

1. ИСТОРИЯ НАУКИ

ИСТОРИЯ ПОЧВЕННО-МЕЛИОРАТИВНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАСОЛЕННЫХ И СОЛОНЦОВЫХ ЗЕМЕЛЬ УКРАИНЫ (1890–1996)¹

Введение

XX век завершается. Стремление ученых осмыслить итоги истекающего века в разных областях знаний, в том числе и в мелиоративном почвоведении, вполне естественно. Данная работа - попытка обобщить поэтапное развитие науки о засоленных и солонцовых почвах как в масштабах бывшего СССР, так и в Украине в частности.

Украина - одна из стран, обладающих высокоплодородными почвами. В то же время в ряде районов встречаются малопродуктивные земли, к числу которых относятся засоленные и солонцовые почвы. Урожайность сельскохозяйственных культур, например зерновых, на пятнах солонцов может составлять всего 5-10 *ц/га*, зачастую падая до нуля, при урожайности на несолонцеватых почвах 30-40 *ц/га* и выше. Общая площадь таких земель – около 4 *млн. га* или 7-8 % пахотного фонда.

Изучали засоленные и солонцовые почвы не только на Украине, но и в других республиках Советского Союза. Постоянный обмен результатами исследований между почвоведомы бывшего СССР дал возможность в короткие сроки разрешить многие вопросы генезиса, географии и мелиорации таких почв, что благоприятствовало решению главной задачи - повышению урожайности сельскохозяйственных культур и развитию сельскохозяйственного производства, совпадало с национальными интересами всех республик, в том числе Украины. Поэтому историю развития учения о засоленных и солонцовых почвах Украины автор данного очерка будет рассматривать в связи со становлением почвенно-мелиоративной науки в СССР, а оценивать разные виды их мелиорации, исходя из позиций агроэкологических последствий и дальнейшего повышения плодородия почв. Следует подчеркнуть, что направленность изучения указанных почв в нашей стране имеет свои особенности.

Благоприятное сочетание почвенно-климатических условий Украины способствовало тому, что здесь с давних времен выращиваются многие зерновые, овощные, кормовые и технические культуры (свекла и др.), издавна большое внимание уделяется постановке полевых

¹ Опубликовано в монографии А.В.Новиковой с таким же названием. Научный редактор член-корр. УААН М.И. Ромашенко//Изд-во «Світ», Киев, 1999 г., 143 с.

опытов по растениеводству и химизации земель. Поэтому наряду с изучением чисто теоретических вопросов (генезис солонцов, миграции солей и т.п.) в Украине всегда одновременно велись исследования по повышению плодородия таких почв.

Не будет преувеличением, если сказать, что Украина является колыбелью опытного дела по мелиорации солонцов, учитывая при этом то, что самые первые опыты были заложены К.К.Гедройцем на Носовской опытной станции (Черниговская область), а опыты в Среднем Приднепровье, проведенные А.М.Можейко, А.М.Гринченко и Г.Н.Самбуrom остаются фактически самыми продолжительными (20-25 лет).

Результаты исследований солонцовых почв Украины освещались в различных изданиях, в том числе в монографиях. К ним относятся «Вопросы повышения плодородия солонцовых почв» (1954), «Происхождение и окультуривание солонцовых почв» под редакцией А.М. Гринченко (1962) и «Окультуривание солонцовых почв» под редакцией А.В. Новиковой (1984). Кроме того, неоднократно переиздавались «Рекомендации по улучшению солонцовых почв УССР», подготовленные коллективом авторов из разных научных учреждений нашей страны.

Высокая результативность работы сотрудников ряда научных учреждений Украины, коллективная разработка рекомендаций по окультуриванию солонцов и серьезное внимание со стороны правительственных органов к мелиорации солонцовых почв способствовали тому, что в Украине уже в конце пятидесятих годов (1954) началось внедрение гипсования солонцов, а в Крыму, кроме гипсования, стали внедрять плантажную вспашку.

Исследовательские работы по солонцовой проблематике вначале велись в условиях богарного земледелия, когда развитие солонцов проходило преимущественно в неорошаемых условиях. В дальнейшем, с конца пятидесятих годов, в связи с проведением широкомасштабных работ по орошению южных и осушению северных территорий природные условия Украины начали претерпевать существенные изменения как положительного, так и отрицательного характера.

Положительное воздействие широкой ирригации проявилось в улучшении водного питания растений, что способствовало повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Отрицательное влияние ирригации выразилось в подтоплении некоторых территорий, в том числе и пахотных земель, что привело к образованию вторично засоленных и осолонцованных почв на ранее незасоленных землях.

Для выяснения причин такого воздействия водных масс были привлечены многие научные учреждения и учебные заведения. Познание закономерностей влияния широкой ирригации на гидрогеологию,

почвы и растения позволило со временем внести существенные поправки в проекты строящихся оросительных систем и реконструировать старые, что дало возможность заметно улучшить экологические условия.

Главная цель ирригации - получение высоких стабильных урожаев - была в целом решена, хотя достичь проектного уровня не удалось.

Результаты исследований, проводившихся в период становления широкой ирригации, имеют историческую ценность, особенно когда они излагаются очевидцами событий того периода.

Украинскому научно-исследовательскому институту почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского, как и некоторым другим научным и производственным учреждениям, пришлось работать именно в первый период становления широкой ирригации на Украине. Освещение полученных результатов исследований, установленных закономерностей может представлять интерес для многих поколений почвоведов-мелиораторов. Уместно напомнить слова одного из героев Шекспира (в нашем вольном изложении): «Ты видел, как это происходило - Расскажи другим».

История развития почвоведения в Украине освещена весьма слабо (Махов Г.Г., 1927; Соколовский А.Н., 1954; Гринченко А.М., 1994; Мигунова Е.С., 1994). Что касается развития почвенно-мелиоративной науки с освещением последовательного воздействия широкой ирригации на солонцовые и засоленные почвы Украины, то таких работ нет, за исключением разрозненных данных исследований, опубликованных в различных статьях и докладах. Автор данного обзора решил восполнить образовавшийся пробел и систематизировать результаты многочисленных разобщенных исследований в их исторической последовательности.

Была поставлена цель - осветить главные этапы развития почвенно-мелиоративной науки в Украине с учетом результатов исследований, проводившихся в Советском Союзе, в состав которого входила Украина.

Описывая этапы развития почвенно-мелиоративной науки нельзя обойти молчанием социально-политические вопросы, оказавшие существенное влияние на науку в целом.

С установлением в начале века в России советской власти была уничтожена частная собственность на средства производства, в том числе и на землю. Научные исследования, внедрение их результатов в производство, как и вся хозяйственная деятельность, осуществлялись по единому государственному плану за счет государственного бюджета.

Типичными чертами развития в почвоведении того периода были следующие (Виленский Д.Г., 1956): признание плодородия, как ос-

новного свойства почв, а биологических процессов почвообразования - как одних из главных; применение новых методов исследования свойств почв - физико-химических, физических, биологических и других; создание научных учреждений и коллективов почвоведов - Почвенного института им. В.В. Докучаева Академии наук СССР (научный центр по почвоведению), Московской сельскохозяйственной академии им. Тимирязева, факультета почвоведения в Московском государственном университете им. Ломоносова, Всесоюзного института удобрений, агротехники и агропочвоведения, Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук, а также научно-исследовательских институтов во всех республиках СССР, в том числе и в Украине. Тесная связь науки с производством, широкомасштабное выполнение народно-хозяйственных задач, способствовали дифференциации почвоведения на отдельные направления - географию и картографию почв, химию почв, физику почв, почвенную минералогию, мелиорацию и др. Создались условия, благоприятные для быстрого развития почвоведения, превращения отсталого земледельческого государства в передовое, с высокоразвитой промышленностью и сельским хозяйством.

В данном историческом очерке основное внимание уделено научным результатам, имеющим определенную новизну, их внедрению в сельскохозяйственное производство и проектирование оросительных систем. Значительное место отведено результатам работ Украинского научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии, являющегося ведущим научным центром Украины по данным вопросам, в частности лаборатории мелиорации почв, которой автор данного очерка руководила в течение 25 лет (1960-1985 гг.).

Работа состоит из двух частей. Первая посвящена исследованиям засоленных и солонцовых почв, развивающихся в естественных и богарных условиях. Во второй части рассматриваются исследования тех же почв в условиях широкомасштабного орошения при активном воздействии антропогенных факторов на почвы, грунты и общую экологическую обстановку.

В очерке, в какой-то степени условно, установлены этапы развития науки о засоленных и солонцовых почвах. В первой части выделены такие: зарождение учения о засоленных и солонцовых почвах, становление и углубление науки об образовании солонцовых почв, наконец этап, связанный с организацией всестороннего изучения таких почв в Украине, разработкой методов их мелиорации в условиях неорошаемого земледелия.

Во второй части рассматривается дальнейшее развитие науки о засоленных и солонцовых почвах в связи с началом широкой ирригации земель Украины, воздействием орошения на почвы, разработкой

мер предупреждения и борьбы с неблагоприятными экологическими последствиями водных мелиораций.

Учитывая, что в данной работе предпринята первая попытка исторического обзора развития почвенно-мелиоративной науки в Украине за длительный период времени (более 100 лет), автор заранее приносит извинения за возможные неточности, неизбежные повторения и некоторые вынужденные нарушения хронологической последовательности.

Автор выражает сердечную благодарность за ценные замечания, уточнения, признателен за содействие в опубликовании рукописи академику УААН Б.С. Носко, докторам сельскохозяйственных наук Е.С. Мигуновой, Д.С. Тихоненко, С.А. Балюку, кандидатам сельскохозяйственных наук Г.М. Белоненко и Е.П. Юрко.

ЧАСТЬ I

Изучение засоленных и солонцовых почв, развивающихся в естественных условиях и при неорошаемом земледелии

1. Этапы изучения засоленных и солонцовых почв и методов их мелиорации в России (частично в Украине) в конце XIX и в XX веке

1.1. Первые научные сведения о засоленных почвах

Начало исследований засоленных и солонцовых почв в России и в Украине приходится на конец XIX века и связано с именем В.В. Докучаева - организатора и руководителя земельно-оценочных работ в Нижегородской и Полтавской губерниях. В публикациях В.В. Докучаева, его учеников и сотрудников того периода приводятся описания морфологии засоленных почв, делаются попытки подразделить профили почв на горизонты, выявить связи таких почв с рельефом местности и т.д.

В 1894 г. П.А. Земятченский подробно описывает морфологию солонцов, впервые выделяя наиболее характерный для этих почв столбчатый горизонт, отмечая выщелоченность верхней части профиля почв и наличие солей в нижней. В материалах по оценке земель Полтавской губернии К.Д. Глинка (1894) устанавливает «злостные» солонцы с наличием хлористых и серноокислых солей на поверхности (позже названных солончаками) и «солонцы котловинок», в которых присутствуют сода и серноокислые соли. В.В. Докучаев в своей классификации выделяет среди черноземных и каштановых почв степей так называемые вторичные солонцы и белесые почвы, приуроченные к понижениям рельефа и ко вторым надпойменным террасам рек.

В целом, как отмечает В.А. Ковда (1937), к началу XX века исследователи еще не отличали среди засоленных почв солончаки от солонцов, зачастую считая эти термины синонимами. Вместе с тем существовали работы, которые заложили основу современных представлений о генезисе засоленных почв. Это исследования Г.Н. Высоцкого (1899-1905), разработавшего гипотезу золовой миграции солей и доказавшего главенствующую роль грунтовых вод в передвижении солевых растворов в почвенные горизонты при их испарении, а также дренирующую роль оврагов на грунтовый поток. Занимаясь много лет почвенной гидрологией в Донецких степях, Г.Н. Высоцкий впервые обнаружил в степных почвах так называемый «мертвый горизонт», прерывающий капиллярное передвижение влаги от грунтовых вод к их поверхности, и выделил четыре типа водного режима почв (промывной, периодически промывной, непромывной и выпотной). Г.Н. Высоцкий предложил также гидротермический коэффициент, как отношение количества осадков к испаряемости.

Влияние минерализованных грунтовых вод на образование солончаков было подмечено и в других регионах России, в частности на Валуйской опытной станции. В.С. Богдан (1890) впервые обратил внимание на роль микрорельефа в возникновении комплексности почвенного покрова при рассолении солончаков, развивающихся в депрессиях рельефа. Он предложил также схему эволюции солонцов.

Новый шаг в познании засоленных почв был сделан С.С. Неуструевым и А.Б. Бессоновым (1902). Они выделили «структурные почвы», опресненные с поверхности, которые имеют слоистый рыхлый верхний горизонт и нижележащий столбчато-призматический, а также «бесструктурные мокрые солончаки», содержащие много солей на поверхности. Авторы впервые объяснили образование иллювиального горизонта солонцов передвижением коллоидных глинистых частиц сверху вниз и их накопление в нижнем иллювиальном горизонте. Появление мокрых солончаков увязывалось авторами с влиянием грунтовых вод и соленых озер.

Следует обратить внимание, что большинство исследователей того периода считало, что образование двух горизонтов в солонцах протекает аналогично подзолообразовательному процессу. Иной точки зрения придерживался П.С. Коссович (1903). Он полагал, что в солонцах такая дифференциация профиля связана с воздействием соды, которая вызывает «щелочное выветривание» с выпадением кремнекислоты.

Новый этап в изучении солонцовых почв связан с работами Н.А. Димо и Б.А. Келлера (1907), проведенными в Прикаспийской низменности (Царицынская губерния). По соотношению двух верхних горизонтов авторы впервые подразделили солонцы на корковые, кор-

ково-столбчатые, столбчатые и глубокостолбчатые. С учетом зональности были выделены солонцы черноземные и полупустынные. Однако эволюция солонцовых почв представлялась учеными в соответствии со взглядами того времени, т.е. аналогичной подзолообразовательному процессу. Поэтому почвы понижений рельефа были названы «типичными подзолами полупустыни» (ныне - солоды). Среди солончаков выделяли соры, образовавшиеся на месте высохших озер, и луговые мокрые солончаки, происхождение которых увязывалось с влиянием озер и грунтовых вод.

В 1913 г. появилась работа П.С. Коссовича о миграции ионов хлора и сульфатов на земной поверхности. Впервые в почвоведении рассмотрена судьба ионов в процессе выветривания горных пород с высвобождением хлоридов и сульфатов, передвижением их с поверхностными и грунтовыми водами в реки и океаны, перехватом их корневой системой растений. Эта работа положила начало новому, геохимическому направлению в учении о засоленных почвах, которое в дальнейшем успешно развивалось.

Важный вклад в учение о засоленных почвах внес К.Д. Глинка. Располагая большим фактическим материалом Переселенческого управления, он освещает географию засоленных почв, дает обстоятельную характеристику их морфологии и химического состава почв. Причиной появления солей он считает минерализацию органических остатков, а образование солончаков - стеканием солевых растворов в понижения рельефа. Солонцы и солончаки имеют, по его мнению, разный генезис. После появления работ К.К. Гедройца (1912) об эволюции засоленных почв К.Д. Глинка принимает это учение и опирается на него в последующих своих исследованиях (1915, 1926). К.Д. Глинка первым обратил внимание на роль повторного засоления в осолонцевании почвенного профиля. Указанный факт был подтвержден работами других ученых.

Нельзя не отметить очень важную для познания генезиса засоленных почв работу Т.И. Попова (1914) «Происхождение и развитие осинового куста». В ней автор отмечал, что солончаковатость является начальной стадией образования солонца. Автор, пользуясь историко-генетическим подходом, предлагал эволюционную схему перехода одной почвы в другую: солонцы столбчатые, солонцы с обнаженным горизонтом «В» (при отмирании дернины), солонцы заболоченные, солонцы деградированные «оподзоленные», болотные оподзоленные почвы осоковых кочкарных болот. Однако Т.И. Попов, по-видимому, не был знаком с работами К.К. Гедройца и поэтому целиком принимал объяснение генезиса солонцов, развитое К.Д. Глинкой.

Таким образом, первый этап изучения засоленных почв в России, в том числе и в Украине, начался в конце XIX столетия и длился примерно до 1912 г., до появления работ К.К. Гедройца. Этот этап ха-

рактировался накоплением первичных сведений о морфологии засоленных почв, установлением основных регионов их распространения, частичным выявлением причин возникновения таких почв. Однако к этому времени еще не была установлена генетическая связь между солонцами и солончаками, процесс образования солонцов считали аналогичным подзолообразованию.

1.2. Становление и дальнейшее развитие науки о засоленных и солонцовых почвах

Первая четверть XX века характеризуется в почвоведении широким развитием почвенно-географических исследований в России с описанием морфологии разных почв, их географии и картографии. При этом почвоведение начало заметно отрываться от вопросов агрономии. П.А. Костычев, рассматривая почву как среду обитания растений, отстаивал необходимость тесной увязки почвоведения с агрономией. Он одним из первых ввел эксперимент, как обязательную часть почвенных исследований, и показал необходимость химического анализа почв для обоснования их генезиса.

П.С. Коссович после П.А. Костычева заведовал кафедрой в Петербургском лесном институте. Он был почвоведом-химиком.

Его ученик К.К. Гедройц, исследуя электропроводность почвенных растворов и влияние соотношения твердой и жидкой части на их концентрацию, пришел к выводу о необходимости познания коллоидов почв, их поглотительной способности.

Хотя до К.К. Гедройца поглотительные свойства почв изучались уже около 50-ти лет и были известны даже основные их виды, однако отсутствовала достаточно совершенная методика определения, не было выяснено влияние поглотительной способности на почвообразование и плодородие почв. Будучи высоким профессионалом в области химического анализа, человеком с незаурядной работоспособностью, К.К. Гедройц сам выполнил огромный объем аналитических работ. В 1912 г. выходит в свет его статья «Коллоидная химия в вопросах почвоведения», а в 1922 г. - монография «Учение о поглотительной способности почв». Указанные работы положили начало второму важнейшему этапу в познании засоленных и солонцовых почв. В первой из названных автор находит решение главного вопроса генезиса солонцов. Он экспериментально доказывает, что при промывке солончака на определенном этапе появляется сода, а почва приобретает признаки солонца. Основной причиной солонцеватости почв является поглощенный натрий, внедрившийся из раствора в коллоидную часть почвы, а затем вытесняемый катионами кальция, магния, водорода с образованием в растворе соды.

Автор показывает, что сода может появиться только при особых условиях, когда хлориды и сульфаты удаляются из почвы настолько, что не

препятствуют вхождению в коллоидный комплекс ионов кальция или других катионов с образованием в растворе соды. Он считает такой путь главным в появлении соды на земной поверхности. Автор выделяет пять видов поглотительной способности: механическую, физическую, физико-химическую (обменную), химическую и биологическую.

К.К. Гедройц установил скорость обменных реакций, предложил метод определения поглотительной способности. Он не только доказал генетическую связь солончаков и солонцов, но и разработал схему эволюции этих почв, выделив четыре последовательные стадии: солончак; солончак-солонец; солонец; солодь - полагая, что могут быть и промежуточные формы. Вместе с тем К.К. Гедройц считал возможным образование солонцов без прохождения стадии солончака - при многократном воздействии на почву солевых растворов, содержащих натрий.

Правильность теории К.К. Гедройца подтверждалась неоднократно. Первая ее проверка произошла совершенно случайно. В Азербайджане на Джафарханской опытной станции в 1916 г. приступили к изучению влияния поливов на бурые почвы. Уже на следующий год под влиянием поливов грунтовые воды резко поднялись и на поверхности почв появились выцветы солей. Часть участка пришлось вывести из землепользования. Через девять лет естественного опреснения на участке провели почвенное обследование, которое показало, что образовавшиеся в начале орошения солончаки превратились в солонцы с появлением нормальной соды (Тюремнов С.И., 1928). В дальнейшем на станции был построен инженерный дренаж и проводились регулярные промывки почв. При посещении станции в 1958 г. автор данного очерка и А.М. Можейко не обнаружили засоления этих почв. В вышедшей позже работе Э.С. Варунцяна (1977) отмечалось, что на участке сохранились лишь остаточные солонцеватые почвы, но в грунтовых водах все еще содержится нормальная сода.

Вторая проверка теории К. К. Гедройца выполнена специально Д. Г. Виленским (1930) на опытном поле Харьковского сельскохозяйственного института, в котором он тогда заведовал кафедрой ботаники. В чернозем были внесены различные соли натрия. Через два года оказалось, что на этом месте образовался корковый солонец с мощностью элювиального горизонта 2 см и иллювиального -5 см.

В работе «Солонцы, их происхождение, свойства и мелиорация» (1927) К.К. Гедройц впервые предлагает два способа мелиорации солонцов: коренную и временную. В первом случае рекомендует внесение кальциевых солей (гипса) для вытеснения натрия из поглощающего комплекса или серы, серной кислоты, во втором - внесение навоза, торфа и др. Расчет дозы гипса рекомендовано проводить по поглощенному натрию. Кроме того, автор выделяет самомелиорацию, кото-

рая протекает в естественных условиях под действием атмосферных осадков, способствующих постепенному удалению натрия из коллоидного комплекса.

Работая несколько лет в Украине (1922-1930 гг.) на Носовской опытной станции, К.К. Гедройц проводил опыты в полевых и лабораторных условиях, а также вел региональные почвенные исследования. Он первым обратил внимание на различия в морфологии и химизме солонцов северной и южной Лесостепи. В процессе исследований К.К. Гедройц создал стройное учение о возникновении и развитии засоленных почв. Автор экспериментально доказал генетическую связь солончаков и солонцов при рассолении первых, предложил схему эволюции этих почв. Ученый разработал также способы мелиорации солонцов, которые впоследствии уточнялись как в Украине, так и за ее пределами.

