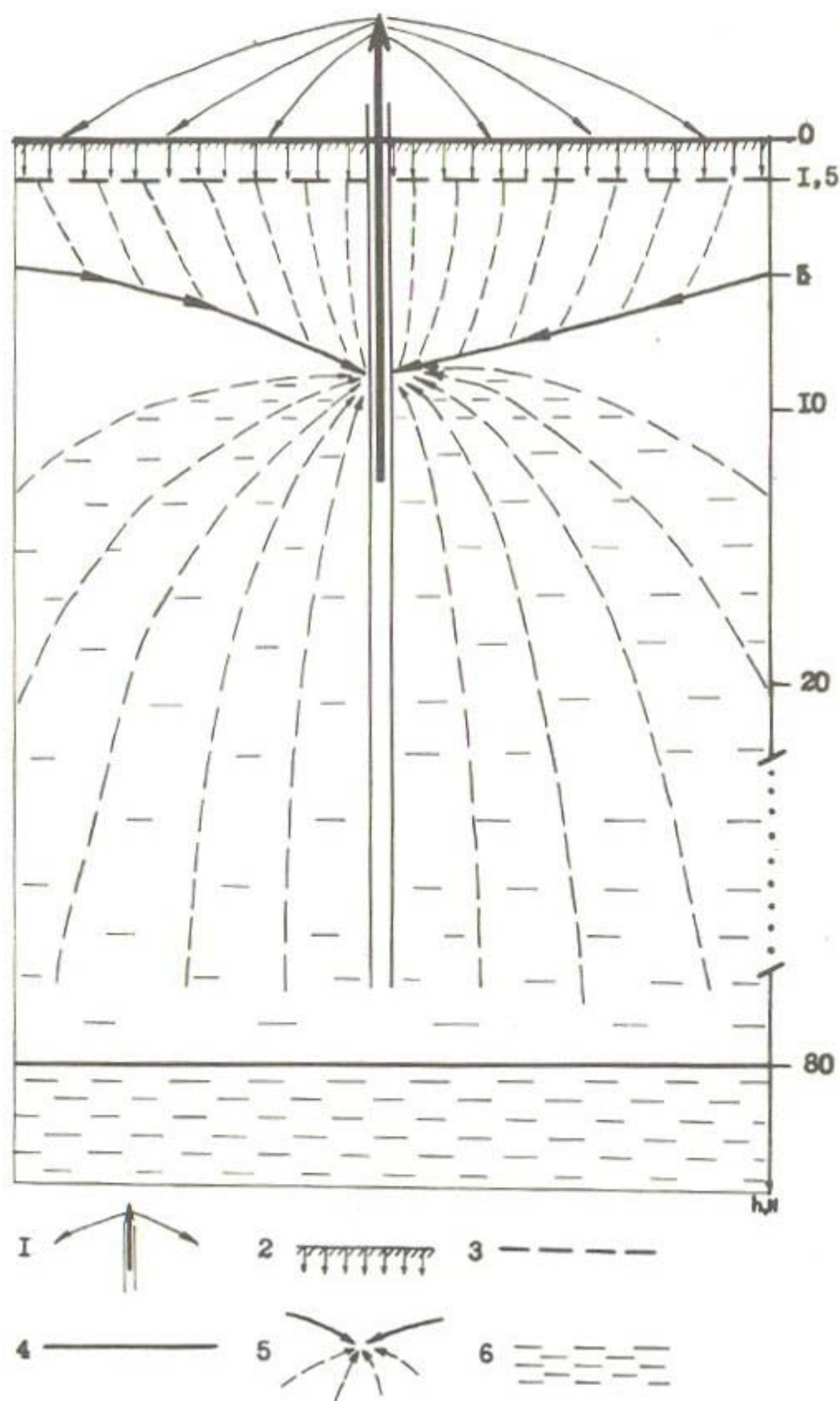
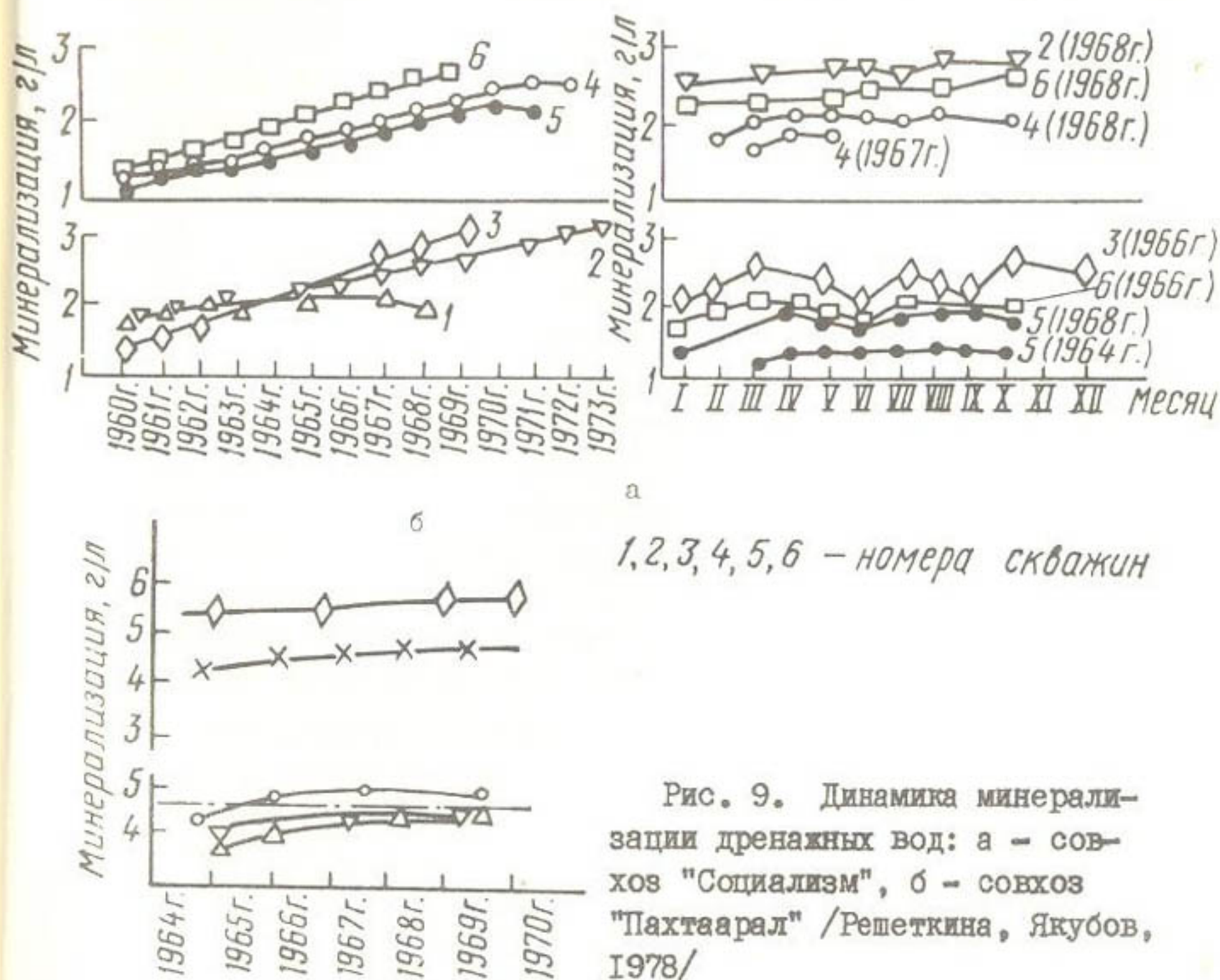