Почти одновременно с К.К. Гедройцем начал исследования А.Н. Соколовский. В своей работе «Из области явлений, связанных с коллоидной частью почв» (1921) автор рассматривает значение коллоидов почв не только в связи с проявлением поглотительной способности, но и в увязке с вопросами плодородия почв - оструктурирующим действием кальция и др.

В названной работе рассмотрены следующие вопросы: поглотительная способность почв в отношении аммония; кислотность почв и насыщенность их основаниями; влияние материнской породы, обогащенной известью, на свойства почв; известкование почв; насыщенность почв кальцием в связи с их генезисом; методы выделения коллоидов и др. Соколовский утверждал, что коллоиды являются «живой плотью» почвы и определяют ее состав и свойства, а также характер изменения по вертикальному профилю разных показателей почв. Образование их обусловлено генезисом почв. С коллоидами связана поглотительная способность почв, которая изменяется по профилю в соответствии с их распределением по профилю. Поглотительная способность почв самая высокая в черноземах, к северу и на юг от черноземной зоны она понижается. Величина поглощения связана с насыщенностью почв известью.

Исключительное значение А.Н. Соколовский придавал поглощенному кальцию, считая его «стражем» плодородия. Содержание поглощенного кальция регулирует химический состав почвенных горизонтов и влияет на морфологическое строение почвенного профиля. Полное удаление поглощенного кальция из почвы не ведет к полному обеднению ее коллоидной части. Коллоидальные вещества почвы автор разделяет на две фракции, содержащие как органические, так и минеральные вещества: фракция А, связанная с поглощенным кальцием, скоагулированная им; фракция В, не связанная с кальцием, поэтому в ней минеральные и органические коллоиды находятся в состоянии

своеобразного взаимного осаждения. Фракция А представляет активную часть почвенных коллоидов и является фактором почвенной структуры. Фракция В на физические свойства положительного влияния не оказывает. Предлагается новый метод механического анализа почв с выделением и расчленением коллоидальной части ее на активный и пассивный ил.

Роль, которая принадлежит в почве поглощенному кальцию, заставляет учитывать насыщенность им разных почв и определять способность к допоглощению кальция. На первом месте по содержанию поглощенного кальция стоят черноземы.

Лессовидные породы, несмотря на насыщенность их карбонатом кальция, проявляют исключительную жадность к поглощению кальция.

Высказанные автором идеи о ведущей роли коллоидов, погложительной способности почв, поглощенного кальция, натрия и других катионов были позже развиты учениками Соколовского.

Так, с учетом большой «жадности» солонцов к поглощению кальция А.М. Гринченко разработал новый метод определения мелиоративных доз гипса не по поглощенному натрию, как обычно, а по величине допоглощения кальция. Значительное воздействие на коллоиды почв температуры воздуха, обнаруженное А.Н. Соколовским, послужило основанием для последующей разработки метода так называемого «термического» пара (Ковда В.А., Буданов М.Ф.).

Много внимания А.Н. Соколовский уделил вопросам глубины вспашки в свете агрономического почвоведения (1937). Автор считал, что мнение о преимуществе мелкой вспашки по сравнению с глубокой является ошибочным и наносит вред сельскохозяйственному производству. Он придавал большое значение обработке в улучшении свойств почв, влиянию глубины вспашки на накопление влаги в почве и урожайность сельскохозяйственных культур, рассматривал плодородие отдельных генетических горизонтов в связи с углублением пахоты.

Ученый пришел к заключению о преимуществе глубокой вспашки над мелкой, о необходимости внесения минеральных удобрений и навоза для улучшения питания растений. На солонцовых почвах А.Н. Соколовский считал необходимым проводить гипсование в сочетании с постепенным углублением пахотного слоя и использованием питательных элементов, содержащихся в иллювиальном горизонте.

А.Н. Соколовский обратил внимание на особую роль поглощенного натрия в придании грунтам антифильтрационных свойств. Он впервые предложил метод осолонцевания грунтов на каналах, прудах и водоемах. Его ученики и последователи (Крупский Н.К., Демидиенко А.Я. и др.) разработали различные композиционные смеси по созданию водонепроницаемых экранов (об этом - во второй части данного очерка).

В 1941 г. А.Н. Соколовский выдвигает оригинальную концепцию об источниках солей на земной поверхности, связанную с глубинным недровым соленакоплением. Он показывает, что соляные купола, образовавшиеся в прежние геологические эпохи и залегающие глубоко в недрах земли, оказывают огромное влияние на появление засоленных почв. Подземные воды, циркулирующие в породах, растворяют соли и выносят их вместе с грунтовыми водами на поверхность земли. Так появляются засоленные почвы даже в условиях влажного климата. Автор считает, что недровый источник - важнейшая причина засоления и осолонцевания почв в Среднем Приднепровье.

Правильность концепции А.Н. Соколовского была подтверждена его учениками (Гринь Г.С., Яровенко А.Ф. и др.).

Многие работы ученого посвящены методам химико-механического анализа, повышению плодородия кислых и солонцовых почв путем внесения извести, гипса и удобрений. А.Н. Соколовский издал учебник «Сельскохозяйственное почвоведение», в котором уделил большое внимание взаимодействию почв и растений, физико-химическим процессам, плодородию почв, воздействию минеральных и органических удобрений. Им внесены предложения по новой индексации почвенных горизонтов с учетом процессов, протекающих в каждом из них. Большое внимание А.Н. Соколовский уделял подготовке кадров почвоведов. Возглавлял кафедру почвоведения Харьковского сельскохозяйственного института им. В.В. Докучаева, был его ректором, директором Украинского научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии. Ученый ушел из жизни в 1959 г., его имя было присвоено научно-исследовательскому институту. В 1994 г. Украинский НИИ почвоведения и агрохимии переименован в Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского Академии аграрных наук Украины. А.Н. Соколовский создал известную школу почвоведов сельскохозяйственного профиля, в которую входили Н.К. Крупский, А.М. Гринченко, В.Д. Кисель, Г.С. Гринь, А.М. Можейко и многие другие.

В рассматриваемый период (20-30-е годы XX века) наряду со стационарными физико-химическими исследованиями почв проводились большие почвенно-картографические работы. Обследованы засоленные почвы в Прикаспийской низменности, Заволжье, в Украине и других местах. Наиболее важные результаты этих работ обобщены Д. Г. Виленским в монографии «Засоленные почвы, их состав, происхождение и способы улучшения» (1924).

Основываясь на большом фактическом материале, восприняв теорию К.К. Гедройца, применяя естественно-исторический подход, автор выдвигает особую концепцию появления на земном шаре засоленных почв и их эволюционного развития. Возникновение засолен-

ных почв ученый относит к сухому послеледниковому периоду, когда уровень воды в реках, как и уровень грунтовых вод, был высоким. На ранее незасоленных почвах образуются солончаки, которые затем после утраты капиллярной связи с грунтовыми водами превращаются в солонцы. Эволюция их строится автором по такой схеме: засоленные почвы - минеральные солончаки - сухие минеральные солончаки - комковатые и призматические хлоридно-сульфитные солонцы - столбчатые хлоридно-сульфатные солонцы - столбчатые содовые солонцы - ореховатые солонцы. Под влиянием дальнейшего опреснения ряд почв превращается в «беляки», а при подтоплении - в реградируемые солончаки. Автор впервые вводит новое представление о реградации солончаков, которая, в Причерноморье, например, наступает в связи с подъемом уровня Азовского и Черного морей, с повышением уровня грунтовых вод и засолением ранее опресненных осолоделых солонцов.

Монография Д.Г. Виленского на протяжении многих последующих лет была важнейшим пособием при подготовке почвоведов, как и позже вышедший фундаментальный учебник «Почвоведение» (1954).

В 30-е годы новое существенное дополнение в представление о генезисе засоленных почв внесли И.П. Герасимов и Е.Н. Иванова (1934). Их многолетние исследования по географии и генезису почв позволили основать концепцию континентального соленакопления на земной поверхности. Большой фактический материал авторов убедительно показал, что накопление солей в Кулундинской степи произошло за счет выветривания и почвообразования. Продукты выветривания, перераспределяясь поверхностными и грунтовыми водами, аккумулируются в понижениях рельефа и в озерах. При этом большую роль играет естественная растительность, которая поглощает ионы хлора, сульфатов натрия и магния, а при отмирании отдает их снова в почвы и грунтовые воды. Авторы впервые подметили комплексность состава грунтовых вод, способствующую возникновению комплексности почвенного покрова. Теория континентального соленакопления, предложенная учеными, долгое время считалась универсальной, ее и сейчас разделяют многие почвоведы.

Своеобразную концепцию происхождения засоленных почв выдвинул В.Р. Вильямс (1935). Он считал, что на земном шаре происходит естественная эволюция лесных и степных областей к полупустыням и пустыням. В ходе эволюции, в результате малого биологического круговорота элементов питания, некоторые солевыносливые растения (полынь, камфоросма, солянки) постепенно выносят на поверхность почвы водорастворимые соли. Натрий этих солей внедряется в почвенный поглощающий комплекс, вследствие чего образуются солонцы. При дальнейшей аккумуляции солей солонцы превращаются в солончаки. Идея В.Р. Вильямса состоит в том, что основным источни-

ком солей являются те, что выносятся на поверхность в процессе жизнедеятельности растений.

В 30-е годы Е.И. Ратнером (1936,1950) были проведены очень интересные вегетационные опыты по питанию растений на солонцах с разным содержанием и соотношением поглощенных катионов. Оказалось, что наличие большого количества обменного натрия в почве (более 30 % от суммы катионов) приводит к снижению поступления кальция и магния в растение, вследствие чего оно испытывает кальциевое голодание. Исследования показали, что проблема мелиорации солонцов должна решаться не только с учетом физических и химических, но и биологических процессов.

Наряду с изучением вопросов генезиса и географии засоленных почв, в 20-30-е годы в СССР, в том числе и в Украине, начинаются опытные работы по мелиорации засоленных почв и солонцов.

В этой работе большая научно-методическая роль принадлежала Почвенному институту АН СССР, который являлся научным центром Советского Союза по различным разделам почвоведения. В институте изучали генезис, географию и картографию почв (Прасолов Л.И., Герасимов И.П., Иванова Е.Н., Розов Н.Н. и др.), химию и физико-химию почв (Алешин С.Н., Антипов-Каратаев И.Н., Чернов В.А., Ремезов Н.П., Горбунов Н.И. и др.), исследовали засоленные почвы и борьбу с засолением (Ковда В.А., Базилевич Н.И., Егоров В.В., Минашина Н.Г. и др.), генезис и мелиорацию солонцов (Антипов-Каратаев И.Н., Большаков А.Ф., Филиппова В.Н., Пак К.П. и др.), минералогии почв (Седлецкий И.Д., Горбунов Н.И. и др.) и другие разделы почвоведения.

Следует подчеркнуть, что до революции в России изучали засоленные почвы в основном преподаватели немногочисленных учебных заведений сельскохозяйственного профиля и почвоведы ряда земств. Научных учреждений почвенно-мелиоративного профиля не было. После революции, когда в 30-х годах был создан Почвенный институт Академии наук, в его тематике проблемы засоленных почв заняли одно из ведущих мест, что диктовалось необходимостью значительного расширения площадей посевов хлопчатника. Отвод новых земель в районах Средней Азии, где процессы засоления выражены очень интенсивно, потребовал проведения разносторонних исследований почв, для выполнения которых были привлечены крупные почвоведы В.А. Ковда, И.Н. Антипов-Каратаев и др. Коллективы ряда лабораторий закладывали опыты по борьбе с засолением и солонцеватостью в районах Прикаспийской низменности, в Заволжье и других регионах. Кроме того, опытные работы ставили с целью освоения солонцовых земель. В 20-30-х годах опыты по мелиорации солонцов в неорошаемых условиях заложили такие научные учреждения: Носовская

опытная станция в Украине (Гедройц К.К., 1925-1931 гг.), Уральская опытная станция (Орловский Н.В., 1930-1932 гг.), Украинский институт социалистического земледелия (Самбур Г.Н. и др., с 1935 г.), Харьковский сельскохозяйственный институт им. Докучаева и Почвенная лаборатория Академии наук УССР (Соколовский А.Н., Можейко А.М., Гринченко А.М., с 1935-1936 гг.), Молотовский государственный университет (Генкель П.А., Оборин А.И., с 1934 г.). В условиях орошения опыты проводили: Почвенный институт Академии наук СССР в Заволжье (Антипов-Каратаев И. Н. и сотрудники, 1932-1934 гг.), в Прикаспийской низменности (Ковда В.А. с сотрудниками, 1934-1936 гг.), Почвенный институт Академии наук СССР совместно с Нижневолго-проектом (1935-1941 гг.) и с Почвенно-агрономической станцией в Заволжье (Антипов-Каратаев И.Н., Пак К.П. и др., с 1941 г.). В опытах изучали химические мелиоранты - гипс, известь, серу и др., исследовали разные виды глубокой вспашки. Отметим, что в это же время и позже за рубежом, где солонцовые и засоленные почвы широко распространены (США, Индия, Египет, Австралия, Канада, Венгрия), над приемами борьбы с засолением и солонцеватостью работали Гильгард (предложил гипсование), Келли, Херке, Арани, Ди-Глерия и др. Авторы также исследовали действие на почвы гипса, серы, различных кислот, извести и ряда отходов промышленного производства. В Венгрии широко применялся метод «дигозаш», когда на поверхность почвы вносили слой глины, содержащей карбонат кальция и гипс. В Канаде изучалось действие гипса и глубокой обработки почв (по типу плантажной вспашки).

В Прикаспийской низменности в опытах В.А. Ковды (1934) было установлено, что под действием гипса снижалась щелочность в солонцах, уменьшалось количество обменного натрия, несколько улучшались водно-физические свойства почвы и, как следствие, повышалась урожайность сельскохозяйственных культур. Кроме того, В.А. Ковда и А.Ф. Большаков (1938) обнаружили возможность использования гипса самой почвы при проведении плантажной вспашки.

В Заволжье И.Н. Антипов-Каратаев и А.А. Зайцев (1946) определили, что в условиях орошения, кроме гипсования, улучшение свойств солонцов может быть достигнуто путем использования карбоната кальция самой почвы, извлекаемого плугом при плантажной вспашке.

Результаты многолетних исследований В.А. Ковды, а также обобщения литературных данных по Прикаспийской низменности и другим регионам изложены в его книге «Солончаки и солонцы» (1937). Наиболее важная часть этой работы состоит в освещении генезиса и эволюции засоленных почв с учетом естественно-исторических условий раз-

вития местности, современного воздействия грунтовых вод и других факторов.

В.А. Ковда выделяет несколько источников возможного появления солей на земной поверхности: континентального происхождения, озерно-коллювиального и морского. Учитывая разное происхождение этих солей и их химический состав, автор предлагает разработанную им классификацию солончаков. Дальнейшее развитие солончаков и превращение их в солонцы он рассматривает в связи с геологической историей местности, развитием геоморфологических, гидрогеологических и других условий. Причиной солонцеватости автор, вслед за К.К. Гедройцем, считает натрий, внедряющийся в поглощающий комплекс. В зависимости от условий почвообразования, среди которых главное влияние, по мнению ученого, оказывают грунтовые воды, он выделяет несколько рядов возможной эволюции солонцов: ряд солончаковатых солонцов, в которых связь с грунтовыми водами сохраняется постоянно; ряд солонцов остепняющихся, в которых связь с грунтовыми водами прерывается и исчезает; ряд солонцов реградации, в которых связь с грунтовыми водами восстанавливается и становится постоянной.

Большое внимание В.А. Ковда уделял изучению воздействия солей и степени солонцеватости почв на развитие растений. С учетом результатов работ рекомендовал способы повышения плодородия солонцов - гипсование, плантажную вспашку с извлечением гипса, удобрение и др. Книга В. А. Ковды сыграла большую роль в развитии науки о засоленных почвах, в понимании их генезиса и эволюции.

Позже, в 1946 г., выходит в свет еще одна монография В.А. Ковды - «Происхождение и режим засоленных почв», которая стала фундаментальной работой почвенно-мелиоративной науки. В ней на основании обобщения огромного фактического материала своих исследований и литературных данных изучения процессов водно-солевого обмена в районах древнего орошения (Средняя Азия и др.) В.А. Ковда устанавливает ряд закономерностей миграции солей в сезонном и многолетнем режимах.

Автор развивает концепцию многообразия путей появления солей на земной поверхности и выделяет ряд провинций соленакопления. Он характеризует закономерности накопления солей в грунтовых водах, почвенных растворах, грунтах и почвах, увязывая их с геохимической миграцией солей на земной поверхности. Большое внимание ученый уделяет процессам сезонного и многолетнего режимов засоления - рассоления и для оценки направленности этих процессов предлагает определение так называемого «коэффициента сезонной аккумуляции солей» (САС) как соотношение содержания хлора осенью к таковому в весенний период. С учетом особенностей водного и солевого режимов почв автор выделяет

несколько типов увлажнения (капиллярно-грунтовый, пленочно-капиллярный, элювиальный) и соответствующие им типы сезонного солевого режима (необратимое засоление, перемежающееся засоление - рассоление и необратимое рассоление).

Монография В.А. Ковды стала настольной книгой для почвоведов-мелиораторов, особенно потому, что в ней даны методические подходы к изучению процессов миграции солей в любом регионе с сухим климатом и определению степени пригодности территории под орошение. Книга не потеряла своего значения и до настоящего времени.

Фундаментальной работой в области генезиса солонцовых почв и их мелиорации является книга под редакцией академика И.Н. Антипова-Каратаева «Мелиорация солонцов в СССР» (1953), большая часть которой написана самим автором. В работе подробно рассматриваются разные теории генезиса солонцов, причем большое внимание уделяется изучению физико-химических процессов с привлечением данных смежных наук (физической и коллоидной химии). Приводятся результаты лабораторных экспериментов по адсорбции катионов из растворов нейтральных солей, отмечается возможность использования закона действующих масс для количественного описания процессов катионного обмена в почвах. Рассматриваются противоречия во взглядах на причины повышенной гидратации катионов, на процессы стабилизации почвенных коллоидов в солонцовых почвах и др.

В отличие от К.К. Гедройца, Антипов-Каратаев считает, что образование солонцов с высоким содержанием обменного натрия возможно только при действии на почву растворов соды. Растворы нейтральных солей могут вызвать лишь небольшое осолонцевание. Ученый подробно рассматривает возможные пути появления соды на земной поверхности. Он считает, что основным путем ее образования являются процессы сульфатредукции, а не десорбция натрия, как полагал К.К. Гедройц.

Автор приводит свою классификацию степени солонцеватости почв по содержанию обменного натрия, предложенную в 1935 г. К несолонцеватым он относит почвы с содержанием натрия от емкости поглощения до 5 %, к слабосолонцеватым – 5-10 %, к среднесолонцеватым – 10-15 % (в гумусированных почвах 10-20 %), к сильносолонцеватым – 15-20 % (в гумусированных 20-25 %), к солонцам - более 20 % (в гумусированных –25-30 %). При расчете доз гипса рекомендует не учитывать 5 % обменного натрия, а позже, в работе 1960 г., - 10-12%.

В книге изложены также результаты многолетних опытов по мелиорации солонцов Заволжья в условиях орошения. Предложен комплексный метод, который И.Н. Антиповым-Каратаевым и К.П. Пакком назван агробиологическим. В него включены плантажная вспашка

с извлечением на поверхность карбоната кальция, орошение, посев многолетних трав и внесение удобрений. Этот метод авторы предложили для внедрения в орошаемых условиях СССР. В отдельной главе приведены результаты исследований Г.Н. Самбура в Украине о природе солонцовых почв и их улучшении с помощью химической мелиорации.

В заключении книги представлены методические материалы по крупномасштабному картированию солонцовых почв на стационарных участках, некоторым видам лабораторных анализов. По разносторонности рассмотренных вопросов, учету и обобщению не только союзного, но и зарубежного опыта, по глубине теоретических обобщений книга ознаменовала новый этап в познании солонцовых почв и их мелиорации.

Следует отметить большую организаторскую и методическую деятельность Почвенного института АН СССР им. Докучаева. При институте был создан Координационный Совет ВАСХНИЛ по мелиорации солонцов с его подразделениями в республиках, которым руководил доктор с.-х. наук К.П. Пак, а затем член-корреспондент ВАСХНИЛ Н.П. Панов. Координационный Совет регулярно рассматривал и координировал планы научных исследований по солонцовой проблематике, заслушивал и обсуждал научные отчеты как на заседаниях Совета, так и на специально созываемых совещаниях в республиках. Важно подчеркнуть, что материалы, полученные в республиках Советского Союза, регулярно публиковались.

Совместная работа Координационного Совета и Государственной агрохимической службы способствовали широкому внедрению приемов мелиорации солонцов в разных республиках бывшего СССР, в том числе и в Украине.

Почвенный институт организовал также совместные обобщающие работы силами почвоведов разных республик. В 1973 г. издана карта типов засоления почв Европейской части СССР под редакцией В.В. Егорова и Н.И. Базилевич (авторы фрагмента карты по Украине - Г.С. Гринь, А.В. Новикова). Публиковались региональные рекомендации по мелиорации солонцов, составленные представителями разных республик Советского Союза, в том числе Украины, и другие материалы.

При созданном в Украине Украинском НИИ почвоведения и агрохимии в 70-х годах была организована республиканская научно-методическая координационная комиссия, в том числе по солонцовой тематике.

Таким образом, в рассматриваемый период произошло становление и дальнейшее развитие науки о засоленных и солонцовых почвах. Предложена концепция К.К. Гедройца о генезисе солонцов и эволюции развития почв засоленного ряда. Показаны пути возможного

появления солей на земной поверхности, их влияние на образование солонцов в разных природных условиях. Выявлена главенствующая роль гидрогеологических условий в направленности процессов засоления - рассоления почв.

Заложены стационарные опыты по разработке путей мелиорации солонцовых почв. Война с фашистской Германией прервала дальнейшее изучение солонцовых почв на большей части территории СССР. В послевоенный период начинают разворачиваться новые исследования солонцовых почв, восстанавливаются наблюдения на прежних стационарах по мелиорации солонцов и ведется организация новых.

1.3. Организация систематического изучения солонцовых почв в Украине с постановкой первых стационарных опытов

В предыдущих разделах были рассмотрены этапы становления и развития науки о засоленных почвах в России, в том числе и в Украине. Ниже характеризуется этап организации широкого изучения солонцовых почв непосредственно в Украине, совпавший с образованием Украинской ССР в составе Союза ССР.

В 20-30 годы в Украине был создан ряд новых почвенных учреждений - кафедр почвоведения в сельскохозяйственных институтах - в Харьковском (бывшем Ново-Александровском, переехавшим в г. Харьков в 1914 г. в связи с начавшейся войной), Киевском, в Одесском, образована единая научно-исследовательская лаборатория почвоведения, в работе которой участвовали почвоведы Харькова и Киева. На ее основе в 1930г. был создан Украинский институт почвоведения, а позже - Лаборатория почвоведения Академии наук УССР и почвенный отдел Украинского института социалистического земледелия. Кафедру почвоведения Харьковского сельскохозяйственного института, как и Лабораторию почвоведения АН УССР, возглавлял академик А.Н. Соколовский. Здесь работали А.М. Гринченко, А.М. Можейко, Г.С. Гринь и др. Наряду с подготовкой специалистов проводилось изучение свойств почв, их плодородия, разрабатывались методы окультуривания солонцовых и других почв республики.

Первый период систематических почвенных исследований в Украине связан с разворачиванием почвенно-географических работ. Необходимость их диктовалась различными народно-хозяйственными задачами, такими как: землеустройство территории, инвентаризация почвенного фонда, организация сети опытных станций, разработка проектов гидромелиорации. В почвенных обследованиях отдельных регионов Украины, проводившихся в разные годы, принимали участие Г.И. Танфильев, А.И. Набоких, Г.Н. Высоцкий, Г.Г. Махов, Д.Г. Виленский, П.И. Луцкий, Н.Н. Клепинин, А.Н. Соколовский, Н.Б. Вернандер, Г.Н. Самбур, Г.С. Гринь, М.М. Годлин, С.С. Соболев и многие

другие. В результате их работы были составлены почвенные карты разного масштаба для отдельных регионов, сведенные в обзорную почвенную карту Украины и изданную Украинским НИИ социалистического земледелия в 1957 г. под редакцией проф. М.М. Годлина.

Значительно раньше, в 1934-1935 гг., на основе обобщения материалов почвенных обследований, проводившихся до 1934 г., Почвенным институтом АН СССР была опубликована почвенная карта Европейской части СССР под редакцией академика Л.И. Прасолова. Описательная часть к карте изложена в трехтомнике «Почвы СССР» (1939). Автором раздела о почвах Украины и северного Крыма был академик С.С. Соболев. Он отмечал, что основные районы распространения солонцовых почв на Украине приурочены к низменной левобережной Лесостепи, а также к сухой Степи, в частности к Присивашью.

Образование засоленных почв в зоне Лесостепи С.С. Соболев связывает с воздействием близких грунтовых вод, а на юге Украины - с сухим климатом, засоленностью почвообразующих пород и импульвризацией солей.

Помимо почвенно-географических исследований в этот период в Украине начинают разворачиваться и опытные работы, сначала на территории левобережной Лесостепи (Среднее Приднепровье), затем несколько позже в степной зоне - в Присивашье.

Еще в 1935 г. А.Н. Соколовский обращается в правительство республики с докладной запиской о необходимости проведения широких опытов по освоению засоленных почв Среднего Приднепровья. По постановлению Совнаркома на Украинский научно-исследовательский институт социалистического земледелия, Лабораторию почвоведения АН УССР и кафедру почвоведения Харьковского СХИ было возложено проведение полевых опытов по химической мелиорации солонцовых почв. В соответствии с этим же постановлением на специально организованных стационарах по единой программе и методике закладываются опыты в северной, центральной и южной частях Среднего Приднепровья. Однако в связи с нападением фашистской Германии в 1941 г. на Советский Союз и эвакуацией научных учреждений Украины в восточные районы (Урал, Средняя Азия) исследования на стационарах были прекращены. После окончания Великой Отечественной войны возникла острая необходимость в восстановлении народного хозяйства, интенсификации сельскохозяйственного производства для обеспечения населения продуктами питания и промышленности сырьем. Проблема освоения солонцов приобрела государственно важное значение. Для ее решения были привлечены многие научные учреждения, выделены средства для более глубокого изучения засоленных почв, восстановления наблюдений за заложенными в довоенный период опытами и организации новых стационаров на юге Украины.

С учетом территориального размещения научных учреждений опытами по мелиорации солонцовых почв были охвачены следующие природные зоны: северная Лесостепь с 1935 г. (Украинский НИИ соцземледелия, Самбур Г.Н.); центральная и южная Лесостепь с 1936 г. (кафедра почвоведения Харьковского СХИ, Лаборатория почвоведения АН УССР, Можейко А.М., Гринченко А.М.); сухая Степь, Херсонское Присивашье с 1939-49 гг. (Украинский НИИ зернового хозяйства, позже Всесоюзный научно-исследовательский институт кукурузы, Семёнова-Забродина С.П.); сухая Степь, Крымское Присивашье, Керченский полуостров с 1949 г. (бывший Крымский филиал АН УССР, Новикова А.В.).

В последующие годы опыты закладывались в южных районах Украины Украинским НИИ почвоведения с 1956 г. (Новикова А.В., Пелипец В.А., Боярский П.М.), Украинским НИИ гидротехники и мелиорации (Буданов М.Ф. и др.); Украинским НИИ орошаемого земледелия (Бурзи К.Э., Красутская Н.В., Лактионов Б.И.). Следует отметить, что здесь названы самые первые стационарные опыты по мелиорации солонцов.

Приступая к освещению результатов опытов по мелиорации, считаем необходимым отметить следующее.

В отличие от агрохимических исследований, опыты по мелиорации солонцов (особенно если они закладываются в малоизученном районе) требуют для правильной научной интерпретации полученных результатов целого ряда дополнительных сведений: данных об источниках появления солей, их миграции, степени гидроморфного увлажнения и других показателей, что позволяет установить генезис солонцов региона, в котором закладываются опыты. Поэтому наряду с опытной работой, почвовед-мелиоратор должен прежде всего изучить генетические особенности почв и их режимные закономерности, что поможет решить вопрос об оптимальных путях повышения плодородия. Большинство солонцеведов поступает именно так, разрабатывая новые идеи или уточняя прежние концепции генезиса солонцов и их эволюции. Как правило, каждый исследователь одновременно изучает генезис почв, их водно-солевой режим и занимается мелиорацией на протяжении ряда лет. Поэтому автор очерка сочла целесообразным последовательно осветить результаты поисков каждого исследователя на основании итоговых работ, с изложением содержания полученных материалов и оценкой их новизны на период, когда работы были выполнены.

1.3.1. Южное Полесье и северная Лесостепь

Исследование засоленных почв Лесостепи, а также южного Полесья осуществлялось коллективом Украинского научно-

исследовательского института соцземледелия под руководством Г.Н. Самбура (Власюк И.А., Катеринич Т.Д., Грабовский Н.П. и др.).

Г.Н. Самбур был почвоведом широкого профиля, занимался вопросами географии, генезиса и эволюции почв, почвенно-мелиоративным районированием и мелиорацией солонцов. Он - соавтор почвенной карты Украины (1950), научный руководитель при проведении крупномасштабного почвенного обследования и соавтор номенклатурного списка почв.

В период с 1936 г. по 1950 г. сотрудники института под руководством Г.Н. Самбура изучали условия образования солонцовых почв Лесостепи, Полесья и сухой Степи Украины, источники появления солей.

Г.Н. Самбур обратил внимание на своеобразное морфологическое строение профиля солонцовых почв в северной и южной части Лесостепи. В северном регионе профиль солонцовых почв не расчленен на элювиальный и иллювиальный горизонты, в южной части, наоборот, в солонцах они хорошо выделяются. Когда в солонцовых почвах к поверхностному горизонту приурочен максимум солей, Г.Н. Самбур относил их к солончакам, даже если количество соды только несколько превышало порог токсичности, не образуя солевой корки. Позже Г.С. Гринь в зависимости от морфологического строения профиля предложил подразделять почвы на поверхностно- и глубокосолонцеватые. Почвы северной Лесостепи он отнес к группе поверхностносолонцеватых, а южной Лесостепи - к глубоко-солонцеватим. В отличие от К.К. Гедройца, Н.Г. Самбур объясняет образование соды в солонцах не физико-химическими процессами, а биохимическими (сульфатредукцией). Эволюционное развитие засоленных почв в лесостепной зоне, по Г.Н. Самбуру, при изменении гидрологического режима протекает в виде следующей смены почв: черноземно-луговые солончаковатые почвы - содовые солончаки - содовые солонцы - осолоделые солонцы и солоди.

Свое мнение высказал Г.Н. Самбур и по вопросу происхождения солонцовых почв на юге Украины. Если Д.Г. Виленский, В. А. Ковда и многие другие считали, что образование солонцовых почв в Причерноморье обязано воздействию соленых морских вод в прежние геологические эпохи, то Г.Н. Самбур полагал, что такое воздействие могло проявиться лишь на ограниченной части территории Причерноморья и без прохождения стадии солончаковатости.

По его мнению, Днепровская террасовая область испытала в прошлом воздействие длительного пойменного режима, о чем свидетельствуют включения в породах раковин пресноводных моллюсков.

Поэтому эволюционное развитие почв солонцового типа сухой Степи, по Г.Н. Самбуру, может протекать в таком направлении: соленые илы - содово-хлоридно-сульфатные-луговые солончаки, содово-

хлоридно-сульфатные-луговые солонцы солончаковатые - солонцы остаточные солончаковатые - солонцы остепненные - зональные каштановые солонцеватые почвы (в понижениях рельефа - глеесолонды - дерновые глееосолоделые почвы).

Опыты института земледелия по мелиорации солонцов проводили на полях колхозов и совхозов Полесья, Лесостепи и позже сухой Степи, как правило, на больших делянках площадью от 500 м^2 до $0,5 \text{ га}$ в 2-3-х кратной повторности. Наибольшее внимание уделялось химической мелиорации в сочетании с разными видами обработки, травосеянием и внесением удобрений. Изучались различные нормы и способы внесения гипса, воздействие его на физико-химические и водно-физические свойства почвы, длительность последствий. Кроме гипса испытывались разные отходы промышленного производства. Было подтверждено, что сущность химической мелиорации состоит в обменном вытеснении поглощенного натрия, снижении величины щелочности, вызываемой присутствием соды, а успешная мелиорация возможна лишь при выносе из почвенного профиля продуктов обменных реакций между поглощающим комплексом и вносимыми мелиорантами.

Результаты опытов Института земледелия, а также ХСХИ позволили дифференцировать нормы внесения гипса для разных видов солонцов: в северной Лесостепи дозы гипса составляли $1,5\text{-}3 \text{ м/га}$ на луговых содовозасоленных почвах и 5 м/га - на солонцах, в центральной и южной Лесостепи они возрастали до $8\text{-}12 \text{ м/га}$ в связи с усилением степени солонцеватости. В зоне Полесья, особенно в недренированной ее части, с близким залеганием грунтовых вод и сильным развитием глееобразования гипсование было неэффективным, требовалась глубокая вспашка на $25\text{-}30 \text{ см}$ для усиления аэрации почв.

В ходе опытов в северной Лесостепи было замечено, что эффективность действия полной и половинной нормы гипса была довольно близкой. К такому выводу склонялись также А.М. Гринченко (1955) и А.М. Можейко (1962). Г.Н. Самбур провел специальный эксперимент, позволивший вскрыть причину такого воздействия разных норм гипса. Образец солонца разделялся на ряд механических фракций. В каждую из них вносился гипс и высевались семена растений. Лучшее развитие растений наблюдалось в том случае, когда гипс был внесен в самую тонкую коллоидную часть. Поскольку в опытном образце на долю коллоидной части приходилось 50% , автор пришел к заключению, что дозу гипса следует определять не по полному содержанию натрия, а в расчете на его половинное количество. Такой подход позволяет более рационально использовать кальцийсодержащие вещества. Вместе с тем, как показали исследования других авторов (Новикова А.В., Коваливнич П.Г., 1981), не во всех солонцах коллоидная часть составляет 50% , поэтому следует предварительно определить ее для основных видов солонцов.

С 1953 г. Н.Г. Самбур с сотрудниками заложил ряд опытов в зоне сухой Степи, изучая действие гипса и плантажной вспашки. Результаты показали значительное преимущество последней в связи с резким улучшением водно-физических свойств, значительным опрессением почв и воздействием кальция карбонатов на почвы.

На основании различий условий почвообразования, свойств солонцов почв, их агропроизводственных показателей Г.Н. Самбур произвел первое почвенно-мелиоративное районирование Украины (1954), которое было использовано сельскохозяйственными органами для планирования приемов мелиорации.

Г.Н. Самбур внес значительный вклад в изучение генезиса солонцовых почв Украины, их эволюции, а также в мелиорацию. Вместе с В.А. Ковдой, Н.Н. Розовым он опубликовал одну из первых рекомендаций по улучшению солонцов (1950) и входил в число основных составителей при переиздании рекомендаций в последующие годы. Работы коллектива сотрудников Института земледелия способствовали успешному внедрению приемов мелиорации на полях хозяйств республики.

1.3.2. Центральная и южная Лесостепь (Среднее Приднепровье)

Многолетние опыты по мелиорации солонцовых почв в Среднем Приднепровье были поставлены, как уже говорилось выше, кафедрой почвоведения Харьковского СХИ и Лабораторией почвоведения АН УССР на двух стационарах: Оболонском (центральная Лесостепь) и Кременчугском (южная Лесостепь). Оба стационара заложены на древних террасах Днепра и его левобережных притоков, где солонцовые почвы развиваются в условиях лучшей дренированности, чем в северной Лесостепи.

Почвенный покров Оболонского стационара представлен черноземами мощными солонцеватыми в комплексе с корковыми и глубокостолбчатыми солонцами, Кременчугского - черноземами мощными разной степени солонцеватости в комплексе с корковыми, средними и глубокими солонцами. По терминологии Г.С. Гриня, эти почвы относятся к глубокосолонцеватым.

Приступая к постановке опытов, А.М. Гринченко (Оболонский стационар) и А.М. Можейко (Кременчугский стационар) столкнулись с тем, что обычная методика опытного дела не подходит для комплексных почв. Поэтому исследователи разработали специальную методику постановки опытов на солонцовых почвах, предусматривающую необходимость предварительного проведения детальной почвенной съемки с отражением на почвенном плане всех типов и видов почв. После постановки опыта дальнейшие наблюдения за свойствами почв осуществля-

ются на выделенных контурах почв. Учет урожая ведется дифференцированно по компонентам комплекса почв.

Следует отметить, что с некоторыми дополнениями предложенная методика позже была принята почвоведом-мелиораторами не только в Украине, но и в других республиках Советского Союза.

На обоих стационарах программа исследований включала изучение воздействия на почвы разных доз гипса, с внесением удобрений и без них, глубины обработки, техники внесения гипса, выполняли фенологические наблюдения за развитием растений, дробный учет урожая. Наблюдения за опытами проводились с 1936 г. до 1941 г., затем были восстановлены в 1946 г. и продолжались в общей сложности в течение 25 лет. Результаты этих исследований освещены А.М. Можейко в ряде работ (1936 - 1964). Позже стационары были закрыты из-за резкого подъема уровня грунтовых вод на территории стационаров и за их пределами в связи с воздействием построенных на Днестре водохранилищ.

Изучив почвенный покров Кременчугского стационара, А.М. Можейко пришел к выводу, что генезис этих почв в целом соответствует теории К.К. Гедройца. Вместе с тем теория не объясняла некоторые особенности почв, мощности их генетических горизонтов. По К.К. Гедройцу, иллювиальный горизонт образуется за счет выноса пептизированных коллоидов вниз по профилю. Однако в корковых солонцах мощность элювиального горизонта была слишком малой для образования мощного иллювиального горизонта. Предстояло выявить причины такого несоответствия, чтобы учесть их при разработке способов окультуривания почв.

А.М. Можейко с сотрудниками ставит стационарные опыты и на основе их результатов устанавливает значительную роль глеевого процесса в солонцеобразовании. Сопутствуя солонцовому процессу, глеевый процесс приводит к накоплению подвижных форм железа и алюминия, которые связываются с органическим веществом, образуя внутрикомплексные соединения (хелаты), устойчивые к окислительно-восстановительным условиям. Ученый приходит к заключению, что формирование иллювиального горизонта в солонцах Среднего Приднестровья протекает под воздействием нескольких процессов: перемещения коллоидов, насыщенных натрием; передвижения растворимых хелатов железа и алюминия; образования новых высокодисперсных соединений под влиянием глеевых процессов.

Отличное от общепринятого мнение высказал автор и по вопросу стабилизирующего действия обменного натрия на почвенные коллоиды. По теории К.К. Гедройца, стабилизация коллоидов, насыщенных обменным натрием, вызвана наличием большой водной оболочки вокруг ионов натрия, что проявляется в высокой гидрофильно-

сти коллоидов солонца. Однако в 50-60-е годы теорию стали подвергать критике. Появилась новая теория растворов Самойлова. С учетом последней А.М. Можейко делает заключение, что наличие воды вокруг коллоидных частиц можно объяснить образованием тиксотропных микроструктур с образованием геометрически запакованных форм воды.

А.М. Можейко выявил одну из причин образования почвенной пестроты в условиях Среднего Приднепровья. Комплексность почв обусловлена различием в глубине залегания песчаных и супесчаных прослоек, ниже которых происходит обрыв капиллярной каймы от близко залегающих грунтовых вод, вследствие чего соли накапливаются на различной глубине от поверхности.

Значительную ценность в исследованиях А.М. Можейко и его сотрудников (Воротник Т.К., Заяц А.Н. и др.) представляют результаты опыта по мелиорации солонцов. Значимость такого опыта состоит не только в самой большой его длительности на одном участке (более 25 лет), но и в том, что урожайность здесь учитывалась по отдельным компонентам солонцового комплекса. Были установлены наиболее эффективные нормы внесения гипса в чистом виде и в сочетании с минеральными и органическими удобрениями на корковых, глубокостолбчатых солонцах и солонцеватых черноземах южной части Среднего Приднепровья. Показано, что гипсование в сочетании с внесением навоза и удобрений дает наилучший эффект на корковых солонцах, несколько слабее его действие на глубоких солонцах.

Гипсование в сочетании с внесением удобрений сохраняет свое действие на глубоких солонцеватых черноземах в течение 24 лет, а на корковых солонцах к 25-му году эффективность таких приемов заметно ослабевает. Следовательно, срок действия гипса для солонцовых почв Среднего Приднепровья составлять около 25 лет (в условиях научного опыта).

В первые годы гипсования солонцеватых черноземов урожайность сельскохозяйственных культур снижалась, но со временем она снова повышалась.

В среднем за 17 учетных лет прибавка урожая зерновых культур на корковых солонцах составила при внесении гипса, навоза и минеральных удобрений $7,6 \text{ ц/га}$, на глубоких солонцах $-4,7 \text{ ц/га}$ и на солонцеватых черноземах $-7,5 \text{ ц/га}$. Затраты на внесение мелиоранта и удобрений окупались прибавкой урожая на четвертый год.

На этом же стационаре изучалось действие хлористого кальция. Наблюдения А.Н. Зайца показали, что при мелиорации пахотного и подпахотного горизонтов коркового солонца в первые два года лучше проявил себя хлористый кальций, а в последующие - гипс. А.Н. Зайцем (1969) были получены интересные данные о действии мелиорантов на развитие

микроорганизмов в почве. Оказалось, что большие дозы хлористого кальция и гипса снижают общую численность микроорганизмов вследствие уменьшения количества водорастворимого гумуса, но при этом повышается численность нитрификаторов. Одной из причин улучшения роста растений и повышения урожайности сельскохозяйственных культур на мелиорированных солонцах является усиление доступности катиона кальция для растений. А.М. Можейко постоянно участвовал в разработке рекомендаций по мелиорации солонцов Украины. Его данные по гипсованию были позже использованы при разработке нормативов прибавки урожая от внесения гипса.

А.М. Можейко был одним из первых зачинателей опытов по мелиорации солонцов и на юге Украины. На основании результатов мелкоделяночных опытов на Чонгарском опорном пункте в конце 30-х годов он пришел к убеждению о возможности использования карбонатов кальция самой почвы при глубокой плантажной вспашке.

Позже А.М. Можейко и Т.К. Воротник (1954) провели обследование ряда участков одного из хозяйств Херсонской области, в котором ранее был поднят плантаж под виноградники. Результаты анализов образцов плантажированных почв позволили авторам сделать заключение, что даже через 14 лет после вспашки почвы сохраняют хорошие агрофизические и другие свойства.