Рис. 8. Схема солеобмена при работе вертикального дренажа: 1 - скважина и откаченная вода; 2 - поверхность поля и нисходящие растворы солей; 3 - исходный горизонт исходных вод; 4 - глубина воздействия дрен на растворы солей; 5 - потоки и уровень грунтовых вод; 6 - водоносная толща грунта

Кроме того, в откачиваемый водоносный горизонт при вертикальном дренаже поступают соли из промываемой вышележащей почвенной толщи, а также соли верхних наиболее минерализованных слоев почвенно-грунтовых вод и соли-эвапораты (от поливных вод).

Подземные воды, даже самые лучшие по концентрации солей (около 1,5–2, а чаще 3–5 г/л), всегда больше минерализованы, чем речные оросительные воды (нормально 0,2–0,6 г/л). Поэтому воды вертикального дренажа уже в начальный период их использования для полива оставляют в почве в 5–10 раз больше солей, чем речные. Вследствие этого через несколько лет работы одного вертикального дренажа (если естественный дренаж очень слаб, что типично для засоленных территорий) откачиваемые воды постепенно становятся более и более минерализованными, а иногда сильноминерализованными (рис. 9). Если, од-



нако, естественный дренаж существует или часть откачиваемых вод уводится инженерным горизонтальным дренажем и коллекторами, то рост минерализации может прекратиться и остановиться на уровне 2-3 г/л. Во всех случаях вертикальный дренаж дает, однако, огромные количества дополнительных солей в почвы и в речную сеть, так как в нее уходят и возвратные минерализованные воды вертикального и горизонтального дренажа. Общая минерализация вод в реках бассейна растет (р. Соленая в США, Инд, Сырдарья). Режим орошения при этом навечно должен быть промывным для удаления солей из почв, поливаемых минерализованной водой вертикального дренажа.