А.М. Можейко и Т.К. Воротник длительное время изучали воздействие минерализованных оросительных вод на осолонцевание почв. Результаты этих исследований будут освещены во второй части очерка, в котором рассматривается влияние ирригации на солонцовые и другие почвы.

В целом А.М. Можейко внес большой вклад в развитие теории солонцеобразования, в методику опытного дела на комплексных солонцовых почвах и в разработку приемов мелиорации солонцов.

Вместе с А.М. Можейко на Кременчугском стационаре проводил исследования Г.С. Гринь. Он выявлял причины появления солей в почвах Среднего Приднепровья и изучал их динамику. Ученый установил, что главным источником солей являются глубинные их резервы, заключенные в грунтовых водах и четвертичных отложениях (1939, 1946).

Много лет Г.С. Гринь изучал галогенеза почвогрунтов Украины, генезис солонцовых почв. В зависимости от характера распределения солей по вертикальному профилю автор выделил три типа солевых характеристик - элювиальный, остаточно-аккумулятивный и аккумулятивный. Как уже говорилось выше, Г.С. Гринь предложил деление солонцовых почв по их морфологическим и генетическим признакам на поверхностно и глубокосолонцеватые. Более подробно работы уче-

ного будут освещены ниже в соответствии с хронологией публикаций его основных обобщающих работ.

За годы исследований на Оболонском стационаре, начиная с 1936 г., А.М. Гринченко (1953-1955 гг.) установил эффективность различных доз гипса без и при внесении минеральных и органических удобрений на солонцовые почвы, воздействие глубины вспашки на производительность солонцовых почв при их гипсовании, влияние техники внесения гипса на урожайность сельскохозяйственных культур на солонцовых почвах, а также эффективность действия малых доз гипса при внесении в рядки под сельскохозяйственные культуры.

По наблюдениям А.М. Гринченко, при применении гипса вместе с другими приемами происходит не только изменение ряда свойств почв, но преобразуется и их морфология. В частности, через 17 лет после однократного гипсования в солонце образовался культурный пахотный горизонт мощностью до 30 см.

За 16 лет последствия гипса водоустойчивость почвенных агрегатов верхнего слоя почв возросла почти в 40 раз в корковом солонце и в 2 раза в черноземе солонцеватом. На десятый год после внесения гипса увеличилась емкость поглощения на 40 %. Возросла на 20 % насыщенность коллоидного комплекса кальцием. Резко снизилось содержание обменного натрия. В почвах обнаружилось отчетливое рассоление. Возросло содержание влаги. Все это определило повышение урожайности сельскохозяйственных культур. За 16 лет последствия гипса прибавка урожая зерновых культур в среднем составила 8,8 ц/га, сахарной свеклы – 80-90 ц/га, сена многолетних трав -31 ц/га.

В начальный период после внесения гипса действие его оказывалось сильнее, чем в последующие годы. С учетом этого А.М. Гринченко рекомендовал снизить дозы гипса: на корковых солонцах до 7-8 т/га, на сильносолонцеватых черноземах до 4-6 т/га и на среднесолонцеватых черноземах до 2-3 т/га.

Исследователь пришел к заключению, что внесение в солонцы одних минеральных удобрений и навоза не изменяло свойств почв и не повышало урожайности сельскохозяйственных культур. При внесении их вместе с гипсом урожайность резко возрастала. Так, за 12 учетных лет прибавка урожая зерновых культур составила 9,1 ц/га, сахарной свеклы - до 128 ц/га. Эффективность гипсования на солонцеватых черноземах сказалась несколько ниже, чем на солонцах.

Интересные данные были получены и при изучении влияния глубины вспашки. На корковых солонцах одна глубокая вспашка (22-25 см) не дала заметного эффекта. Сочетание глубокой вспашки и гипсования положительно сказалось на окультуривании солонцов. На

основании результатов проведенных опытов А.М. Гринченко доказал, что вместо внесения обычных доз гипса из расчета по обменному натрию, солонцовые почвы можно окультурить и ежегодным внесением малых доз гипса – 2-4 *ц/га*. Теоретической основой такого приема гипсования является обеспечение фитоэкологических условий повышения эффективного плодородия. При внесении гипса в малых дозах на солонцеватые черноземы, по мнению автора, происходит снижение щелочности, улучшение физических свойств, усиление активности микрофлоры, что приводит к увеличению урожайности. Этот метод оказался эффективным и на солонцеватых почвах юга Украины (Гринченко А.М., Пеліпець В.О., Чесняк Г.Я., 1960).

В процессе окультуривания солонцов ученый отводит большую роль многолетним травам. Он уделяет также большое внимание питательному режиму солонцовых почв в связи с их окультуриванием. А.М. Гринченко выявил ряд закономерностей в содержании разных форм азота, фосфора, калия и динамике их подвижных форм в солонцах и черноземах солонцеватых Оболонского стационара (1962).

На том же стационаре А.М. Гринченко и Н.С. Литовченко изучали действие дефеката (отходы сахарного производства) на солонцовые почвы. Оказалось, что с внесением дефеката уменьшается количество обменного натрия и магния, снижается дисперсность почв, возрастает их насыщенность кальцием, что проявляется в улучшении структуры, уменьшении содержания подвижных полуторных окислов, возрастании количества подвижной фосфорной кислоты.

Последствие дефеката в дозах 6-8 *т/га* прослеживалось на протяжении пяти лет. Урожайность зерновых культур возросла на солонцеватом черноземе на 13-16 %, на сильносолонцеватом черноземе - на 24-35 %, на солонцах - на 26-43 %.

Н.С. Литовченко (1962) пришел к заключению, что применение дефеката является экономически выгодным приемом повышения плодородия солонцеватых почв Лесостепи.

А.М. Гринченко предложил также оригинальный метод определения доз гипса и извести для солонцеватых и кислых почв. Он состоит в определении допоглощения кальция почвы из растворов нейтральных солей. Метод был апробирован и с некоторыми дополнениями принят в бывшем СССР и даже за его пределами.

А.М. Можейко и А.М. Гринченко много сил отдали развитию агрономического почвоведения, а также подготовке кадров молодых специалистов. А.М. Гринченко с 1956 г. по 1959 г. был заместителем директора по науке вновь созданного Украинского научно-

исследовательского института почвоведения, а в 1959 г. после смерти академика А.Н. Соколовского стал ректором Харьковского сельскохозяйственного института им. В.В. Докучаева и заведующим кафедрой почвоведения. А.М. Можейко долгие годы возглавлял кафедру земледелия этого института, был первым заведующим лабораторией мелиорации Украинского НИИ почвоведения.

Теоретические исследования и результаты длительных опытов А.М. Гринченко, А.М. Можейко, Г.Н. Самбура явились основополагающими для разработки рекомендаций по мелиорации солонцов Украины (особенно северной ее части) и составления нормативов прибавки урожая сельскохозяйственных культур при гипсовании.

1.3.3. Сухая Степь (Херсонское Присивашье и Причерноморье)

Как показали почвенно-географические обследования, в зоне сухой Степи Украины распространены каштановые и темно-каштановые почвы, местами в комплексе с солонцами. Почвы приурочены к Причерноморской низменности, занимая более пониженную ее часть. На преобладающей части территории с плиоценовыми террасами и высокими речными террасами грунтовые воды залегают глубже 7-8 м, почвообразование протекает в автоморфных условиях. Небольшая прибрежная часть и низкие речные террасы характеризуются гидроморфными условиями почвообразования.

Все исследователи сходятся на том, что солонцеватость таких почв связана с воздействием солей натрия. По мнению одних, эти соли появились в результате обводнения морскими водами в прежние геологические эпохи (Виленский Д.Г., Ковда В.А., Гринь Г.С., Можейко А.М., Семенова-Забродина С.П. и др.), по мнению других, - за счет импัลверизации солей с морских акваторий и воздействия сухого климата (Высоцкий Г.Н., Самбур Г.Н., Соболев С.С, Кисель В.Д., Полупан Н.И. и др.).

В соответствии с первой точкой зрения, в процессе выщелачивания солей из почв атмосферными осадками постепенно удалялся и поглощенный натрий. Вызванная им дисперсность почвенной массы сохранялась с образованием четко выраженных элювиального и иллювиального горизонтов при небольшом количестве обменного натрия. Дальнейшая эволюция этих почв идет в направлении дернового почвообразования с вытеснением поглощенного натрия кальцием, аккумулярованным растениями (Ковда В.А., Можейко А.М., Семенова-Забродина С.П.) или за счет вытеснения натрия ионом водорода с осолодением почвы (Питулько, Вернандер Н.Б., Самбур Г.Н.). В целом

солонцеватость таких почв рассматривается как реликтовая, остаточная.

Вопрос возникновения малонатриевой солонцеватости является дискуссионным до настоящего времени. Появляются все новые и новые концепции, объясняющие образование таких почв. Опытами Л.П. Розова и Т.А. Лобановой (1935) установлено, что после удаления водорастворимых солей при промывке солонца, количество обменного натрия уменьшается, но скорость фильтрации снижается. Н.В. Орловский (1939) заметил, что по мере удаления солей натрия происходит запаздывание в изменении свойств почв, вследствие чего образуется реликтовый иллювиальный горизонт.

Несоответствие между внешними признаками почв и количеством поглощенного натрия было отмечено Успановым (1934) в Казахстане. На Украине Б.И. Лактионов (1962) провел интересный модельный опыт с промывкой иллювиального горизонта солонца дистиллированной водой. Из почвы было удалено значительное количество обменного натрия (с 4 до 0,7 мг-экв), но степень дисперсности при этом не только не уменьшилась, она даже возросла с 8 до 10 %.

Исследователь объясняет такой результат установленной Фуксом, Воюцким, Дерягиным зависимостью устойчивости гидрофильных золь не только от заряда частиц, но и от степени их гидратации, которая может определяться эффектом «расклинивающего» давления воды на поверхность почвенных частиц. Коагулирующая сила ионов зависит от их способности вызывать дегидратацию коллоидов. В этом отношении многовалентные ионы обладают большей способностью дегидратации, потому Н.И. Лактионов предлагает мелиорировать солонцовые почвы внесением солей трехвалентного железа, а не кальция, как принято.

Вопросу безнатриевой солонцеватости посвящена работа Б.В. Андреева (1955). Неблагоприятные свойства почв он объясняет наличием повышенного содержания гидрофильных продуктов взаимодействия почвы с растворами солей и накоплением так называемых гальмиролизных минералов, образующихся в солевой среде и неустойчивых при опреснении. В.Б. Андреев считает обменный натрий не причиной, а следствием процесса солонцеобразования. Обменный натрий образуется при разрушении кристаллической решетки минералов, в которые входит. Высказанная концепция получила подтверждение некоторых исследователей (Гончарова, 1969; Келлерман, 1972), однако ряд авторов ее отвергают (Кирюшин, Бабич, 1972).

Концепция магниевой солонцеватости предложена И.Н. Антиповым-Каратаевым (1930), П. Шаврыгиным (1935), Н.П. Пановым и Н.А. Гончаровой (1969), Н.П. Пановым и др. (1972). Ее авторы считали, что физическая солонцеватость малонатриевых солонцов вы-

звана воздействием большого количества обменного магния в сочетании с натрием. На Украине такую точку зрения разделяли А.М. Корж, Т.К. Воротник. Ряд исследователей - Н.В. Градобоев (1972), И.Я. Половицкий (1968), А.Г. Цуриков (1969) — предложили относить к малонатриевым солонцам почвы, у которых сумма поглощенного магния и натрия равна или превышает 50% от емкости обмена. Однако работы других авторов показали, что магний не ухудшает физических свойств почв и не повышает их дисперсности (Сушко С.А., 1932; Мамаева Л.Я., 1966). Он проявляет лишь негативное агрофизиологическое воздействие.

Отметим еще одно исследование, связанное с природой солонцеватости, проведенное В.Н. Михайличенко (1979). Автор на основании длительных модельных опытов пришел к выводу, что при взаимодействии растворов солей с поглощающим комплексом происходит не только изменение электрического поля коллоидной системы. Возникают и химические реакции двойного обмена с выделением в раствор натриевых соединений полимерной кремнекислоты, сульфатов, гуматов, алюминатов натрия, а также сложного натриевого комплекса в виде гидрофильной плазмы, которая пептизирует и стабилизирует гидрофобные коллоиды, адсорбируясь на их поверхности.

Согласно выдвинутой В.Н. Михайличенко теории устойчивости высокодисперсных систем солонцовых почв иначе следует подходить к процессу их мелиорации. Сущность ее сводится не к коагуляции, а к флокуляции, которая достигается переводом гидрофильной плазмы в гидрофобную путем введения, кроме кальциевых солей, еще и трехвалентных металлов или специальных полимеров-структураторов. Таким образом, на период 40-60-х годов солонцеватость каштановых почв, по мнению большинства украинских почвоведов, рассматривалась как реликтовое образование, имеющее остаточный характер.

В 70-80-х годах предложена альтернативная концепция малонатриевой солонцеватости (Полупан Н.И., Нестеренко А.Ф., Кисель В.Д.). В соответствии с хронологической последовательностью об этом будет рассказано несколько ниже. Самые первые опыты (1929-1930 гг.) на каштановых почвах Украины заложены, как говорилось выше, А.М. Можейко (Харьковский СХИ) на Чонгарском полуострове, а также М.Ф. Будановым (Украинский институт гидротехники и мелиорации) в Геническом районе Херсонской области.

Опыты А.М. Можейко были мелкоделяночными, разведочными. Вручную был перекопан участок каштановых почв на глубину от 20 до 50 см, в последнем случае с вовлечением в пахотный слой карбонатного горизонта. Работы показали возможность использования карбоната кальция для мелиорации каштановых почв, а также установили положительное действие гипса при внесении его в иллювиальный горизонт.

Исследования М.Ф. Буданова (1938) на сильносолонцеватых каштановых почвах преследовали цель выявить эффективность поливов, внесения гипса и ракушки без полива и на его фоне, а также определить значение комплекса мероприятий, включающих глубокую вспашку на 30 - 35 см, внесение гипса, орошение и специальную систему обработки с оставлением почвы на «перегар» или «термический пар» при выращивании хлопчатника и зерновых. Автор пришел к заключению, что орошение хлопчатника в первый год позволяет получить урожай в пять раз выше, чем в неполивных условиях. Гипсование почв при орошении повышает урожайность хлопка в первый год выращивания.

Глубокая вспашка (до 30-35 см) с последующим «перегаром» дает прибавку урожая зерна озимой пшеницы в среднем 10 ц/га (по данным 1935 г.). При глубокой предпосевной вспашке с легким гипсованием (0,5 нормы гипса по натрию) не получали прибавки урожая по сравнению с обычной вспашкой. Опыт М.Ф. Буданова также носил разведочный характер.

Стационарные опыты по изучению действия плантажной вспашки на свойства солонцовых почв на юге Украины были впервые поставлены С.П. Семеновой-Забродиной в 1939г. Результаты воздействия такой обработки на почвы были изучены в 1947-1948 гг. С целью их проверки в 1949 г. Украинский научно-исследовательский институт зернового хозяйства заложил производственный опыт на Генической опытной станции в Херсонской области. Опытный участок расположен на плато с абсолютными отметками 10-18 м, грунтовые воды залегают на глубине 8-9 м. Почвенный покров представлен автоморфными комплексами каштановых почв разной степени солонцеватости с небольшим (до 20 %) участием пятен солонцов.

В опыте было два варианта – контроль и плантаж. Повторность однократная. Результаты опытов С.П. Семеновой-Забродиной (1952, 1954) свидетельствуют, что под влиянием плантажной вспашки на глубину 55-60 см в каштановых почвах существенно улучшается водопроницаемость (на 45-55 %), увеличивается глубина промачивания (на 100%). Урожайность бахчевых культур возрастает на 100 %. Общее заключение - плантажная вспашка является эффективным приемом мелиорации солонцовых почв юга Украины в неорошаемых условиях.

В другой работе С.П. Семенова-Забродина (1960) приводит данные опытов по гипсованию и плантажной вспашке, проведенных в разных хозяйствах области. Анализируя действие гипса на солонцовые почвы юга Украины, автор отмечает, что внесение его в дозе 4 т/га проявляется в увеличении рыхлости почвы в первые годы, хотя позже почва снова уплотняется с образованием корки на ее поверхности. Гипсование способствует не столько удалению натрия из поглощаю-

шего комплекса, сколько изменению соотношения кальция к магнию в сторону его возрастания. Урожайность при внесении гипса повышается, но не столь значительно, как после плантажной вспашки.

Следует отметить, что положительное действие гипса на солонцовые почвы юга Украины было установлено в 30-40-х годах также Я.Я. Мотузовым (Херсонский СХИ) и М.Ф. Будановым (Украинский НИИ гидротехники и мелиорации).

М.Ф. Буданов (1954) предложил особую систему обработки почв в сочетании с гипсованием и орошением. В эту систему входят: планировка поверхности, внесение гипса под культивацию в половинной норме, глубокая (на 30-35 см) вспашка с выворачиванием солонцового горизонта и полив зяби. Весной проводится боронование, и поле содержится в состоянии черного пара; затем снова подается вода для полива, а позже осуществляется глубокая перепашка, после чего почва оставляется на «перегар». Сочетание зяби с «перегаром» автор называет «термическим паром». Низкие температуры воздуха зимой и высокие летом способствуют свертыванию коллоидов, дроблению почвенной массы, что обеспечивает лучшее смешивание ее с гипсом. Такая система мероприятий способствует повышению урожайности озимой пшеницы на 40 %. Необходимо подчеркнуть, что гипсование в этом опыте проводилось на фоне орошения. Что же касается богарных условий, то именно плантажная вспашка, по мнению С.П. Семеновы-Забродины, является основным приемом повышения плодородия солонцовых почв юга Украины. К такому выводу пришел и Г.Н. Самбур на основании результатов своих опытов, заложенных в 1953 г. и позже.

В последующие годы С.П. Семенова-Забродина вместе с сотрудниками Украинского научно-исследовательского института зернового хозяйства и Генической опытной станции З.А. Неред, Н.М. Лаврентьевым и другими заложила длительный стационарный опыт, в котором одновременно изучали действие гипса по вспашке на разную глубину, плантажную вспашку и другие приемы мелиорации. Результаты опыта дали ценную информацию о длительности последствия плантажной вспашки на солонцовые почвы в неорошаемых условиях юга Украины, они будут рассмотрены ниже в разделе 1.4.

Изучением приемов мелиорации на юге Украины занимались также сотрудники Украинского НИИ хлопководства (Колесник И.Л., Лактионов Б.И., 1958). Было установлено, что плантажная вспашка значительно улучшала водно-физические свойства солонцов и каштановых солонцеватых почв и снижала степень солонцеватости. Положительное воздействие оказывало также гипсование, однако в том случае, когда гипс вносился в иллювиальный горизонт.

В целом следует подчеркнуть, что С.П. Семенова-Забродина первой доказала возможность применения плантажной вспашки на ав-

томорфных солонцовых комплексах Украины с глубоким залеганием грунтовых вод в неорошаемых условиях.

Уместно отметить, что И.Н. Антипов-Каратаев, проводивший в Заволжье опыты по мелиорации солонцов в условиях орошения, высказал мнение о невозможности положительного действия плантажа в богарных условиях. Опыты С.П. Семеновой-Забродиной доказали обратное.

К концу 40-х годов оставался неизученным вопрос о возможности применения в Украине метода глубокой мелиоративной вспашки на солонцах, развивающихся в гидроморфных и полугидроморфных неорошаемых условиях. Этот вопрос был выяснен исследованиями Крымского филиала АН СССР (Новикова А.В.).

1.3.4. Сухая Степь (Крымское Присивашье, Керченский полуостров)

После окончания Великой Отечественной войны в связи с необходимостью быстрее восстановления народного хозяйства начались работы по выявлению и глубокому изучению местных природных ресурсов. С этой целью в ряде республик были созданы филиалы Академии наук СССР, в том числе в конце 40-х годов - Крымский филиал АН СССР. В его состав входили отделы геологии, почвоведения, геоботаники и др.

Наряду с изучением местных ресурсов возникла задача осуществить орошение на базе использования водных ресурсов Днепра и других рек. В Крыму был создан филиал Гипроводхоза, который организовал широкие изыскательные работы, необходимые для обоснования проекта орошения. Тематика научных учреждений и высших учебных заведений тесно увязывалась с вопросами предстоящей ирригации.

В Крымском филиале АН СССР в задачу отдела почвоведения входило почвенное обследование (Гусев В.П. и др.); изучение методов борьбы с солонцеватостью, а также особенностей водно-солевого режима и засоленности почв (Новикова А.В.); определение водно-физических свойств почв территории предстоящего орошения (Жигачев А.В., Кокошкин В.П.).

Крупномасштабные почвенные исследования территории степного Крыма, где намечалось строительство Северо-Крымской оросительной системы, охватывали площадь около 1,2 млн. га. Обследование почв колхозов осуществляла Крымская почвенная партия при областном управлении сельского хозяйства под руководством Н.Е. Самарец. Земли совхозов обследовали специально созданные почвенные отряды при Крымском филиале Гипроводхоза. Отряды были сформированы кафедрами почвоведения разных учебных заведений СССР, их возглавляли ведущие почво-

веды: Г.Г. Еремин (МГУ), Н.Н. Дзенс-Литовская (ЛГУ), Б.И. Савин и А.П. Ильин (ТСХА), В.Н. Иванов и Т.Н. Попова (Крымский СХИ). Общее методическое руководство было возложено на Крымский филиал АН СССР в лице В.П. Гусева. С 1956 г. с передачей Крыма в состав Украины методическое руководство передано вновь созданному Украинскому НИИ почвоведения. Целью почвенного обследования было установить характеристику почвенно-земельного фонда и определить пригодность почв под орошение.