При ежегодной откачке 10-20 т/га (иногда бывает 30-75 т/га в год) солей с мелиорированной территории в 10 тыс. га вертикальный дренаж (опыт Голодной степи) вовлекает в наземный круговорот 100-200 тыс. т солей. Для разбавления их до нормальной концентрации (1 г/л) нужно эту массу солей растворить в идеальной воде объемом 100-200 тыс. м³/год. Для сотен тысяч га, дренированных вертикальным дренажем, для разбавления растворов солей уже потребовалось бы 1-2 млн. м³/год, то есть сооружение целой оросительной системы.

Откачка таких больших объемов солевых растворов и вызывает рост минерализации вод Сырдарьи вдвое-втрое.

Для разбавления солей, получаемых с одного гектара откачкой, нужно бы 10-20 тыс. м³/год. Это количество в 1,5-2 раза превышает обычные годовые оросительные нормы, принятые в хлопководстве. Такого объема пресных вод для разбавления растворов выкачиваемых солей просто нет. Этим и объясняется, что чем больше и на большую глубину работает вертикальный дренаж, тем больше солей поступает на поля, в оросительные каналы (вместе с возвратным и дренажным стоками) и в реки, повышая минерализацию их вод. Нужно ли их вовлекать на поля, в почвы, в грунтовые воды, в оросительные и речные воды?

При 1% среднего содержания солей в почвах и грунтах 1 га в слое 1 м содержит запас солей 140 т, слой в 8 м (зона работы горизонтального дренажа) - 1120 т, а слой в 80 м (зона работы вертикального дренажа) - 11,2 тыс. т. Если в

грунтах будут древние погребенные солончаки или рассолы, то массы солей будут еще большими. Ясно, что лучше эти соляные массы не вовлекать в наземные процессы, а целесообразнее ограничиться рассолением почвы и верхней части водоносного горизонта, то есть толщи в 5–8 м. Одновременно следует в оросительных системах всемерно ослабить и исключить потери воды в каналах и прекратить переполив, с тем чтобы уменьшить подъем уровней грунтовых вод, мобилизацию солей и формирование местных напоров, потоков и их выклинивания в реки. Именно поэтому водопроводящая сеть каналов должна быть закрытой, а поливы (незасоленных почв) лишь увлажнительными или дополнительными до уровня полевой влагоемкости.

По этим соображениям стремление создать глубокий (8–10 м) уровень грунтовых вод с помощью вертикального дренажа нами не разделяется. Именно это ведет к вовлечению больших масс солей на поля и в воды и сопровождается излишним расширением соле- и водооборота в ландшафтах. При горизонтальном дренаже и закрытых коллекторах рассоление сопровождается безвозвратной эвакуацией солей с территории оросительной системы. Рассоляется толща в 8–10 раз меньшая. Выводится соответственно солей в 10–8 раз меньше, поэтому трудностей манипулирования солями меньше. Хотя для них также нужно найти водо- и соле-приемники (не реки, а лучше море или локальные озера-испарители). После опреснения грунтовых вод почвы можно использовать в лугово-гидроморфном режиме, когда вынос солей будет наименьшим.

Нет слов, положение в Ферганской долине и Голодной степи было облегчено вертикальным дренажем. Промывки удалось провести проще и быстрее, но низовья Сырдарьи оказались без пресной воды.

Судьба минерализованных дренажных вод

В ходе мелиоративных работ и затем в нормальный эксплуатационный период на новых оросительных системах Срединного региона будут формироваться очень большие объемы минерализованных дренажных вод.

Даже при осредненном дренажном водоотводе (10% от водозабора с 15 км^3) это составит в год $1,5 \text{ км}^3$, то есть

1,5 млрд.м³. В мелиоративный период промывки, промывные поливы, случайные потери и ошибки могут потребовать отвода в течение нескольких лет 20% водозабора, то есть 3 млрд.м³/год. Минерализация этих вод будет 2-5 г/л в северных зонах и 5-10 г/л в южных (локально может быть и выше 15-20 г/л). При интенсификации и совершенной работе глубокого горизонтального и вертикального дренажа воды с минерализацией 2-6 г/л можно будет использовать повторно для орошения полей и пастбищ.

Супесчаные почвы пастбищ можно будет поливать минерализованными до 6-8 г/л водами, но опять-таки с промывным режимом орошения и с более интенсивным дренированием. При использовании минерализованных вод повторно для орошения (с разбавлением или нет; надо специально проработать нормы разбавления и пути нейтрализации соды в водах и почвах) дренажный водоотвод должен быть увеличен в зависимости от солености вод уже до 40-80 и даже до 90% от водозабора /Ковда, 1977; Мкртчян, 1978/. Но даже при повторном использовании дренажных вод, при их упаривании и транспирации, допустим в 2 раза, суммарный сток вод уже повышенной минерализации (10 г/л и выше) составит все же от 750 до 1500 млн.м³/год. Их надо сбрасывать в море или локальные озера и депрессии для полного испарения и, если возможно, использовать для рыбоводства и птицеводства. Может быть, их можно использовать для культивирования полезных галофитов, тростников, имеющих кормовое или техническое значения. Пока этот вопрос неясен. Опаснее всего было бы вторичный дренажный сток направлять в реки или оросительные каналы. Во всех случаях должен быть проработан вопрос о защите вод дренажного стока (для повторного использования) от биоцидов, гельминтов и патогенных микроорганизмов. В будущем генеральном проекте (и проектах локальных) особенности мелиоративного периода, формы использования и ликвидации конечного дренажного стока должны быть рассмотрены в специальном разделе. Надо иметь в виду, что с увеличением в 2-3 раза головного водозабора на Оби и дренажный сток в Среднем регионе суммарно увеличится до 6-10 млрд.м³/год. Поэтому в проекте целесообразно иметь проект-схему распределения сети генеральных и главных коллекторов (они должны быть

в трубах), обслуживающих полевою дренажную сеть главных оросительных систем. Должны быть решены вопросы о главных водоприемниках конечных соленых дренажных вод (Арал, Чаны, Каспий, крупные депрессии). Только имея тщательный проект дренирования региона на различные периоды решения проблемы переброски, можно успешно избежать вторичного засоления и осолодцевания почв и сохранения качества вод.

Использование опресненных грунтовых вод (субирригация)

Если грунтовые воды, поднятые до уровня 1,5–2,0 м от поверхности, оказываются пресными, то есть минерализация их 0,4–0,6 и не более г/л (это может произойти при наличии хорошего естественного или искусственного дренажа), то крайне целесообразно использовать их как дополнительный источник водного питания растений (субирригация – понятие, введенное В.А.Ковдой в 1940–1950 гг.). Это достигается уменьшением числа поливов (или их норм) в зависимости от глубины и минерализации, поэтому иногда можно ограничиваться лишь одним поливом. При пресных грунтовых водах и глубине их 1–1,5 м поливы можно и нужно исключать полностью. Такие примеры приводит И.С.Костин /1978/ для террасных оросительных систем Заволжья. Расположенные на террасах р.Волги или Кутулука, либо Бол. и Мал. Узени такие массивы имеют хороший естественный дренаж в реки и при орошении рассоляются. Грунтовые воды (пресные или слабоминерализованные) могут гарантировать получение высоких урожаев зерна, свеклы, трав, обеспечивая до 50–70% их суммарного водопотребления. При этом, однако, необходимо тщательно следить за оттоком грунтовых вод, за их минерализацией и за возможным накоплением солей в пахотном горизонте.

В случае необходимости для удаления накопившихся солей приходится производить осенний или весенний промывочный полив. Дренажная сеть и в этих случаях должна отводить 5–10% от общего водопотребления.

Экономическое и социальное значение проблемы

Народнохозяйственный эффект перераспределения части стока северных рек на юг Среднего региона будет исключительно большим.

Увлажнительное орошение полей Приуралья, Сибири, Алтая, Северного Казахстана возродит продуктивность почв. Засухи в этих районах учащаются. Сенокосы и пастбища нередко выгорают. Население живет в трудных условиях. Вода обеспечит второе рождение целины, подняв на орошенной территории урожаи зерновых с современных 5-10 до 20-25 ц/га на первом этапе, а затем и до 50-70 ц/га. Значительно разовьется поливное овощеводство и плодоводство.

Появится возможность обводнить пастбища, ввести частично лиманное и постоянное орошение сенокосов и значительно увеличить поголовье овец и крупного рогатого скота. Станет реальным освоение земель древнего орошения Приаралья, которые уже несколько столетий заброшены. Эти земли могут быть использованы под хлопчатник, рис, сахарную свеклу. Узбекистан, Таджикистан, Туркмения получают возможность использовать воду Сырдарьи и Амударьи в их среднем течении.

Промышленность Караганды, Дзезказгана, города, селения получают техническую и питьевую воду. Аральское и Каспийское моря могут получить часть перебрасываемой воды для поддержания их уровня. Как минимум, можно ожидать, что в эти моря будут сбрасываться воды дренажного стока.

Отъем части стока Иртыша и Оби для переброски их вод на юг облегчит осушение и хозяйственное использование больших площадей заболоченных земель в более северных районах их нижнего течения.