Для установления возможности возникновения вторичного засоления в почвах, отводимых под орошение, были организованы стационарные наблюдения за водно-солевым режимом с разной глубиной грунтовых вод на территории с абсолютными отметками от 1 до 40 м. Ключевые стационарные площадки располагались в виде поперечников, пересекающих с севера на юг западное, центральное и восточное Присивашье. Наблюдения проводились в динамике по сезонам года в 1950-1953 гг. (Новикова А.Н., 1958).

Учитывая, что все почвы Крымского Присивашья и часть почв Керченского полуострова характеризовались солонцеватостью, а систематические опыты по их мелиорации не проводились, необходимо было одновременно заложить опыты с изучением методов мелиорации и разработки мероприятий по повышению плодородия почв в богарных и орошаемых условиях. Поэтому, начиная с 1949 г., многолетние опыты по мелиорации солонцов Крыма были поставлены: на Керченском полуострове, где солонцы развиваются на соленосных третичных глинах, и в Крымском Присивашье на солонцах, сформированных на лесовидных отложениях при близком (до 3 м), среднем (4-6 м) и глубоко (глубже 8 м) залегании грунтовых вод.

Результаты изучения водно-солевого режима в солонцовых и других почвах степного Крыма позволили впервые установить следующее. В естественных условиях в почвах степного Крыма, в том числе солонцовых, водный и солевой режимы зависят прежде всего от глубины залегания грунтовых вод. Было выделено три типа водного и солевого режимов почв с учетом терминологии В.А. Ковды (Новикова А.В., 1958).

В низменной части Присивашья с залеганием грунтовых вод ближе 2 м почвы испытывают капиллярно-грунтовой тип увлажнения. Для него характерно преобладающее в течение всего года увлажнение профиля капиллярными растворами, восходящими от грунтовых вод.

Для почв с большей глубиной залегания грунтовых вод (2-8 м) характерен пленочно-капиллярный тип увлажнения. Восходящее действие капиллярных растворов от грунтовых вод здесь ослабляется и заметную роль приобретает воздействие атмосферных осадков. В осенне-зимний период происходит смыкание нисходящих и восходя-

щих токов растворов, летом преобладает капиллярное увлажнение снизу.

На более высоких территориях, где грунтовые воды находятся глубже 7-8 м, устанавливается элювиальный тип увлажнения, свойственный для преобладающей части почв степного Крыма.

Для почв капиллярно-грунтового типа увлажнения характерен сезонно необратимый режим засоления; в почвах пленочно-капиллярного увлажнения имеет место сезонно обратимый процесс засоления - рассоления. В зависимости от степени солонцеватости указанные процессы несколько различаются в сторону большего проникновения атмосферной влаги и рассоления в слабосолонцеватых разновидностях почв по сравнению с солонцами.

В почвах элювиального типа увлажнения преобладают процессы необратимого рассоления, хотя в солонцах наблюдается заметная пульсация солей от солевого горизонта, залегающего на глубинах 45-100 см.

В темно-каштановых почвах степного ряда не наблюдается перемещение хлоридов вверх от солевого горизонта в количествах, вызывающих угнетение растений. Динамика хлоридов выражена очень слабо. На более дренированных территориях с глубиной грунтовых вод около 40 м и ниже в профиле южных черноземов обнаруживаются признаки более глубокого опреснения.

Выделение названных типов водного и солевого режимов почв явилось научным обоснованием ранее проведенного почвоведом-географами подразделения почвенного покрова Присивашья на луговые, лугово-степные и степные комплексы, что получило соответствующее отражение в номенклатурном списке почв степного Крыма.

В.П. Гусев, В.Т. Колесниченко (1955) пришли к заключению, что солонцеватые темно-каштановые почвы Крыма не являются зональными почвами, свойственными для холодных континентальных степей юго-восточных районов СССР, их следует рассматривать как местные провинциальные виды аналогичных почв, образовавшиеся в гидроморфных условиях в процессе рассоления и рассолонцевания засоленных почв Присивашья. От зональных почв они отличаются пониженным содержанием гумуса (2-2,5 %), по количеству которого их следовало отнести к бурым почвам полупустыни. Слабая гумусированность темно-каштановых почв и черноземов вызвана особенностями биоклиматических условий, аналогичных ксеротермальным условиям восточных окраин Средиземноморья с короткой мягкой зимой и засушливым летом.

На основании почвенного картирования В.П. Гусев, В.Т. Колесниченко (1955), а также Н.Ф. Севостьянов (1959) установили закономерное изменение почвенного покрова в связи с повышением местности к югу и соответствующего изменения положения грунтовых вод:

от солончаков к солонцам, темно-каштановым почвам и черноземам южным, а в целом от луговых почв через лугово-степные к степным комплексам и почвам.



Проведенные А.В. Новиковой с сотрудниками наблюдения за глубиной залегания солей и их составом в таких почвах позволили впервые выявить геохимическую зональность засоления (по первому горизонту аккумуляции солей). Она проявляется в том, что по мере удаления от берегов Сиваша солевой

горизонт в почвах углубляется, а состав его меняется от хлоридного к сульфатно-хлоридному, сульфатному и гидрокарбонатному (в черноземах, не содержащих солевого максимума).

В связи с такой сменой химизма засоления почв образуется своеобразная геохимическая зональность (поясность). Она отчетливо увязывается с почвенными типами. В солончаках засоление хлоридно-натриевое и магниевое, в солонцах солончаковых - сульфатно-хлоридное натриевое, в солонцах глубоко-солончаковых - преимущественно хлоридно-сульфатное кальциевое, в темно-каштановых почвах и в черноземах, имеющих солевой горизонт, - преимущественно сульфатно-кальциевое.

На основании полученных данных была составлена карта засоленности почв Крыма (1959), переданная проектирующим организациям для обоснования выбора участков под широкое орошение.

Важнейший вопрос о природе и направлениях солонцового процесса связан с геологической историей Причерноморья. Геологическими исследованиями установлена необыкновенно сложная геологическая история Причерноморья, с преобладанием эпейрогенических опусканий в четвертичный период (Андрусов Н., Архангельский А.Д., Страхов Н.М., Заморий П.К., Моляк Г.И. и др.). Признаки погружения Азово-Черноморского побережья были определены и почвоведом (Виленский Д.Г., Соболев С.С., Еремин Г.Г. и др.). Одно время бытовало мнение о нецелесообразности введения орошения в Присивашье в связи с протекающими явлениями естественного вторичного засоления почв (Виленский Д.Г.). Однако более поздние геологические изыскания (Заморий П.К., Глухов И.Г., Поляков И.Т., Львова Е.В.) позволили установить, что в современный период совершаются эпейрогенические движения противоположных знаков. Одни территории погружаются (г. Николаев, Молочный лиман, центральное Присивашье Крыма), другие, наоборот, поднимаются (западный Сиваш, Куяльницкий лиман, западное и восточное Присивашье Крыма).

Большинство исследователей (Архангельский А.Д., Страхов Н.М., Дзенс-Литовский А.Н., Луцкий П.И.) считали, что до новозвксинской трансгрессии в период, соответствующий последнему оледенению, климат был влажным, реки - многоводными, речная сеть - разветвленной, а на месте современных заливов Сиваша протекали реки, пересекающие территорию современного Сиваша. Можно полагать, что были широко представлены пойменно-дельтовые условия почвообразования с ослабленным соленакоплением, поскольку вся зона Присивашья хорошо дренировалась речной сетью. В таких условиях развивались дерново-луговые почвы в поймах рек, а на террасах - лугово-степные комплексы с солонцовыми почвами. Доказательствами гидроморфных условий в тот период, по мнению Н.Н. Дзенс-Литовской, В.П. Гусева, А.В. Новиковой, служат: своеобразный характер карбонатных выделений почв в виде журавчиков, следы значительной биологической переработки почв крупными дождевыми червями, относительно глубокое (до 50 см) проникновение гумуса и четкая зернистость структуры с острогранной поверхностью зерен, на которые распадаются «призмы» солонцового горизонта. Подтверждением дернового процесса является также особый состав гумуса солонцов Крымского Присивашья с преобладанием гуминовых кислот, типичных для зональных почв. Вместе с тем в солонцовых почвах отмечается много подвижных форм органических веществ, что свидетельствует о влиянии натрия на пептизацию коллоидов (Новикова А.В., 1959). Аналогичный состав гумуса был установлен в почвах северного Присивашья (Кизьяков Ю.Е.). В Керченских же солонцах, наоборот, фульвокислоты преобладают над гуминовыми.

Эпейрогеническое опускание земной коры в новозвксинскую эпоху вызвало трансгрессию морских вод, подъем грунтовых вод, что проявилось в засолении пород, почв и грунтовых вод. Признаки такого процесса отметили Д.Г. Виленский, Г.Г. Еремин, В.П. Гусев, Н.Н. Дзенс-Литовская, А.В. Новикова и др. С последующим поднятием территории начался процесс рассоления, с образованием солонцов и солонцеватых почв из солончаков и солончаковатых почв - их остепнение.

Итак, по мнению большинства исследователей почв Крымского Присивашья, первоначальным источником солей в Причерноморье являются морские соли. В настоящее время образованию солонцовых почв способствуют соли от грунтовых вод, почвообразующих пород, а также соли, приносимые ветром с морских акваторий (Еремин Г.Г., 1953; Дзенс-Литовская Н.Н., 1953; Гусев В.П., 1955; Новикова А.В., 1953, 1959).

Исследования водно-солевого режима (Новикова А.В., 1958), основных свойств и состава солонцовых почв луговых (Колесниченко В.Т., 1962), лугово-степных комплексов (Севостьянов Н.Ф., 1959) и в

целом почв Присивашья (Глухов Г.Г., Дзенс-Литовская Н.Н., Гусев В.П. и др.) показали тесную связь природы солонцеватости с современной гидроморфностью территории. В луговых солончаковых солонцовых почвах протекает активный современный процесс галоморфизма и осолонцевания, более ослабленный в лугово-степных солонцовых почвах. Солонцеватость степных почв Крымского Присивашья носит остаточный характер.

Иной путь прошли солонцы Керченского полуострова (Новикова А.В., 1954). Они возникли без всякого участия грунтовых вод. Источниками солей здесь являются соли, заключенные в морских третичных (сарматских и майкопских) глинах, где их количество составляет 2-4 %, соли, поступающие из многочисленных грязевых сопок и соли аэрального происхождения, принесенные из морских акваторий (особенно от Сиваша). В местах близкого залегания от поверхности третичных глин образуются солонцы и солонцеватые почвы. Состав и свойства их заметно отличаются от аналогичных почв Крымского Присивашья. В значительной мере такие различия вызваны минералогическим составом почв, исследование которого провел П.Г. Коваливнич (1969). Выявленные особенности генезиса солонцовых почв позволили выделить в Крыму две провинции солонцовых почв - Присивашскую и Керченскую (Новикова А.В., 1954).

Результаты опытов по мелиорации солонцов, проводимых почти одновременно на четырех стационарах в Крымском Присивашье и на Керченском полуострове, сводятся в кратком виде к следующим выводам (Новикова А.В., 1953, 1956, 1958, 1961).

В Крыму распространены в основном четыре разновидности солонцов: луговые, лугово-степные и степные на четвертичных лессовидных отложениях, степные на третичных соленосных глинах. Улучшение всех указанных почв необходимо проводить различными приемами, учитывая их генезис и водно-солевой режим.

Наибольшая эффективность гипсования получена на Керченских солонцах и луговых солонцах Присивашья, для которых характерно высокое содержание поглощенного натрия.

Плантажная вспашка является наиболее эффективным приемом улучшения лугово-степных, а также степных солонцов при извлечении на поверхность части карбонатного или гипсового горизонта (последнее преимущественно в Керченских солонцах).

Вспашка на глубину 30 см с дополнительным углублением на 10 см, а также безотвальная вспашка по Мальцеву не являются методами коренного улучшения солонцов с высоким содержанием обменного натрия и глубоким уровнем карбонатов и гипса. Здесь целесообразно применять глубокую обработку лишь в сочетании с гипсованием.

В условиях степного Крыма наиболее перспективным методом улучшения солонцов является глубокая мелиоративная плантажная вспашка. Однако ее применение имеет ограничения. Проведенными исследованиями был вскрыт негативный эффект сламывания солонцового экрана на луговых солонцах с особенно близким залеганием высокоминерализованных грунтовых вод, произошло быстрое капиллярное подтягивание солей к поверхности (Новикова А.В., 1961). Потому плантажная вспашка на луговых солонцах применяться не должна, так как способствует вторичному засолению и снижению плодородия почв. Осуществлять плантажную вспашку следует только при залегании грунтовых вод ниже 3 м и наличии карбонатов или гипса на глубине 40-50 см. В других случаях следует проводить гипсование. Все приемы мелиорации должны осуществляться в сочетании с внесением минеральных и органических удобрений.

В целом работа по выявлению природы солонцовых почв Крыма и стационарные опыты по их мелиорации показали необходимость четкой дифференциации приемов мелиорации с учетом их генезиса и современного водно-солевого режима.

Необходимо отметить, что благодаря большому вниманию на мелиорацию солонцов со стороны руководителей Крымской области (Полянский Д.С., Артющков М.Л. и др.), их организационной помощи, первые научные выводы были проверены в условиях сельскохозяйственного производства на полях 12 хозяйств, а затем, после ряда обсуждений на совещаниях, принято решение Облисполкома о широком внедрении плантажной вспашки, а также гипсования, в соответствии с разработанными Крымским филиалом АН СССР рекомендациями. Значительная часть солонцовых земель в Крыму (более 200 тыс. га) была вспахана плантажным плугом, что способствовало существенному повышению урожайности сельскохозяйственных культур в Крымском Присивашье, и, по-существу, привело к уничтожению солонцовых почв на тех площадях, где плантажная вспашка была проведена на должную глубину (60 см) при строгом учете глубины грунтовых вод (залегание ниже 3 м).

Крымский филиал АН СССР функционировал до 1956г., когда на основе части его штатных единиц Лаборатории почвоведения АН УССР был создан Украинский НИИ почвоведения (позже - Институт почвоведения и агрохимии) в г. Харькове.

Подводя итог исследованиям за рассматриваемый период, отметим следующее.

Результаты работы коллективов разных научных учреждений Украины позволили установить, что солонцовые почвы формируются в двух основных природных зонах - Лесостепи и сухой Степи, в Днепровско-Донецкой и Причерноморской впадинах.

В первой зоне генезис солонцовых почв связан с воздействием близко залегающих содовых и смешанных грунтовых вод. Солонцеобразование здесь протекает активно. Во второй зоне образование солонцовых почв (особенно в низкой приосевой части) связано с воздействием морских и грунтовых вод при известном влиянии импульверизации солей. В Крымском Присивашье образование солонцовых почв протекает в гидроморфных и полугидроморфных, а на высокой части Присивашья - в автоморфных условиях. В континентальной части этой зоны преобладают автоморфные условия. Солонцеватость распространенных здесь почв, по мнению ряда специалистов, носит реликтовый остаточный характер.

Опыты по мелиорации солонцов показали, что в Лесостепи основным методом их мелиорации является гипсование. В зависимости от степени солонцеватости дифференцированы дозы гипса. Предложен новый метод - рядковое внесение гипса при посеве сельскохозяйственных культур.

Для зоны сухой Степи разработан альтернативный метод мелиорации - плантажная вспашка с обязательным вовлечением в пахотный слой карбоната кальция или гипса самой почвы. Сначала ее действие было изучено на автоморфных солонцовых почвах (Семенова-Забродина С.П.), затем с 1949 г. в Крыму, где провели исследования водно-солевого режима и геохимической миграции солей в почвах на территории Присивашья с разным уровнем грунтовых вод и при одновременной постановке опытов по мелиорации. Было определено положительное действие плантажной вспашки на лугово-степных солонцовых комплексах, на степных и отчасти (при близком залегании гипса) на Керченских солонцах, развивающихся на третичных глинах. В то же время установлено отрицательное действие плантажной вспашки на луговых солонцах из-за быстрого вторичного засоления их после смыывания солонцового экрана. Исследования привели к необходимости строго дифференцировать сами методы мелиорации, а не только дозы гипса, как это делалось прежде.

1.4. Развитие почвенно-мелиоративных исследований в 60-90-е годы

1.4.1. Обобщение результатов первых многолетних стационарных опытов по борьбе с солонцеватостью и организация государственного внедрения приемов мелиорации в Украине

Новый этап исследования солонцовых почв наступил примерно с 1960 г. и совпал с деятельностью организованного в 1956 г. Украинского научно-исследовательского института почвоведения (УНИИП) в г. Харькове. Директором института стал А.Н. Соколовский, после его смерти - Н.К.Крупский и позже - Б.С. Носко. Институт располагался в здании Харьковского СХИ. В состав института входили лаборатории почвенного покрова, агрохимии, физико-химии, физики почв, химической мелиорации и ряд других. Лабораторию химической мелиорации возглавлял А.М. Можейко (заведующий кафедрой земледелия).

В 1960 г. А.М. Можейко определился на преподавательской работе, продолжая обобщение своих многолетних исследований по солонцовой проблематике. Заведывание лабораторией было возложено на А.В. Новикова.

Организация республиканского центра по почвоведению сама по себе являлась новым важнейшим этапом в развитии почвоведения Украины, в том числе мелиоративной науки. Создавались условия для более глубокого познания генезиса и свойств солонцовых почв, уточнения ареалов их распространения, расширения опытных работ в малоизученных районах, а в целом - для ускорения внедрения в сельскохозяйственное производство разработанных рекомендаций по повышению плодородия почв. В институте в 1974 г. была создана научно-методическая координационная комиссия, направлявшая исследования в разных вопросах почвоведения, в том числе по мелиорации почв.

В период организации Института почвоведения Правительство Украины поставило ряд новых государственно важных задач, к разрешению которых были привлечены производственные и научные учреждения - проведение крупномасштабного почвенного картирования всей территории Украины, проектирование оросительных и осушительных систем, введение широкой ирригации на юге Украины и другие. Задачи получили отражение в тематике лабораторий Института почвоведения, в других научных и производственных организациях республики.

Крупномасштабные почвенные обследования на всей территории Украины проводились в 1957-1961 гг. Обобщение материалов продолжалось и в последующие годы.



Лаборатория химической мелиорации УНИИПА, 1970 г.

Верхний ряд, слева направо - С.А. Балюк, В.Я. Ладных, Л.А. Суслова, Е.И.Ирашина, А.А. Кецишьян;
средний ряд - Т.И. Калашник, Т.К. Воротник, А.В. Новикова, П.И. Кукоба, В.М. Балабанова;
нижний ряд - А.М. Пикюза (Пятакова), З.И. Лукьянчикова, И. Г. Златина.

Руководство почвенной съемкой было возложено на институт Укрземпроект и УНИИП. К работам были привлечены почвоведы ряда научных и учебных учреждений.

Под общим руководством А.Н. Соколовского коллективом авторов были разработаны программа, методика работ, номенклатурный список почв, а Г.С. Гринем - «Полевая диагностика почв». С целью оказания научно-методической помощи почвенным отрядам, контроля качества работ, редактирования и последующего обобщения картографических материалов были назначены зональные инспекторы (редакторы) по каждой зоне (Гринь Г.С., Скорина С.А., Самбур Г.Н., Вернандер Н.Б., Андриющенко Г.А., Кисель В.Д., Яровенко А.Ф., Кочкин М.А. (по горному Крыму), Новикова А.В. (по степному Крыму) и др.).

В номенклатурный список вошли поверхностно- и глубокосолонцеватые почвы, а с учетом повышенной гидроморфности почв Крымского Присивашья выделены луговые, лугово-степные и степные солонцовые почвы и комплексы. Почвы с выраженными признаками физической солонцеватости отнесены к виду остаточно-солонцеватых.

По завершению крупномасштабного картирования каждое хозяйство республики получило почвенные карты крупного масштаба и картограммы с агропроизводственной группировкой по мелиорации, химизации и другие. Впервые была отражена структура почвенного покрова и показаны пути рационального использования земель.

Последующее обобщение материалов позволило составить почвенные карты по каждой административной области в масштабе 1:200000, а также обзорные карты в целом для почв Украины в масштабе 1:750000 (автор фрагмента почв степного Крыма - А.В. Новикова) и более мелких масштабов. Для солонцовой проблематики результаты крупномасштабного картирования представляли особую ценность, поскольку в районах распространения солонцовых почв была отмечена концентрация пятен солонцов, степень солонцеватости и другие показатели. Появилась возможность точно выделить мелиоративные районы различных солонцовых почв республики.

По инициативе Г.С. Гриня - одного из основных методических руководителей при проведении крупномасштабной съемки и обобщении ее материалов, а также начальника экспедиции В.Д. Киселя была составлена карта агропочвенного районирования Украины. К работе были привлечены Н.Б. Вернандер, Г.С. Гринь, С.А. Скорина, В.Д. Кисель, А.Ф. Яровенко, А.В. Новикова (Крымская Степь), Н.Ф. Севостьянов (Горный Крым), Г. А. Андриющенко. Карта и характеристика агропочвенных районов опубликованы в 1969 г. под редакцией Н.К. Крупского. В соответствии с агропочвенным районированием солонцовые почвы Крыма отнесены к двум природным зонам - Степи сухой с темно-каштановыми и каштановыми почвами (провинция Степи сухой

Северо-Крымской) и Степи южной с черноземами южными (провинция Степи южной Керченской). А.В. Новикова выделила ряд агропочвенных районов с учетом условий почвообразования, свойств почв, степени их солонцеватости и других признаков.