Паводковый режим рек в Сибири создает подпоры стока Тоболом вод Иртыша, Иртышом — вод Оби; это осложняет вегетационный период и отодвигает хозяйственные работы на освоенных землях до июня-июля. Заболоченность Васюганья не только сохраняется, но даже растет (за минувшие 10 лет на 20%). Переброска вод на юг, осуществленная с учетом этих обстоятельств, будет весьма эффективна. Однако потребуются выполнение программы культуртехнических работ: известкование, удобрение,

травосеяние, тепловые мелиорации. Но в то же время недопустимы переосушка и дальнейшее охлаждение этих территорий. Потребуются мероприятия по улучшению лесорастительных условий.

Введение нового орошения на площади до 7-10 млн.га в перспективе, усиление роли растительного покрова, посадка древесных защитных полос и садовых насаждений должны существенно ослабить явления ветровой эрозии и пыльных бурь, столь характерных для Южной Сибири и Казахстана.

Прогнозы изменений и последствий

В программе исследований особое место занимает разработка прогноза изменений и последствий отъема значительных масс речной воды из бассейна Ледовитого океана, введения и распределения их по равнинам Срединного региона. Над этим вопросом работают многие организации. Разрабатываются прогнозы изменений экологического и почвенного покрова.

Пока еще рано говорить о завершенных прогнозах; некоторые положения сформулированы выше. Ожидается, что при условии обязательного выполнения всех рекомендаций, особенно относящихся к исключению потерь воды на фильтрацию из водохранилищ, в каналах, на полях и к строительству дренажа, плодородие почв, локальный климат, растительный покров, биопродуктивность, обеспеченность человека кислородом и санитарными условиями значительно улучшатся во всех природных зонах Срединного региона.

В пустынных и полупустынных зонах в контуре орошения и вблизи оазисов несколько уменьшатся жара, сухость воздуха и температурные амплитуды. Локально уменьшится альбедо поверхности почв вследствие их укрытия растительностью и накопления гумуса.

В случае строительства крупных необлицованных фильтрующих каналов, вдоль них по обе стороны будут формироваться зоны подтопления и вторичного засоления шириной 3-10 км у средних каналов и 20-40 км у крупных (особенно при их прохождении в легких грунтах).

В полностью гидроизолированных каналах, в частности, Тургайском (Обь-Каспийском), вода при транспортиров-

ке будет в основном оставаться пресной, лишь незначительно увеличится минерализация. Этот вопрос изучается дальше.

Если магистральный необлицованный канал и другие каналы будут проходить в понижениях, подобных Тургайскому прогибу, или по системе древних озер-понижений, в глубоких земляных выемках и будет дренировать соленые воды, то минерализация транспортируемых вод будет расти и, возможно, до опасных размеров (2-5 г/л), вызывая засоление орошаемых почв и заболачивания людей. В этом случае для республик Средней Азии смысл переброски вод будет утрачен.

Если будут допущены большие потери воды из каналов (негидроизолированных) и на полях (переполивы, сбросы, излишние водозаборы), то с различной скоростью, но практически повсеместно произойдет подъем уровня грунтовых вод (примерно по типу туркменских, украинских или донских оросительных систем). При обводнении и широком орошении вековое испарение подземных вод уменьшится, а процессы внутрипочвенной конденсации усилятся. Это повлечет за собой также повышение уровня грунтовых вод и на территории оросительных систем начнется заболачивание, содовое и хлоридно-сульфатное засоление. Чтобы избежать этого, одновременно с сетью ирригационных каналов должен быть построен глубокий горизонтальный или местами вертикальный дренаж (прежде всего на массивах, где грунтовые воды теперь лежат на глубине 5-7 м).

Задавшись определенным КПД будущих систем, зная солевые запасы грунтов, грунтовых и оросительных вод, установив критические уровни и концентрации солей в грунтовых водах и элементы их баланса, можно с достоверностью дать локальные прогнозы опасности заболачивания-засоления и определить потребности в дренаже. Эта попытка частично выполнена в настоящем сообщении; но это и задача дальнейших исследований и проектирования.

Методика таких прогнозов разработана Институтом агрохимии и почвоведения АН СССР и уже апробирована на небольших оросительных системах юга Украины и Дона. Предстоит составить серию прогнозов для разных частей Среднего региона и особенно в зоне трассы главных каналов. Сложнее прогнозировать изменения термического режима почв севера региона.

Учитывая наметившуюся тенденцию продвижения границ вековой мерзлоты к юго-западу региона, учитывая отъем больших масс (десятки км³) теплой воды из районов нижнего течения Оби (у Тобольска), следует ожидать некоторого увеличения мерзлотности почв в зонах усиления степени дренированности и ее ослабления в зонах подпора воды плотинами и каналами.

В западной литературе есть указания на возможное потепление и ослабление ледовитости в устье р. Оби. Может произойти распространение влияния Гольфстрима, а также изменение точки замерзания менее разбавленных морских вод.

Для того чтобы максимально обеспечить положительный эффект перераспределения водного стока на юг Среднего региона, необходимо уже теперь принять положение о том, что типы орошения в разных агроэкологических условиях должны быть различными. В республиках Средней Азии и Южном Казахстане промывки засоленных почв, дренаж и промывное орошение являются основой земледелия. Атмосферное увлажнение играет ничтожную роль. Испарение, транспирация влаги будут всегда велики. Культуры: хлопчатник, рис, виноград, теплолюбивые плодовые, повторные урожаи кормовых.

В сухих степях Западной Сибири, Зауралье, на Алтае, в Северном Казахстане увлажнение атмосферными осадками сохраняет свое значение. Орошение должно играть здесь роль дополнительного увлажнения полей, зерновых, сенокосов, лугов до уровня "хорошего влажного года". Количество и время подачи воды на увлажнение здесь будет всегда очень изменчивым (в зависимости от условий погоды), и поэтому оросительные системы и технология должны быть максимально лабильными и легко управляемыми. Увлажнение пастбищ и сенокосов здесь должно занять особенно значительное место. Эти вопросы изучаются совместно почвоведомы и инженерами. Орошение в лесостепных областях должно быть спорадическим только в сезоны и годы засушливого характера.

Складывается тревожное предварительное впечатление о судьбе пойменных ландшафтов Среднего региона. Поймы Иртыша, Оби, многих исчезающих малых рек, низкие берега многочисленных озер и различные депрессии испытывают значительное иссушение, остепняются, подвергаются засолению и

теряют продуктивность. Но их экономическое значение в земледелии и животноводстве очень велико. Их надо спасти, пропуская в них воду для лиманного орошения, увлажнения лугов и водопоя. Перераспределение стока должно предусмотреть задачу обеспечения влагой этих ценнейших угодий. Конечно, это специальный объект изучения, прогноза и инженерно-агрономического решения.

Задачи дальнейших исследований

Фактически перераспределение водного стока рек в Средней Азии уже ведется и притом значительными темпами. Построен канал Иртыш-Караганда (около 500 км), преобразивший природу и земледелие прилегающих районов. Этот канал продолжают строить до Дзезказгана. Уже накапливается опыт орошения в ряде колхозов и совхозов на Иртыше и за счет подземных вод ("30 лет Казахской ССР", "Плодоовощной", "Трудовой", "Черноярский", "Степногорский", им. Гагарина). Идет полным ходом строительство крупнейшего в мире Каракумского канала Амударья-Каспий. Строятся новые оросительные системы в Туркмении, Узбекистане, Таджикистане. Уровень воды в Иртыше уже очень низок, и его сток вскоре сократится еще больше.

Научные исследования отстают от бурного роста строительства и поэтому многие вопросы мелиорации и освоения почв игнорируются. Опыт текущего этапа должен быть глубоко изучен, обобщен и учтен для проектирования орошения Срединного региона.

3 Довольно часты случаи неорганизованного водозабора из Карагандинского и Каракумского каналов для полива овощей, зерновых, хлопчатника. При этом не выполняются необходимые мелиоративные, дренажные агротехнические работы и правила водопользования. Иногда наспех создаются крупные поливные хозяйства. Это можно понять, имея в виду трагическую и безвыходную обстановку в этих районах в годы засух (их 5-7 в каждые 10 лет). Иногда откачиваемые подземные воды затопляют низины, образуют разливы и водоемы. Все это имеет и отрицательные последствия. Будет гораздо лучше и эффективнее, если министерства мелиорации и водного хозяйства СССР и республик возглавят и направят технически это неудержимо

растущее орошение, а научные исследования будут опережать проектирование и осуществление строительства новых каналов и оросительных систем. Должно быть создано 5—7 крупных показательных экспериментальных оросительных систем в Оренбуржье, Сибири, Казахстане, Приаралье для уточнения параметров орошения пшеницы, пастбищ, сенокосов, лугов, многолетних трав.

Должны быть углублены исследования общих тенденций современного развития природы, геохимических процессов и почв Срединного региона. Какова обоснованность данными, вероятная продолжительность и степень наблюдающегося похолодания и аридизации региона? И не скажется ли это на водном балансе рек Азии в будущем? Что может произойти с заболоченными и озерными ландшафтами Северной Сибири после отъема вод? Каково происхождение и баланс поступлений солей в почвы и воды региона: континентальное выветривание и перераспределение остаточных масс? Или, что весьма вероятно, поступление с напорными глубинными водами? И если последнее, то в каких частях региона мы не сможем управлять с помощью существующих современных средств солевой и водной динамикой территории после ввода новых масс речных вод?