С организацией УНИИП в лаборатории мелиорации продолжались исследования по мелиорации солонцов в Среднем Приднестровье (Можейко А.М., Воротник Т.К., Заяц А.Н.). В Крыму на ряде стационаров велись наблюдения за изменением свойств почв под влиянием мелиорации. Разворачивались подготовительные работы по широкому внедрению плантажной вспашки. В 1965 г. лабораторией был организован новый солонцовый стационар в совхозе «Воинский» Красно-Перекопского района Крымской области, на котором изучались приемы окультуривания слабосолонцеватых темно-каштановых почв при орошении водой Северо-Крымского канала (результаты освещены во второй части очерка).

Большое внимание в Институте почвоведения, как и в других учреждениях, отводилось обобщению результатов многолетнего изучения солонцовых почв и приемов их мелиорации, которые представляли большую ценность не только в научном, но и в практическом отношении, будучи основополагающими для внедрения наиболее эффективных приемов мелиорации в сельскохозяйственное производство. Результаты многолетних исследований нашли отражение в научных публикациях, а также в подготовленных докторских диссертациях (Гринченко А.М., 1955; Самбур Г.Н., 1963; Можейко А.М., 1964).

В 1962 г. вышел в свет сборник работ «Происхождение и окультуривание солонцовых почв» под редакцией проф. А.М. Гринченко, в котором приводится большой фактический материал многолетних исследований Г.С. Гриня, А.М. Можейко, А.М. Гринченко, А.В. Новиковой, А.Ф. Яровенко и других. Основные результаты исследований А.М. Гринченко, А.М. Можейко, А.В. Новиковой были освещены в данном очерке выше, поэтому остановимся на работе Г.С. Гриня «Засоленные почвы Украинской ССР».

По его мнению, если учесть засоленность почвообразующих пород, то половина территории Украины занята засоленными почвогрунтами. Появление засоленных почв автор связывает с геологической историей, геологическим строением и гидрологическими условиями. Главные регионы засоленных почв представлены в Днепровско-Донецкой, Причерноморской впадинах и в Донбассе.

Г.С. Гринь разделял концепцию А.Н. Соколовского о недровых источниках солей. Однако он значительно расширил это понятие и, в отличие от А.Н. Соколовского, относил к ним не только территории, где в отложении древних пород встречаются соляные купола, но и те, в которых близко от поверхности залегают минерализованные грунтовые

воды или засоленные породы. На основании особенностей распределения солей по вертикальному профилю Г.С. Гринь выделил три типа солевых характеристик: элювиальный, остаточно-аккумулятивный и аккумулятивный.

В почвогрунтах элювиального типа наблюдается полная выщелоченность от солей всего профиля до коренных пород. Такой тип характерен для условий, где отсутствуют глубинные источники солей или нет возможности для передвижения их вверх (Карпатская зона, почти все Полесье, правобережная Лесостепь, отчасти правобережная Степь). Остаточно-аккумулятивный тип солевых характеристик отличается засоленностью нижней части грунтов, преимущественно лессовых пород. Он типичен для плакорных условий, почти половины территории республики - южной периферии Лесостепи, всей левобережной и, отчасти, правобережной частей центральной Степи, всей южной Степи и Донбасса. Г.С. Гринь считал, что засоленность здесь носит остаточный характер и связана с обширным обводнением территории в предшествующие фазы геологических периодов. Аккумулятивный тип характеризуется засоленностью всего или почти всего профиля почвогрунтов, засоление почв современное, активное. Он встречается на современных гидроморфных территориях с глубинными источниками солей. Современная стадия развития ныне плакорных и значительной части гидроморфных почв протекает, по Г.С. Гриню, в сторону рассоления и рассолонцевания. Исследователь выделил две группы солонцеватых почв по характеру строения их профиля: поверхностно- и глубокосолонцеватые. Первые отражают начальную стадию развития солонцового процесса в устойчивых гидроморфных условиях, вторые - последующую стадию, связанную с рассолонцеванием почв.

Таким образом, Г.С. Гринь дал общую картину распределения засоленных почв и пород на территории Украины, показал причины появления солей, особенности их распределения по вертикальному профилю. Его взгляды подтверждаются результатами исследований других авторов, хотя некоторые положения остаются все еще дискуссионными (причина появления солей в почвах южной и сухой Степи Причерноморья). В более развернутом виде и с большим фактическим материалом эти вопросы освещены в монографии Г.С. Гриня «Галогенез лессовых почвогрунтов Украины» (1969).

В статье А.Ф. Яровенко о геохимических показателях засоления почв Среднего Приднепровья автор, вслед за А.Н. Соколовским и Г.С. Гринем, утверждает, что основной причиной появления солей в этом регионе являются недровые источники. Обнаружив в почвах повышенное содержание бора и учитывая, что указанный элемент считается типичным для морского засоления или соляных месторождений,

автор предлагает использовать повышенное содержание бора в качестве показателя глубинного происхождения солей.

В статье А.В. Новиковой, помимо большого фактического материала по водно-солевому режиму почв, геохимической миграции солей и мелиорации солонцов, о которых было сказано выше, представлена первая картосхема мелиоративного районирования степного Крыма по пригодности почв к предстоящему орошению. Районирование территории осуществлено с учетом условий почвообразования, свойств почв и прогноза вторичного засоления почв после введения орошения.

Две статьи П.Н. Боярского посвящены характеристике солонцовых почв Донбасса и опытам по повышению их плодородия с помощью гипсования в обычных и малых дозах. Учитывая значительную длительность последствий, автор отдает предпочтение большим дозам гипса.

Изучение состава микрофлоры в почвах при внесении гипса и без него приводит автора к заключению, что гипс интенсифицирует жизнедеятельность микроорганизмов. Возрастает количество нитрифицирующих и других микроорганизмов, что способствует увеличению подвижного азота и фосфора, повышению плодородия солонцовых почв.

Результаты обобщения материалов многолетних исследований свойств солонцовых почв и стационарных опытов получили отражение не только в научных трудах, но и в подготовленных рекомендациях по мелиорации солонцовых почв Украины, переданных в Министерство сельского хозяйства УССР. Для внедрения рекомендовался основной метод борьбы с солонцеватостью - гипсование, несколько позже - мелиоративная плантажная вспашка. Нормы внесения гипса дифференцировались в зависимости от степени солонцеватости и колебались от 2 до 8-12 *т/га*. Глубина плантажной вспашки в среднем составляла около 60 *см*, такая вспашка рекомендовалась только для автоморфных и полугидроморфных солонцовых почв Степи. Кроме основного метода гипсования, предлагался также метод ежегодного внесения малых доз гипса (2-3 *ц/га*) при посеве в рядки. Все приемы мелиорации должны были сочетаться с применением органических и минеральных удобрений. С учетом указанных рекомендаций, а также предложений специалистов других республик Советского Союза в 1954 г. вышло постановление Совета Министров СССР и УССР о мелиорации солонцов. В нем были определены площади гипсования по годам, план для промышленности на производство гипса и льготные цены для его приобретения хозяйствами. В 70-х годах была создана Агрохимическая служба, которая, помимо других вопросов, занялась разработкой проектов мелиорации солонцовых почв для колхозов и совхозов каждой области. Техническое выполнение работ осуществлялось специально-

ми мелиоративными отрядами. Все работы, начиная от доставки гипса на поле и до его внесения в почву, проводились за государственный счет.

Отметим, что все научные учреждения, занимавшиеся проблемой мелиорации солонцов, активно участвовали во внедрении предложенных приемов. Разрабатывались рекомендации по мелиорации солонцов, издаваемые Министерством сельского хозяйства УССР, проводились районные и областные республиканские семинары и совещания специалистов сельского хозяйства. В научных исследованиях уточнялись вопросы и методы расчета доз гипса, способов внесения его в почву и др.

В 1954 г. Г.Н. Самбуром было проведено первое почвенно-мелиоративное районирование солонцовых почв Украины. В данном очерке осветим некоторые исследования УНИИПА, связанные с работами по внедрению приемов мелиорации солонцов.

После проведения крупномасштабного почвенного картирования представилась возможность уточнить ранее выделенные Г.Н. Самбуром мелиоративные районы и их границы для определения потребности в производстве гипсосодержащих материалов и мелиоративной техники в Украине. Плановая комиссия Донецко-Приднепровского экономического района поручила УНИИПА провести повторное мелиоративное районирование солонцовых почв на основе новейших картографических материалов и обобщить данные всех опытов, проводимых в республике по мелиорации солонцов.

Работа выполнялась лабораторией мелиорации в конце 60-х годов. Была составлена карта мелиоративного районирования Украины (Новикова А.В., 1969), в которой выделено 14 мелиоративных районов, различающихся условиями почвообразования, структурой почвенного покрова, свойствами почв и эффективностью приемов борьбы с солонцеватостью. Рекомендуемые мелиоративные мероприятия, разработанные на основе обобщения многолетних данных, дифференцировались в разрезе районов и носили комплексный характер.

По современным представлениям проведенное мелиоративное районирование было осуществлено по адаптивно-ландшафтно-экологическому принципу, где районы выделялись на основе различий почвенно-климатических зональных и провинциальных особенностей условий почвообразования (зоны Полесья, Лесостепи, Степи). Провинции выделялись с учетом почвообразующих пород, местных различий глубины залегания и химизма грунтовых вод и др., а также особенностей солонцеобразования и интенсивности галоморфизма, с рекомендацией оптимальных комплексов приемов борьбы с засолением и солонцеватостью.

В связи с внедрением мелиоративной плантажной вспашки предстояло уточнить количество карбоната кальция, необходимого для извлечения при плантажной вспашке, и определить площади земель, пригодных под плантажную вспашку.

Для решения первого вопроса лабораторией мелиорации был проведен многофакторный вегетационный опыт с применением математического метода планирования эксперимента. Объектом исследования была темно-каштановая слабосолонцеватая почва. Опыт позволил установить, что для данной почвы оптимальным количеством карбоната кальция является 1,5% при внесении его в 5-сантиметровый слой почвы и 5 % при внесении в 15-сантиметровый слой (Новикова А.В., Мамонтова Е.Г., Егоршин А.А., 1982).

Определение пригодности солонцовых почв по глубине залегания карбонатного (вскипающего от 10%-ой соляной кислоты) горизонта почв основывалось на данных первичных материалов почвенной съемки с обработкой их методами математической статистики. По Херсонской области была составлена схематическая карта глубины залегания карбонатов, на которой выделены районы, пригодные под плантаж, расположенные к востоку от Каланчака, и непригодные - к западу от него, в пределах террасы - дельты Днепра (Новикова А.В., Пятакова А.М., 1982).

С вопросами внедрения связано также задание Министерства сельского хозяйства СССР и УССР по разработке нормативов прибавки урожая сельскохозяйственных культур от применения мелиоративных мероприятий на солонцах Украины. Нормативы предназначались для определения эффективности предлагаемых приемов, определения объемов производства гипса и мелиоративной техники по административным областям и природным зонам Украины, а также для расчетов ожидаемого прироста валового сбора сельскохозяйственной продукции от проведенных мелиоративных приемов на солонцовых землях республики. Разработка нормативов по мелиорации солонцовых почв была поручена УНИИПА, в частности лаборатории мелиорации почв. Основанием для расчетов нормативов служили данные стационарных опытов, полученные в разные годы всеми научно-исследовательскими и другими учреждениями Украины, занимавшимися солонцовой проблематикой. Начиная с 70-х годов, нормативы разрабатывались по годам пятилеток и направлялись для использования в Министерство сельского хозяйства СССР. В расчете на 12-ю пятилетку нормативы прибавки урожая сельскохозяйственных культур от мелиорации солонцовых почв выражались следующими усредненными показателями.

В зоне Лесостепи в неорошаемых условиях внесение гипса в средней дозе 8,5 т/га обеспечивало прибавку урожая зерновых культур 4 ц/га (в засушливые годы - 3,6 ц/га, во влажные - 4,5 ц/га, в средние по увлажнению - 3,7 ц/га).

В зоне Степи в богарных условиях при внесении 3,9 т/га гипса прибавки урожая зерновых культур составили 2,5 ц/га (в засушливые годы - 1,7 ц/га, во влажные - 3,7 ц/га, в средние по увлажнению - 2,0 ц/га).

В условиях орошения при внесении гипса 10,1 т/га прибавка урожая зерновых культур была 2,5 ц/га. По мелиоративной плантажной вспашке на глубину 60-65 см в богарных условиях прибавка составила 5,6 ц/га, в орошаемых - 11,3 ц/га.

Необходимо отметить, что работы по внедрению мелиоративных приемов, активно проводимые всеми научными учреждениями, занимавшимися мелиорацией солонцов, способствовали интенсификации земледелия и в целом обеспечивали получение дополнительной продукции от мелиорации. За период с 1961 г. по 1980 г. гипсование и мелиоративная обработка были осуществлены в Украине на площади около 1,5 млн га, в результате чего хозяйства дополнительно получили около 480 тыс. тонн зерна.

1.4.2. Продолжение исследований солонцовых почв с постановкой новых опытов по разработке более совершенных методов их мелиорации

С созданием Института почвоведения в Украине началась планомерная подготовка кадров высшей квалификации через аспирантуру. В аспирантуру поступили многие почвоведы, участвовавшие в проведении крупномасштабной почвенной съемки и имевшие определенный практический опыт. 60-70-е годы характеризуются формированием нового поколения почвоведов Украины. Часть из них занялась исследованием природы малоизученных почв (в том числе солонцовых, осолоделых). На то время были разработаны усовершенствованные методы исследований, появились новые приборы, позволявшие изучать особенности окислительно-восстановительных и кислотно-щелочных равновесий, активности ионов, состав вторичных минералов и т.д. Рассмотрим некоторые из работ, посвященных генезису солонцовых и осолоделых почв, молодых (на тот период) сотрудников.

Б.С. Носко поставил задачу выявить генетическую природу и агрохимические свойства поверхностно- и глубокосолонцеватых почв Лесостепи. Были осуществлены полевые наблюдения на ключевых участках с этими почвами и проведены углубленные лабораторные исследования. Автор установил (1964), что в поверхностносолонцеватых содово-солончаковых почвах северной части Среднего Приднепровья почвообразование протекает при близком (1,5-2 м) залегании грунтовых вод, содержащих соду. Сода обуславливает максимальное насыщение почвы натрием (водорастворимым и обменным). Причем, чем выше ее концентрация, тем сильнее насыщенность почвы натрием. Под

влиянием высокой щелочности (рН достигает 10) и большого количества обменного натрия происходит интенсивное преобразование (осолонцевание) почвенной массы. Степень ее пептизированности и диспергации прямо пропорциональна содержанию обменного натрия и соды в почвенном растворе. Такие проявления наиболее интенсивно выражены в верхней части профиля и постепенно убывают книзу. Дисперсность возрастает от чернозема к корковому солонцу.

Автор впервые показал, что в солонцовых почвах происходит не только пептизация и диспергация почвенной массы, но и гидролиз почвенных минералов, в результате которого образуются подвижные продукты, в частности, несиликатные полуторные окислы, а также коллоидная кремнекислота. Образовавшиеся подвижные продукты солонцового процесса не вымываются вглубь, поэтому илистая фракция, полуторные окислы и другие компоненты не перераспределяются по профилю, вследствие чего профиль поверхностно-солонцовых почв не дифференцирован на элювиальный и иллювиальный горизонты, а наиболее осолонцованный горизонт находится сверху.

В глубокосолонцеватых почвах, развивающихся в более дренированной южной части Среднего Приднепровья, грунтовые воды залегают глубже 3-5 м и не препятствуют удалению в нижнюю часть почвы продуктов гидролиза и почвообразования. Поэтому профиль глубокосолонцеватых почв имеет четко выраженные элювиальный и иллювиальный горизонты.

Исследования Б.С. Носко явились научным подтверждением правильности подразделения солонцовых почв на поверхностно- и глубокосолонцеватые, которое предложил Г.С. Гринь, и правомерности введения этих почв в номенклатурный список почв Украины.

Д.И. Ковалишин (1969) поставила цель: раскрыть процесс формирования и охарактеризовать физико-химические и агрохимические свойства пойменных солодей, для сравнения также солодей болотных, светло-серых оподзоленных и луговых поверхностно-слабосолонцеватых солончаковатых почв левобережной Лесостепи.

На основании изучения свойств указанных почв, динамики окислительно-восстановительных процессов, автор пришла к следующим выводам. Солоди дерновые солонцеватые солончаковые пойменные занимают обширные плоские участки низкого уровня в центральной и притеррасной частях пойм с неглубоким (1,2-1,5 м) залеганием минерализованных грунтовых вод. В них чередуются процессы поверхностного переувлажнения с интенсивным элювиированием весной и подтягиванием влаги и солей в летне-осенний период. Профиль солодей четко дифференцирован на горизонты элювия и иллювия. Вместе с тем почвы засолены и солонцеваты с поверхности, а также обна-

руживают признаки длительной гидроморфности, связанной с поверхностным и грунтовым переувлажнением.

Водно-растворимые соли (сода), карбонаты кальция и обменный натрий накапливаются в гумусовом горизонте, а обменные кальций и магний - в иллювиальном. Отмечается значительная подвижность гумуса. Верхние горизонты почти лишены гумусово-глинистой плазмы и сложены отмытыми зернами первичных минералов. Иллювиальный горизонт, наоборот, обогащен гумусово-глинистыми веществами за счет вымывания, а также глееметаморфизации на месте.

Результаты агрохимических анализов свидетельствуют о слабой подвижности и малой доступности для растений основных питательных элементов. Обменного калия очень мало, фосфор труднодоступен, нитрификационная способность низкая. Неблагоприятны и другие свойства - поверхностное оглеение, солонцеватость, солончаковатость. Главная причина перечисленных свойств - длительное поверхностное переувлажнение с развитием восстановительных и элювиальных процессов. Такие почвы оказались близкими к болотным солодам. По мнению Д.И. Ковалишин, их целесообразно называть солодами болотными солонцеватыми солончаковыми пойменными.

Е.Т. Яшинова (1974) изучала черноземы осолоделые низменного Среднего Приднепровья. Эти почвы отличаются малым содержанием гумуса при большой общей мощности гумусированного профиля (120 см). Объекты исследований были представлены почвогрунтами разных гипсометрических уровней на опытном массиве Носовского отделения Черниговской областной сельскохозяйственной опытной станции, находящейся в северной части моренной террасы Днестра - Десны. В результате исследований автор пришла к следующему заключению. Во всех изученных почвах четко выражено чередование сквозного промачивания всей их толщи весной с подтягиванием солей в верхнюю часть профиля в летний и осенний периоды, в результате чего происходит сезонное осолонцевание почв с внедрением натрия в коллоидный комплекс на фоне развития восстановительных процессов.

Данные, полученные Е.Т. Яшиновой, полностью подтвердили концепцию К.К. Гедройца об общей осолоделости черноземов низменной части Среднего Приднепровья. С учетом выявленных особенностей генезиса Е.Т. Яшинова предлагает уточнить название почв, увязав их с условиями грунтового увлажнения и добавляя к названию почв такие термины: луговатые почвы, при залегании грунтовых вод на глубине 3,7-5 м и луговые, при залегании грунтовых вод в пределах 2,2-3,5 м.

Рассмотренные работы иллюстрируют правильность взглядов исследователей Среднего Приднепровья о решающей роли современного гидроморфизма в образовании солонцеватых и осолоделых почв.

Результаты исследований явились основанием для уточнения номенклатурного списка почв этого региона, с одной стороны, и для выбора путей повышения плодородия солонцеватых почв этого региона - с другой.

П.Г. Коваливнич (1969) изучал природу солонцовых почв Крымского Присивашья, развивающихся на лессовидных отложениях, и Керченского полуострова, образующихся на морских третичных глинах. С помощью рентген-дифрактометрического метода исследования илистой фракции почв, а также определения состава и свойств солонцов, он пришел к заключению о существенных различиях этих почв.

В солонцах Керченского полуострова, развивающихся на сарматских глинах, преобладают минералы монтмориллонитовой группы в смеси с незначительным количеством гидрослюд и смешаннослойных минералов гидрослюдисто-монтмориллонитовых ассоциаций. Компонентный состав глинистых минералов мало меняется по вертикальному профилю, но их количественное соотношение в разных горизонтах неодинаково. В верхнем горизонте несколько увеличивается содержание гидрослюдистых минералов, книзу возрастает роль монтмориллонита. В солонцах Присивашья, образовавшихся на четвертичных лессовидных отложениях, илистая фракция, в отличие от керченских солонцов, состоит в основном из минералов гидрослюдистой группы. Минералы монтмориллонитовой группы в большинстве случаев образуют неупорядоченные смешаннослойные образования монтмориллонитово-гидрослюдистой ассоциации.

Обнаружено и различие в свойствах изучаемых почв. Солонцы керченские обладают повышенной гидрофильностью, вязкостью, набуханием, высокой емкостью обмена катионов и пластичностью, что свойственно минералам монтмориллонитовой группы. В присивашских солонцах в связи с гидрослюдистым составом ила такие свойства менее выражены.

Своеобразный характер распределения по профилю илистых частиц, глинистых минералов и полуторных окислов свидетельствует о том, что формирование профилей этих почв проходило разными путями, а потому и типы строения их различны. Присивашские солонцы относятся к широко распространенному классическому типу, в иллювиальном горизонте которых содержится наибольшее количество ила и полуторных окислов. Солонцы керченские имеют иное строение. В них отсутствует «классический» иллювиальный горизонт, так как содержание ила, полуторных окислов и других веществ возрастает к породе, что объясняется литологическим составом этих пород. Такой тип строения профиля, по мнению П.Г. Коваливнича, следует называть «литогенным». Он присущ, вероятно, всем солонцам, образующимся на третичных морских глинах.

Работа П.Г. Коваливнича позволила уточнить генезис солонцовых почв, развивающихся на третичных глинах - литогенный, и обосновать принципы мелиорации этих почв. Термин «литогенный» был принят В.Д. Киселем (1981) при подразделении генетических групп солонцовых почв Украины.

Для почв с «классическим» строением профиля, когда четко выделяется элювиальный и иллювиальный горизонты, П.Г. Коваливнич и А.В. Новикова предложили понятие степень иллювиированности, как разность между количеством илистых частиц в иллювиальном и элювиальном горизонтах почв, выраженной в процентах от их суммы:

$$Ni = \frac{B - A}{A + B} \times 100, (\%),$$

где: Ni - степень иллювиированности профиля, %; A - содержание ила в элювиальном горизонте, %; B - содержание ила в иллювиальном горизонте. Авторы обнаружили, что наблюдается определенная закономерность между содержанием поглощенного натрия и степенью иллювиированности почвенного профиля. Основанием послужили данные химического и механического анализов почв, полученные Крымской почвенной партией в процессе крупномасштабного обследования. Была составлена выборка данных анализов и определена степень иллювиированности почв. Проведена статистическая обработка данных 70 разрезов солонцовых почв, развивающихся на лессовидных отложениях и имеющих степень солонцеватости от 5 % и выше (по классификации И.Н. Антипова-Каратаева). Математический анализ показал наличие существенной корреляционной связи между содержанием обменного натрия и степенью иллювиированности почв. Было получено уравнение регрессии, с учетом которого разработана следующая градация по степени иллювиированности (табл. 1).

*1. Градация солонцеватости почв по степени иллювиированности их профиля
(Новикова А.В., Коваливнич П.Г., 1969)*

Степень солонцеватости почв	По содержанию обменного Na, % от емкости обмена	По показателю степени иллювиированности профиля, %
Несолонцеватые	< 5	< 3,8
Слабосолонцеватые	5-10	3,8-11,5
Среднесолонцеватые	10-15	11,5-19,2
Сильносолонцеватые	15-20	19,2-26,9
Солонцы	> 20	> 26,9

Таким образом, для солонцеватых почв Крымского Присивашья, аналогичных почв Херсонского Присивашья и в целом Причер-

номорья, развивающихся на лессовидных отложениях тяжелосуглинистого и легкоглинистого механического состава, можно определять степень солонцеватости по данным механического анализа - количеству илистой фракции в элювиальном и иллювиальном горизонтах с учетом степени иллювированности.

Связь между количеством поглощенного натрия и тонкодисперсной частью почв была отмечена также другими исследователями (Гоголев И.Н. и др.), между натрием и содержанием воднопептизированного ила в солонцовых почвах Сибири (Семендяева, 1971; Градобоев, 1977). Поэтому предложенное А.В. Новиковой и П.Г. Коваливничем понятие об иллювированности, как показателе степени солонцеватости почв, является вполне обоснованным. Классификация по степени иллювированности может использоваться в практических целях для почв тяжелосуглинистого и легкоглинистого механического состава Украины.

Следует подчеркнуть, что А.В. Новикова и П.Г. Коваливнич являются сторонниками концепции реликтовой, остаточной солонцеватости автоморфных солонцеватых почв и современной активной - гидроморфных и полугидроморфных солонцовых почв.

Позже появилась выдвинутая В.Д. Киселем, Н.И. Полупаном и А.Ф. Нестеренко (1979) новая концепция возникновения малонатриевой солонцеватости автоморфных солонцеватых почв. Авторы пришли к заключению, что причиной солонцеватости является, с одной стороны, импัลверизация солей с берегов Сиваша и морей, а с другой - современный сезонно меняющийся состав солей в почвенном растворе и, как следствие, изменения соотношений между активностями натрия и кальция.

Исследования авторов концепции малонатриевой солонцеватости проводились в Херсонской области (Аскания Нова) на темнокаштановых слабо- и среднесолонцеватых почвах в условиях целины и на распахиваемых участках. Наблюдения за динамикой влажности (Полупан Н.И., Кисель В.Д., Канивец Н.А., 1975) показали, что влага по профилю почв под целинной и культурной растительностью распределяется по-разному. На целинном участке количество влаги на 3-5 % ниже, чем на распахиваемом участке и соответствует непромывному типу увлажнения. Почва на целине иссушается до 11-13 % на глубину до 150 см, глубже (до 3 м) влажность составляет 14-15 %, а еще ниже (до 5 м) - 12-13%, не меняясь по сезонам года. Степень иссушения почв под культурной растительностью значительно меньше, чем на целине. Запасы влаги осенью в слое 0-200 см на пашне были выше по сравнению с целиной на 21 %. Таким образом, под сельскохозяйственными культурами атмосферная влага в почву проникает глубже, чем

под целинной растительностью, элювиальный процесс здесь выражен в большей мере.

В исследования вошло также проведение стационарных наблюдений за динамикой солей, использовались определения активности ионов натрия, кальция и водорода по методу Н.К. Крупского и А.М. Александровой (1967). Оказалось, что на протяжении года активность натрия и кальция в почвах существенно изменялась. В верхней части профиля активность ионов натрия от весны к осени возрастала, а в нижней (породах), наоборот, снижалась. Авторы объясняют такие изменения миграцией солей, но не исключают также и воздействие испарения.

Активность кальция также возрастала от весны к осени. Ее величина изменялась в соответствии с содержанием углекислоты в почвенном воздухе. Отношение активности натрия к кальцию увеличивалось в осенний период, когда создавались лучшие условия для поглощения натрия коллоидным комплексом и проявления солонцеобразования.

На основании проведенных исследований предложено солонцовые почвы, обладающие физическими признаками солонцеватости, относить к малонатриевым, а не к остаточносолонцеватым, поскольку процесс солонцеобразования протекает в них и в настоящее время.

Примерно такой же взгляд на образование малонатриевых солонцов за счет современных процессов солонцеобразования высказал Ю.Е. Кизяков (1985). Автор считает, что солонцеватость каштановых и темно-каштановых почв Украины не является обязательной зональной особенностью данных почв. Большую роль здесь играет преобладание натрия в катионной части солей на глубинах от 10 до 160 см.

В.Д. Кисель (1981), выделяя три генетические группы солонцеватых почв (литогенные, гидроморфные, автоморфные), относит к последней солонцовые почвы юга Украины.

С учетом активности ионов натрия (понятие активности впервые выдвинуто Льюисом) Н.Г. Зыриным и Д.С. Орловым (1958) было предложено подразделение солонцов на следующие группы: несолонцеватые $aNa > 3,0$; слабосолонцеватые – 3-2,4; среднесолонцеватые - 2,4-1,5; солонцы $< 1,5$. Л.А. Чаусова (1977), Н.К. Крупский и Л.А. Чаусова (1981) предложили принимать во внимание не только активность иона натрия, но и ее отношение к активности иона кальция.

По данному показателю ими разработаны следующие градации степени солонцеватости малонатриевых солонцовых почв (табл. 2).

2. Классификация солонцеватых почв

Степень солонцеватости	$\frac{aNa}{\sqrt{aCa}}$
Несолонцеватые	< 1
Слабосолонцеватые	1-3
Средне- и сильносолонцеватые	3-7
Солонцы	> 7

В связи с необходимостью учета солонцовых земель совершенствуются классификационные подходы к подразделению почв по степени засоления. Н.И. Базилевич и Е.И. Панкова (1968) разработали новую классификацию засоленных почв с учетом химизма солей, степени засоления при разном химизме и глубине залегания солевого горизонта. В.В. Егоров и Н.Г. Минашина (1974) предложили классификацию по степени токсичности солей, считая ее универсальной для почв любого химического состава солей. Р.А. Баер и Б.В. Лютаев (1978) для условий Украины разработали свою классификацию засоленности почв (по общему содержанию солей) с учетом степени увлажнения и солеустойчивости растений. Е.С. Мигунова (1985), обобщив большой фактический материал, уточнила величину порогов токсичности карбонатных, хлоридных и сульфатных солей при разной степени увлажнения почв.

А.В. Новикова, А.М. Александрова, Л.А. Чаусова и Н.Е. Гаврилович (1981) сделали попытку разработать классификацию почв Украины по степени токсичного засоления с учетом активности ионов натрия. С этой целью лаборатории мелиорации и физической химии УНИИПА провели определение количеств водорастворимых и токсичных солей в двух основных группах почв по химизму: хлоридному (сульфатно-хлоридному) и сульфатному (хлоридно-сульфатному), а также активности ионов натрия (в почвенных пастах, при границе текучести) по методу Н.К. Крупского и А.М. Александровой (1967) - в образцах засоленных почв юга Украины, отобранных из большого количества разрезов. Подвергнув результаты анализов математической обработке, исследователи выявили, что можно подразделить почвы по степени засоления токсичными солями на основании данных активности ионов натрия. Причем выяснилось, что активность ионов натрия существенно (в два раза) выше в почвах хлоридного засоления по сравнению с почвами сульфатного засоления. Следовательно, имеет место необходимость обязательного учета химизма солей при классификации почв по засолению. Сказанное хорошо иллюстрирует ниже приведенная таблица 3.

3. Степень токсичного засоления почв по активности ионов натрия с учетом химизма солей (Новикова А.В., Александрова А.М., Чаусова Л.А., Гаврилович Н.Е., 1981)

Степень засоления	Содержание токсичных солей, % (по Егорову и Минашиной, 1976)	Активность ионов натрия в почвенных пастах (мг-экв/л) при засолении	
		сульфатном и хлоридно-сульфатном	хлоридном и сульфатно-хлоридном
Слабозасоленные	0,1 – 0,2	10 – 30	18 – 48
Среднезасоленные	0,21-0,40	31 – 68	49 – 120
Сильнозасоленные	0,41 – 0,80	69 – 142	121 – 260
Очень сильнозасоленные и солончаки	> 80	> 142	> 260

Таким образом, величину активности ионов натрия в почвенных пастах можно использовать для оценки степени засоления почв токсичными солями, учитывая химический состав солей.

Ряд научных учреждений Украины в 60-70-е годы продолжают исследования солонцовых почв и ведут опытные работы на прежних и вновь созданных солонцовых стационарах. К их числу относятся стационары в зоне Лесостепи: Украинского научно-исследовательского института земледелия (Грабовский Н.П.), Украинского института инженеров водного хозяйства (Лазарчук Н.А.), Полтавской сельскохозяйственной опытной станции (Чапко П.М.); в зоне Степи: Генической опытной станции Всесоюзного НИИ кукурузы (Лаврентьев Н.М., Кизяков Ю.Е.), Украинского НИИ почвоведения и агрохимии (Новикова В.А., Пятакова А.М., Гаврилович Н.Е.), Херсонского СХИ (Кухтеева К.М.).

Возникает необходимость подведения итогов новых исследований в условиях интенсивного антропогенного воздействия на солонцовые почвы с целью разработки новых и уточнения ранее известных методов мелиорации солонцов. Поэтому в период 1976-1980 гг. УНИИПА организует комплексные исследования состава и свойств солонцовых почв силами различных специалистов Института почвоведения и агрохимии и представителей научных учреждений, на землях которых созданы солонцовые стационары. Опыты проводятся почти одновременно, в течение 1-2 лет, путем экспедиционных обследований почв солонцовых стационаров, а также прилегающих к ним территорий. По единой программе и методике, разработанной лабораторией мелиорации УНИИПА, отобранные образцы почв разной степени окультуренности подвергаются химическим анализам в УНИИПА с применением новейших методов исследований, определяется: активность ионов натрия и кальция (Александрова А.М., Чаусова Л.А.), состав вторичных минералов (Коваливнич

П.Г.), микроэлементный состав (Головина Л.П.), состав питательных веществ (Юрко Е.П., Кривоносова Г.М., Воробьева А.К.), микрофлоры (Михновс-кая А.Д.) и выполняется ряд анализов, необходимых для генетической характеристики почв (лаборатория мелиорации).

Результаты исследований были опубликованы в коллективной монографии «Окультуривание солонцовых почв» под редакцией А.В. Новиковой (1984). Коллективно разработанные рекомендации переданы в Министерство сельского хозяйства УССР.

В данном очерке охарактеризуем лишь некоторые черты солонцовых почв, выявленные в период 1976-1980 гг., особенно те из них, которые прежде были малоизвестны (минералогический состав илстой фракции, микроэлементный состав, питательные вещества, состав микрофлоры).

В целом можно отметить, что свойства немелиорированных солонцовых почв в условиях богары остались во многом прежними и лишь при орошении претерпели значительные изменения (о них - во второй части очерка).

Почвообразующими породами в Лесостепи являются лессовидные легкие суглинки, аллювиальные отложения, на юге - лессы и лессовидные тяжелые суглинки. Механический состав пород при движении с севера на юг заметно утяжеляется. По условиям залегания грунтовых вод почвы северной части испытывают гидроморфное и полугидроморфное увлажнение, на юге - преимущественно автоморфное. На орошаемых землях - ирригационно-автоморфное и ирригационно-гидроморфное увлажнение.

Химизм солей солонцовых почв в почвах северной части Лесостепи содовый, в южной Лесостепи - смешанный, в зоне сухой Степи - преимущественно хлоридно-сульфатный. При ирригации почв плиоценовых террас происходит осульфачивание, на террасе-дельте Днепра - хлоридизация. Наибольшая степень солонцеватости наблюдается в солонцах Лесостепи, на юге химическая солонцеватость весьма ослаблена (малонатриевые солонцы). Усиление ее наблюдается лишь на территориях с гидроморфными и полугидроморфными условиями увлажнения.

Минералогический состав илстой фракции почв имеет такие особенности (Коваливнич П.Г., 1969, Коваливнич П.Г. и Хоролец И.Г., 1981).

В солонцовых почвах и породах Лесостепи почвенные минералы представлены в основном каолинитово-гидрослюдистыми ассоциациями с незначительным содержанием монтмориллонита. В солонцовых почвах сухой Степи они сменяются каолинитово-гидрослюдисто-монтмориллонитовыми ассоциациями с преобладанием монтмориллонита (26-49%).

Запасы микроэлементов определяются их содержанием в почвообразующих породах, а распределение по профилю соответствует интенсивности процесса солонцеобразования (Головина Л.П., 1984). В целом количество микроэлементов закономерно возрастает с севера на юг в соответствии с утяжелением механического состава пород и почв. В связи с тем, что в Лесостепи преобладают почвы поверхностно-солонцеватого типа с интенсивно выраженным солонцовым процессом в верхней части профиля, то именно здесь происходит аккумуляция таких микроэлементов, как марганец, медь, иногда кобальт. В связи с высокой щелочностью данных почв названные микроэлементы мало-подвижны и передвижение их по профилю незначительно.

В солонцовых почвах сухой Степи содержание микроэлементов значительно выше, чем в почвах Среднего Приднепровья, также оно выше их средних значений в черноземах и каштановых почвах. В солонцовых почвах отмечается четкое перераспределение количества микроэлементов по профилю с накоплением их в иллювиальном горизонте. Солонцовые почвы характеризуются высокой обеспеченностью подвижными формами бора и меди, особенно в солевом горизонте.

Азота и фосфора солонцовые почвы содержат меньше, чем зональные почвы (Юрко Е.П., Кривоносова Г.М., 1984). Азотный и фосфатный режимы их обусловлены особенностями механического состава пород и почв, содержанием гумуса и дифференциацией почвенного профиля. Солонцовые почвы обладают пониженной нитрификационной способностью, меньшим содержанием подвижных форм азота и фосфора. В связи с большей обогащенностью органическим веществом солонцовые почвы зоны Лесостепи лучше обеспечены азотом, чем почвы сухой Степи. Наибольшее содержание фосфора отмечается в солонцовых почвах тяжелого механического состава сухой Степи. Перераспределение его по профилю согласуется с распределением илистой фракции. Содержание калия также связано с механическим составом, поэтому наибольшее количество его обнаруживается в солонцовых почвах сухой Степи (Воробьева А.К., 1984). В целом солонцовые почвы остро нуждаются в азотных и фосфорных удобрениях.

Количество и состав микроорганизмов в солонцовых почвах зависят от степени солонцеватости, засоленности, химизма солей, содержания гумуса (Михновская А.Д., 1984). По мере усиления солонцеватости и засоленности уменьшается количество эвтрофных видов и возрастает содержание олиготрофов. Вниз по профилю количество эвтрофных ценозов уменьшается.

В темно-каштановых солонцеватых почвах в верхнем горизонте преобладают эвтрофы, к низу их количество снижается; в солонцах преобладают олиготрофы. Процессы нитрификации активно протекают только в незасоленных горизонтах.

Анализ полученных материалов и литературных источников приводит к заключению, что в последние 20-30 лет антропогенное воздействие на немелиорированные солонцовые почвы в зонах Полесья и Лесостепи проявилось менее значительно, чем на юге, так как в первом случае не было широкого орошения.

В целом, за исключением искусственно подтопленных в результате строительства каскада днепровских водохранилищ земель, в зоне Лесостепи солонцеобразование продолжает развиваться по-прежнему в гидроморфных и полугидроморфных условиях. Результаты опытов по комплексной мелиорации таких земель будут рассмотрены ниже. В Степи в связи с широкой ирригацией условия почвообразования и сами почвы претерпели большие изменения, о чем сказано во второй части очерка. Отметим некоторые результаты исследований в зоне Степи, которые проводились с целью освоения солонцовых и засоленных почв под древесные и плодовые насаждения.

Е.С.Мигунова (Украинский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации) изучила лесопригодность засоленных почв, в том числе солонцовых. Как известно, такие почвы характеризуются крайне неблагоприятными лесорастительными свойствами, многие из них полностью нелесопригодны. В процессе многолетних исследований были установлены основные причины, обуславливающие угнетение древесной растительности на этих почвах. Такими являются: близкое залегание токсичных количеств легкорастворимых солей, прежде всего хлоридов и соды, и острый дефицит влаги, вследствие неудовлетворительных водно-физических свойств солонцеватых горизонтов.

Разработана классификация почв по степени засоленности с учетом уровня их водообеспеченности, позволяющая прогнозировать условия роста на них деревьев и кустарников разной степени солевыносливости (Мигунова Е.С., 1978). По этому показателю деревья и кустарники подразделены на семь групп: от наиболее солеустойчивых (тамариксы) до очень слабо солевыносливых (орех грецкий) и несолевыносливых (ель, липа и др).

Агротехника выращивания лесонасаждений на слабозасоленных почвах должна быть направлена прежде всего на накопление влаги (глубокая вспашка, парование, редкое размещение посадочных мест, длительный систематический уход за посадками). Мелиорации сильнозасоленных почв для целей лесоразведения очень сложны в связи с необходимостью обеспечить рассоление не менее 1,2-1,5-метровой толщи почвогрунта, нужной для устойчивого роста древесной растительности. Приемами такой мелиорации являются траншейный способ частичной замены почвогрунта в посадочных траншеях и методы плотного мульчирования и засыпки солончаковых почв песком для прерывания капиллярного подъема солей. Положительным опытом

применения приема коренной мелиорации приморских солончаков является территория санатория «Бердянск», на которой в 1930 г. была осуществлена подсыпка песка слоем от 20-30 до 80-100 см и создан парк. За прошедшие годы минерализация грунтовых вод снизилась с 40-45 г/л до 20-25 г/л в 1950 г., до 6-8 г/л в 1993 г. (Мигунова Е.С., 1995). Коренным образом проблему создания лесонасаждений на почвах разной степени засоленности решает орошение, осуществляемое при необходимости на фоне искусственного дренажа.

В 60-90-е годы В.Ф. Иванов (Государственный Никитский ботанический сад) изучал почвы сухой Степи для определения степени пригодности их под плодовые культуры. Проведены глубокие исследования свойств и состава степных, лугово-степных и луговых почв и комплексов, изучено влияние уровня и минерализации грунтовых вод, химизма и степени засоления на состояние плодовых деревьев и развитие их корневой системы. Была определена сравнительная устойчивость сортов плодовых культур к условиям засоленных почв. Автор разработал принципы оценки пригодности почв юга Украины для выращивания плодовых культур, что в целом способствовало продвижению плодового хозяйства в районы засоленных и солонцовых почв, повышению урожайности плодовых культур. Результаты многолетних исследований

В.Ф. Иванов изложил в книге «Почва и плодовые растения» (1986), которая по широте рассмотрения вопроса, разносторонности и глубине исследований в степной зоне является одной из ценнейших работ в данной области знаний.

1.4.3. Результаты новых опытов по мелиорации солонцовых почв и вопросы экологии

В 60-80-е годы наряду с внедрением гипсования и плантажной вспашки стали закладываться новые опыты с целью освоения малоизученных районов солонцовых почв. Изучались комплексные приемы, сочетание химической и гидротехнической мелиорации в неорошаемых условиях, новые способы внесения гипса вместе с водой, новые мелиоранты, перспективные приемы обработки солончачоватых солонцов в поймах малых рек и др. Наступил новый этап в развитии мелиорации солонцовых почв. Рассмотрим результаты этих исследований.

В северной Лесостепи в Барышевском районе Киевской области возле села Бзов Украинский НИИ земледелия (Власюк И.А., Грабовский Н.П. и др.) заложили опыт по мелиорации содовозасоленных солонцов, на котором впервые изучалась химическая мелиорация на фоне горизонтального дренажа в неорошаемых условиях. На участке был построен горизонтальный гончарный дренаж глубиной 1,2 м с

междренним расстоянием 8-12 м. Изучалось действие разных доз гипса в сочетании с минеральными и органическими удобрениями в четырехпольном севообороте на содовозасоленных солончаковатых солонцах.