Природные циклы соленакопления берут 5—10 и 20 тыс. лет на свое завершение. Как обеспечить состояние покоя солевым массам, отложенным в грунтах и почвах региона в прошлые эпохи и как не вызывать их активизацию в мелиоративно-ирригационных быстротечных (10—20 лет) циклах? Как уменьшить объемы соленых дренажных вод и куда направить те их колоссальные объемы, которые все же появятся?

Эти и другие сложные вопросы общего значения наряду с уточнением локальных приемов мелиорации и освоения почв, оптимизаций поливных режимов, создания развитой сети коллекторов и дренажа, организации территории будут изучаться в предстоящие годы.

С орошаемыми почвами, особенно черноземами, при орошении происходят (даже без признаков засоления) иногда сложные и еще не понятые явления (опыт Украины, Дона, Венгрии). Теряется структура почв, повышается их плотность и объемный вес, снижается водопроницаемость, развиваются анаэробные

процессы и образуются токсические соединения (жирные кислоты, сероводород, ацетилен), идет интенсивная гидрофилизация массы (неосинтез подвижных силикатов и алкмосиликатов?). Эти явления должны быть изучены, поняты и сняты. Черноземы — национальное богатство нашей страны — должны быть сохранены. Многие предстоит сделать физиологам, микробиологам, генетикам, механикам, химикам, энтомологам.

Ведь в будущем получение при орошении двойных и тройных урожаев продукции невозможно обеспечить простой подачей воды для полива. Это упрощенное понимание проблемы. Нужны совершенно новые отзывчивые на орошение и удобрения высокоурожайные сорта пшениц, сои, свеклы, трав. Их пока еще мало или нет совсем. Нужно новое научное обоснование активированного и продуктивного механизма питания и фотосинтеза растений, их неполегаемости, стойкости против болезней, холода, воздушных засух и солей. Необходимы новые пути биологической защиты урожаев в условиях орошения. Потребуется новые формы быстроразлагающихся пестицидов, стойких, невымываемых форм азотных удобрений, не фиксируемых почвой фосфорных удобрений. Нужен парк совершенно других машин для обработки поливных почв (главное — рыхление, а не оборот), внесения удобрений, уборки урожаев и т.д. Нужно обеспечить физиологию и биохимию образования и высокого содержания ценных белков в поливных пшеницах, повысить сахаристость свеклы. Сейчас нередко эти качества утрачиваются. Ботаникам следует поработать над подбором древесных и плодовых растений, над интродукцией новых кормовых и псаммофитов. Зоологи, паразитологи, микробиологи должны предупредить опасность распространения грызунов, энцефалитного клеща, бильгарзии, гельминтов. Особо следует изучить возможности биологической фиксации азота на полях и лугах в условиях орошения, средства стабилизации процессов денитрификации и вымывания соединений азота. Экономисты и социологи должны внести свой вклад в проблему. Ведь в ней центральной место занимает советский человек и его счастье.

Широкое и успешное развитие орошения в Среднем регионе и на юге европейской части СССР всегда будет оправданным и эффективным. В этом нет сомнения. Но для этого должны быть мобилизованы научные силы Большой Науки, то есть многих

смежных институтов АН СССР и академий наук союзных республик.

Социалистический строй, наука, техника, советский народ, руководимый партией, превратили Сибирь и советские республики Азии в цветущие житочные регионы страны, имеющие огромное значение в экономике СССР. Однако трудности, рожденные засухами, аридизацией, опустыниванием, еще остались. Перераспределение стока рек Сибири в целях обводнения бескрайних пастбищ, для дополнительного увлажнения полей бывшей целины, для орошения хлопчатника, риса, садов и виноградников юга Азии, для обеспечения нормального быта и условий работы в городах, селах поможет решить и эту проблему. Целина будет рождена второй раз и утроит свою продукцию.

Советская наука, и Академия наук СССР прежде всего, должны дать этой проблеме глубокое научное обоснование. Пора создать для этого необходимые постоянные исследовательские силы, средства, организации.

Наука и техника советского государства в состоянии успешно решать проблемы реконструкции гидрографической сети страны, трансформации почвенного покрова, организации и управления водным, тепловым и химическим режимом почв больших территорий в целях коренного увеличения биологической продукции в сельском хозяйстве и улучшения условий биосферы и окружающей среды.

Это — реальные проблемы строительства социализма-коммунизма в СССР, вытекающие из исторических решений XXV съезда КПСС и Пленумов ЦК КПСС 1978 г.

В настоящей работе использованы материалы следующих организаций: ИПА СО АН СССР (Новосибирск); ИП АН КазССР (Алма-Ата); Минводхоз СССР (Москва); ИАП АН СССР (Пушино); УралНИИВХ (Свердловск); ИПА АН УзССР (Ташкент); ИП МСХ ТССР (Ашхабад); ИП МСХ ТаджССР (Душанбе).

Содержание настоящего сообщения было обсуждено и принято на рабочем совещании 12-16 декабря 1978 г. в Пушине с участием основных соисполнителей.

Автор выражает свою благодарность руководителям и сотрудникам этих учреждений.

Литература

- Анисимов И.Г. и др. Методика составления серии тематических среднemaштабных карт "Природно-мелиоративная и сельскохозяйственная оценка Срединного региона". - В сб.: Оценка природно-мелиоративных условий и прогноз их изменений. Пущино, ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1977.
- Быстрицкая Т.Л., Осычнюк В.В. Почвы и первичная биологическая продуктивность степей Приазовья. М., Наука, 1975.
- Глазовский Н.Ф. Процессы региональной миграции солей в аридной зоне СССР, их пространственное и количественное соотношение. - Тезисы докл. к У Делегатскому съезду ВООП "Почвоведение и агрохимия (проблемы и методы)". Пущино, ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1977.
- Закиров Т.С., Ли В.Н., Горбунов Б.В. и др. Узбекистан. - В кн.: Перспективы орошения в Срединном регионе СССР. М., Наука, 1978.
- Касимов Н.С. и др. Геохимия почв зон разломов (на примере Казахстана). - Почвоведение, 1978, № 8.
- Ковда В.А. Основы учения о почвах, кн. I, 2. М., Наука, 1973.
- Ковда В.А. Аридизация суши и борьба с засухой. М., Наука, 1977.
- Мкртчян С.М. Опыт регулирования водно-солевого режима содовозасоленных и переувлажненных почв Араратской равнины. Автореф. дис. на соиск. степени канд. биол. наук. М., 1976.
- Мкртчян С.М. Метод регулирования водно-солевого режима содовозасоленных почв (на примере Армении). - В кн.: Земельные ресурсы мира, их использование и охрана. М., Наука, 1978.
- Панфилов В.П. Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи. М., Наука, 1973.
- Пейдо Л.П., Поветухина З.Ф. Характеристика засоленности почв и пород Туркмении. - Тезисы докл. к У Делегатскому съезду ВООП "Почвоведение и агрохимия (проблемы и методы)". Пущино, ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1977.
- Перельман А.И. Геохимия биосферы и ноосферы. "Биогеохимичес-

- кие циклы в биосфере". М., Наука, 1976.
- Поветухина З.Ф., Деева Н.Ф., Степанов И.Н. Влияние грунтовых вод на мелиоративную обстановку Туркмении. – Тезисы докл. к У Делегатскому съезду ВОО "Почвоведение и агрохимия (проблемы и методы)". Пущино, ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1977.
- Расулов А.М. Повышение плодородия почв хлопковой зоны. М., Колос, 1976.
- Решеткина Н.М., Якубов Х.И. Вертикальный дренаж. М., Колос, 1978.
- Сиренко Н.А. Плейстоценовые ископаемые почвы Украины. Автореф. дис. на соиск. учен. степени докт. геогр. наук. Киев, 1977.
- Степанов И.Н., Абдуназаров У. Погребенные почвы в лёссах Средней Азии и их палеогеографическое значение. М., Недра, 1977.
- Утешев А.С. К проблеме исследования и прогнозирования засух. – В кн.: Земельные ресурсы мира, их использование и охрана. М., Наука, 1978.
- Чигир В.Г. Тепловая мелиорация длительно-сезонномерзлотных почв. М. Наука, 1978.
- Шумейкин С.П. Почвенно-геохимические условия и солевой прогноз Приазовских оросительных систем. Автореф. дис. на соиск. учен. степени канд. биол. наук. М., 1976.

Виктор Абрамович Ковда

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА СИБИРСКИХ РЕК
НА ЮГ ДЛЯ ОРОШЕНИЯ СТЕПЕЙ И ПУСТЫНЬ

Подготовлено к печати в Отделе научно-технической
информации НЦБИ АН СССР

Подписано в печать 26/III-79 г.

Уч.-изд. л. 3,36. Физ. печ. л. 6,5.

Бумага картографическая. Тираж 200 экз.

Заказ 5816Р. Бесплатно. Изд. № 51.

Отпечатано на ротапринте в Отделе научно-технической
информации Научного центра биологических исследований
АН СССР в Пушкине