Исследования показали (Грабовский Н.П., 1984), что в результате усиления дренированности территории минерализация грунтовых вод снизилась с 5-6 до 1,5-2 г/л. Среднегодовой вынос солей составил 1 т/га, а на фоне гипса - 4 т/га. Во влажные годы отмечалось заметное рассоление почв, однако глубина закладки дрен оказалась недостаточной, в засушливые годы происходило подтягивание солей к поверхности, хотя в целом за две ротации севооборота количество солей в почвах уменьшилось. Заметно снизилась величина щелочности, величина рН с 10 упала до 7,6.

Под влиянием комплексной мелиорации возросла сумма поглощенных оснований, содержание кальция достигло 45% от суммы катионов. Улучшились водно-физические свойства, повысилось содержание подвижных питательных веществ. Урожайность сельскохозяйственных культур значительно возросла. Так, во второй ротации севооборота на варианте с внесением 10 т/га гипса, 20 т/га навоза, 10 т/га азотного и 5 т/га фосфорного удобрения урожайность сахарной свеклы составила 363 ц/га против 155 ц/га на контрольной делянке, озимой пшеницы соответственно - 26,2 против 5,6 ц/га, белого донника на силос - 256 ц/га против 106 ц/га.

На этом стационаре было также изучено влияние кислования содовых солонцов, которое ранее применялось в Армении в орошаемых условиях и дало положительный результат (Агабабян В.Г., 1970). На Барышевском стационаре в условиях микроделяночного опыта в почву вносили техническую концентрированную (гидролизную) серную кислоту в неорошаемых условиях. Было установлено снижение величины рН на 1-1,7, уменьшение содержания поглощенного натрия с 31,7 до 7,8% от суммы оснований в слое 0-10 см. В результате трехлетнего действия кислоты содовый солонец превратился в слабосолонцеватую почву. Однако, по данным А.Д. Михновской (1984), кислование привело к уменьшению в почвах эвтрофной микрофлоры, что свидетельствует о неблагоприятных условиях для ее развития, и увеличению доли олиготрофов.

Результаты опытов на Барышевском солонцовом стационаре показали, что окультуривание содово-солончаковых солонцов достигается путем применения комплекса гидротехнических, мелиоративных и агротехнических приемов. Гипс, внесенный в сухом виде в неорошаемых условиях, действует медленно. Действие серной кислоты на почву более быстрое, но длительность ее положительного влияния и воздействие на биохимические процессы недостаточно изучены.

В Киевской области (Переяслав-Хмельницкий район, колхоз им. Ватутина) в пойме р. Броварки был заложен опыт Украинским институтом инженеров водного хозяйства (Потоцкий Н.Г., Лазарчук Н.А., 1975, Лазарчук Н.А., 1984). В связи с близостью грунтовых вод и засоленностью почв земли здесь не распахиваются, а отводятся под выпас. Грунтовые воды залегают близко (0,5-1,5 м), минерализация их небольшая (1 г/л), в составе солей преобладает двууглекислая сода. Почвенный покров представлен преимущественно черноземно-луговыми поверхностно-солонцеватыми почвами в комплексе с солонцами корковыми солончаковыми (10-25%). Опыт представлял интерес потому, что здесь впервые в Лесостепи внесение гипса производилось вместе с поливной водой в условиях местного орошения и на фоне дренажа.

В опыте изучалось действие дождевания и внесения гипса, как в сухом виде, так и вместе с поливной водой. Были высеяны солеустойчивые травы - донник белый, суданская трава. За три года наблюдений статистически достоверно снизилось содержание соды в метровом слое почвы на всех вариантах с гипсованием, особенно при сочетании гипсования с орошением.

Заметные изменения в составе и количестве солей, в поглощающем комплексе, водно-физических свойствах почв произошли при применении полного комплекса мелиоративных мероприятий: дренажа, мелиоративной обработки, химической мелиорации и искусственного увлажнения. На таких вариантах содовый солонец превратился в слабосолонцеватую почву. Урожайность зеленой массы белого донника была максимальной – 373-417 ц/га против 118 ц/га на контроле. Исследователи сделали вывод, что внесение гипса вместе с поливной водой экономически выгодно. За семь лет была достигнута окупаемость капиталовложений в мелиорацию.

В южной Лесостепи на левобережье Днепра есть много мелких рек, в поймах которых развиваются солонцовые почвы с близким залеганием грунтовых вод (0,5-1,5 м). Высокая засоленность почв обуславливает нецелесообразность распашки, их используют как сенокосы и низкопродуктивные пастбища. В 1961 г. Полтавской областной сельскохозяйственной опытной станцией (Чапко П.М.) на двух таких участках были заложены опыты с целью разработки приемов повышения плодородия пойменных солонцовых почв. На одном участке в пойме р. Хорол построена государственная сеть дренажных каналов глубиной 0,8-1,9 м с расстоянием между ними 200-800 м. Уровень грунтовых вод на участке 1,7-2,5 м, минерализация -15 г/л, химический состав - содово-хлоридно-сульфатный. Второй участок находится в пойме р. Грузки. Грунтовые воды на нем залегают на глубине 1-1,5 м, минерализация их -2,2 г/л, засоление - содово-хлоридно-сульфатно-натриевое.

Среди вариантов опытов были: внесение фосфогипса, однопроцентной азотной кислоты, различные приемы обработки почв, внесение минеральных удобрений и подбор высокоурожайных соле- и солонцеустойчивых культур. В исследованиях П.М. Чапко (1984) установил, что на недренированной территории с близким (1-1,5 м) уровнем грунтовых вод в богарных условиях фосфогипс не оказал положительного действия на почвы. Продукты обмена между фосфогипсом и поглощающим комплексом практически не выносились из почвы, чему препятствовали близко залегающие грунтовые воды. Отвальная вспашка таких почв вызывала еще большее засоление. Только безотвальная обработка способствовала некоторому улучшению условий развития растений, но не коренной мелиорации солонцов.

В условиях несколько лучшей дренированности (первый участок) химическая мелиорация оказала положительное действие на химические, физико-химические и водно-физические свойства почв и развитие растений. Урожайность многолетних трав при внесении фосфогипса в дозе 8 т/га возросла с 121 до 131 ц/га. Примерно так же она увеличилась и при внесении в почву однопроцентного раствора азотной кислоты. Однако в последнем случае в верхнем слое почв на 25% снижалась его биогенность.

Изучение разных видов соле- и солонцеустойчивых сельскохозяйственных культур показало, что лучшими на пойменных засоленных почвах были сахарная и кормовая свекла, сорго сахарное, донник белый, просо, суданская трава и люцерна.

В зоне сухой Степи Украины опыты по окультуриванию солонцовых почв на степных комплексах с глубоким залеганием грунтовых вод были заложены, как говорилось выше, на Генической опытной станции в 1954 г. С.П. Семеновой-Забродиной. В дальнейшем наблюдения за ними длительное время продолжали сотрудники станции и Всесоюзного НИИ кукурузы - З.А. Неред, Н.М. Лаврентьев, Ю.Е. Кизяков и др. Среди вариантов опыта были: вспашка на глубину 22 см (контроль), полуплантажная вспашка на глубину 40 см, плантажная вспашка на глубину 60 см, гипс 4 т/га по обычной вспашке, вспашка на 20 см с постепенным углублением до 30 и 40 см с внесением по 4 т/га гипса каждый раз, т.е. всего 12 т/га.

Результаты исследований опубликованы в ряде статей Н.М. Лаврентьева и Ю.Е. Кизякова. По данным Н.М. Лаврентьева (1984), за длительный период наблюдений произошли изменения состава и особенно свойств почв. Автор пришел к заключению, что в условиях нерошаемого земледелия наилучшим приемом повышения плодородия солонцов и солонцеватых почв Херсонского Присивашья была плантажная вспашка, отличающаяся очень большой длительностью положительного последействия (более 15 лет). Прекращение ее положительного влияния автором не зафиксировано и позже.

Плантажная вспашка способствует резкому улучшению физических, водно-физических и других свойств почв, получению высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Полуплантажная вспашка на глубину 40 см не обеспечивает улучшения свойств солонцовых почв, иллювиальный горизонт снова восстанавливается и оказывает негативное влияние на их плодородие. По мнению Ю.Е. Кизякова (1970, 1985), глубокий плантаж и дробное гипсование (по 4 т/га три раза при разноглубинной вспашке, всего 12 т/га) как приемы мелиорации автоморфных малонатриевых солонцов в богарном земледелии позволяют полностью устранить процесс солонцеобразования и создать новые антропогенные почвы.

Кафедра почвоведения Херсонского сельскохозяйственного института (Золотун В.П., Кухтева К.М.) поставила задачу установить длительность положительного последствия мелиоративной плантажной вспашки. С этой целью были изучены почвы, подвергшиеся плантажированию в Каланчакском районе Херсонской области в прежние годы в производственных условиях, а также в опытах кафедры почвоведения.

В процессе исследований было установлено (Кухтева К.М., 1976), что на малонатриевых солонцах Херсонской области плантажная вспашка на глубину 58-60 см обеспечивает вовлечение в мощный пахотный слой до 8-12 т/га гипса и до 30 т/га карбоната кальция. При этом устраняется морфологическая и гранулометрическая дифференциация почвенного профиля. Солонцовый горизонт не реставрируется даже в почвах, подвергавшихся плантажной вспашке 20 лет назад.

Плантаж способствует значительному улучшению физических и физико-химических свойств почв. Увеличивается содержание поглощенного кальция, уменьшается количество обменного магния и натрия, возрастает емкость обмена. Происходит миграция солей в глубокие горизонты. Самый высокий эффект обнаруживается на солонцах. Урожайность зерновых и кормовых культур повышается на них в среднем на 51% в первые 6 лет и на 35% в течение 20-летнего последствия.

При внесении органических и минеральных удобрений положительная экономическая эффективность в течение 20 лет составляла в среднем 51,6 рубля (в ценах 1960-70 гг.) дополнительного чистого дохода на 1 га в год. Вспашка на меньшую глубину – 43-47 см - уступает глубокой (55-60 см). На вторично засоляющихся солонцовых почвах она еще менее эффективна. Данные К.М. Кухтевой интересны и в отношении доказательства длительного положительного последствия мелиоративной плантажной вспашки. Они подтверждают выводы, полученные в опытах Генической опытной станции (Лаврентьев Н.М., Кизяков Ю.Е. и др.) и УНИИПА в Крыму.

В связи с сокращением на Украине производства плантажных плугов возникла необходимость в замене их другими сельскохозяйственными орудиями республиканского производства. С этой целью в 1980 г. лаборатория мелиорации УНИИПА совместно с Украинским НИИ меха-

низации и электрификации сельского хозяйства (УНИИМЭСХ) в совхозе «Переможець» Акимовского района Запорожской области заложила опыт. В нем были использованы машины конструкции УНИИМЭСХ, а также другие, предназначенные для обработки земель. Целью такого испытания стало выявление машин, перспективных для использования в мелиоративных целях. Опыты велись на темно-каштановых солонцеватых почвах.

Как показали наблюдения за составом и свойствами обработанных почв, к перспективным следует отнести плоскорез-щелеватель (ПЩН-2,5) и плоскорез-удобритель (КПУ-2,2), которые обеспечивают разрыхление почвы на глубину 60-65 см и внесение гипса в иллювиальный горизонт. Кроме того, перспективным оказалось комбинированное орудие РКС-2, разрушающее иллювиальный горизонт и смешивающее его с карбонатным горизонтом самой почвы (Новикова А.В., Мамонтова Е.Г., Гаврилович Н.Е., Гуков Я.С. и др., 1986).

Как известно, основная цель мелиорации солонцов состоит в создании окультуренных высокоплодородных почв с гомогенным мощным слоем, в котором обеспечиваются оптимальные водный, воздушный, питательный и другие режимы, химические и водно-физические свойства, способствующие получению высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Для создания новой мелиоративной техники, обеспечивающей повышение плодородия солонцов, конструкторам потребовались данные об оптимальных параметрах окультуренных солонцовых почв.

С этой целью лаборатория мелиорации УНИИПА провела специальные исследования в ряде хозяйств Херсонской и Крымской областей на полях с темно-каштановыми солонцеватыми почвами и солонцами, где в прежние годы был поднят плантаж, а в период обследования произрастала озимая пшеница. Были выделены участки с разным состоянием растений, проведен дробный учет урожая в 10-кратной повторности, а на скошенных площадках отобраны послойно образцы почв. В лаборатории определены состав и свойства почв (количество и химический состав водорастворимых солей, поглощенные основания, гумус, питательные вещества и другие). С помощью корреляционного метода анализа определялась теснота связи между показателями состава и свойств почв и величиной урожая. Используя данные, полученные на обследованных участках, а также на стационарах по мелиорации солонцов, и результаты некоторых дополнительных исследований, были выделены диагностические показатели окультуренных методом плантажной вспашки солонцовых почв, установлена разная степень окультуренности и предложены некоторые оптимальные параметры окультуренных солонцеватых почв (Новикова А.В., 1987).

Лаборатория мелиорации УНИИПА в период 60-90-х годов заложила также и другие опыты на солонцовых почвах, связанные с устранением солонцеватости, борьбой с вторичным засолением и осолонцеванием

при орошении. Результаты их, как и исследования других научно-исследовательских учреждений, будут освещены во второй части очерка.

Заканчивая первую часть очерка, приходим к следующему заключению. Развитие науки о засоленных и солонцовых почвах отражало свое время, социальные и экономические условия. Начиная с первых единичных исследований, оно получило систематический характер, определяемый и направляемый государственными задачами, связанными с удовлетворением растущей потребности населения в продуктах питания.

Развитие науки о засоленных и солонцовых почвах проходило, как и во многих других областях знаний, неравномерно. Первые представления были часто противоречивыми, позже они становились упорядоченными, дополнялись последующими глубокими исследованиями, переросли в стройную систему знаний о природе засоленных и солонцовых почв. Главный фундамент учения был заложен К.К. Гедройцем, А.Н. Соколовским, затем оно совершенствовалось, углублялось на основании исследований большого коллектива ученых - В.А. Ковды, И.Н. Антипова-Каратаева, Г.Н. Самбура, Г.С. Гриня, А.М. Можейко, А.М. Гринченко, С.П. Семеновой-Забродиной. В Украине период наибольшего подъема этой отрасли науки приходится на 60-80-е годы, когда стало разворачиваться внедрение в сельскохозяйственное производство гипсования и плантажной вспашки солонцовых почв, тогда же усилилось изучение свойств и режимов, протекающих в таких почвах в богарных и особенно в орошаемых условиях. Применение новых методов исследований: определения термодинамических показателей (активности ионов, их соотношения), пламенно-фотометрического, рентген-дифрактометрического и других методов позволило усовершенствовать диагностику современных почвенных процессов, установить новые показатели, характеризующие солонцеватость и засоленность. Были разработаны градации степени солонцеватости по соотношению активностей натрия и кальция, степени физической солонцеватости по иллювированности профиля, степени токсической засоленности по активности ионов натрия и др.

Параллельно с внедрением традиционных методов мелиорации стали разрабатываться новые, более совершенные методы - сочетание химической мелиорации с гидротехнической (Власюк И. А., Грабовский Н.П.), новый способ внесения гипса вместе с водой (Лазарчук Н.А., Болдырев, Борькин А.И.), новые химические мелиоранты, создание специальной машины для подачи суспензии гипса при поливах (Борькин А.И.), метод безотвальной обработки и подбор высокоурожайных солевыносливых сельскохозяйственных растений для освоения солончаковых солонцов (Чапко П.М.). Кроме того, была установлена возможность проведения мелиоративной обработки в Украине ярусным плугом ПТН-40 (Новикова А.В., Пятакова А.М.), обработки почв орудиями конструкции

УНИИМЭСХ и других организаций - ПЩН-2,5, КПУ-2,2 и РКС-2,2 (Гуков Я.С., Нагорный, Новикова А.В., Гаврилович Н.Е. и др).

Однако уровень развития науки в XX веке таков, что существующим приемам мелиорации еще не под силу коренным образом изменить почвообразование, ликвидировать солонцовый процесс. Пока это достижимо только на степных и лугово-степных солонцовых почвах с помощью глубокой мелиоративной вспашки лишь при условии точного соблюдения рекомендаций (учет глубины залегания грунтовых вод, глубины карбонатного и гипсового горизонтов и др.)

Гипсование является важным средством химической мелиорации солонцовых почв, о чем можно судить по величине урожая сельскохозяйственных культур и разработанным нормативам его прибавки от внесения гипса. При гипсовании заметно улучшаются агрофизические свойства, снижается щелочность, несколько уменьшается количество поглощенного натрия. Но почвенный профиль, расчлененный в ходе почвообразования на элювиальный и иллювиальный горизонты, сохраняется. Окультуривается лишь пахотный слой, в то время как большая часть иллювиального горизонта сохраняется без существенных изменений. Особенно трудно поддаются химической мелиорации луговые солонцы содового химизма, развивающиеся при постоянном капиллярном подпитывании снизу от близко залегающих грунтовых вод. В таких условиях требуется комплексная мелиорация с применением гидротехнических мероприятий (дренаж), что экономически не всегда оправдывается.

Возникает вопрос, какие негативные последствия может повлечь применение химической мелиорации и глубокой мелиоративной вспашки на окружающую природу, то есть каковы их агроэкологические последствия.

Химическая мелиорация солонцовых почв в государственном масштабе осуществляется с помощью внесения сыромолотого гипса или фосфогипса. Если первый совершенно безвреден, то второй содержит до 0,3% фтора, частое повторное внесение его, особенно в больших дозах, может вызвать накопление фтора в почве и в растениях.

По имеющимся данным исследований лаборатории мелиорации УНИИПА (Гаврилович Н.Е.), в гипсованных почвах Крымского Присивашья, а также в выращиваемой сельскохозяйственной продукции (картофель) не было обнаружено токсичного содержания фтора. Однако нужны дальнейшие исследования на участках с частым внесением больших доз фосфогипса.

Как отмечает И.Н. Любимова (1996), мелиорация солонцов оказывает положительное влияние на экологию самих почв, поскольку способствует расселению мелиорируемого пахотного горизонта. Вместе с тем, соли передвигаются не только вниз по профилю, но и отжимаются в

стороны с накоплением их в рядом расположенных немелиорируемых почвах. Следовательно, мелиорация солонцов может оказывать и некоторые негативные последствия на прилегающие массивы почв.

Применение концентрированной технической серной кислоты, которая в порядке пробного испытания изучалась в опытах Украинского института земледелия (Грабовский Н.П., Мельник К.К.), как говорилось выше, вызвало угнетение микрофлоры, хотя и ускорило рассолонцевание почв. Концентрированная кислота может привести к сгоранию части органики, а потому ухудшить экологию самой мелиорированной почвы (вопрос нуждается в уточнении).

Негативное воздействие на солонцовые почвы другого метода мелиорации - плантажной вспашки - возможно лишь при несоблюдении рекомендаций по ее проведению, в результате чего наверх могут выноситься часть иллювиального горизонта или токсичные соли, происходит усиление солонцеватости и засоленности с поверхности, вследствие чего ухудшается экология мелиорируемой почвы.

ЧАСТЬ 2

Изучение изменений свойств солонцовых почв под влиянием орошения, экологические последствия широкой ирригации, меры предупреждения и борьбы с ними

2.1. Этапы строительства ирригационных систем и их качество. Некоторые особенности природных условий Причерноморья

На протяжении многих веков передовые умы человечества вынашивали идею о введении орошения в южных районах Украины, Закавказья, Северного Кавказа, Молдавии и в других регионах.

Ирригация, химическая мелиорация, химизация и механизация могли способствовать интенсификации сельского хозяйства этих регионов с целью удовлетворения возрастающих потребностей населения в продуктах питания, а промышленности - в сырье. Но решать комплексно такие грандиозные задачи в довоенное время (30-е годы) наша страна еще не была готова. Лишь в послевоенные, 50-е годы, проектирование и строительство крупных оросительных систем в южных районах Советского Союза, в том числе и на Украине, стало реальностью.

В соответствии с правительственными постановлениями началось орошение прежде всего почв сухой и южной Степи Украины. Почти все почвогрунты юга Украины (в большей или меньшей степени) солонцеваты и засолены, поэтому вопрос об экологических последствиях орошения в этой зоне был очень актуальным.

На начальном этапе проектирования ирригационных систем предстояло установить влияние поливов на почвы имеющихся участков местного орошения, изучить природные условия территории для отбора земель под широкую ирригацию. Затем, по мере введения в строй и эксплуатацию новых крупных оросительных систем, возникла необходимость установить закономерности изменения гидрогеолого-мелиоративных условий и почвенных процессов в зоне орошения.

Со временем, когда после строительства первой очереди оросительных систем резко ухудшилась экологическая обстановка, потребовалось строительство коллекторно-дренажной сети. Был необходим прогноз возможного изменения положения грунтовых вод и засоления почв. Рассмотрение названных и других, связанных с орошением вопросов в исторической последовательности является предметом данной части очерка.

До начала широкой ирригации обследования некоторых участков местного орошения пресной водой были редкими и сводились к следующему.

В совхозе «Огородный гигант» Херсонской области И.Н. Антипов-Каратаев и В.Н. Филиппова (1955) обнаружили, что 17-летнее орошение темно-каштановых почв на относительно хорошо дренированных территориях привело к выщелачиванию солей ниже 300 см. В солонцах заметных изменений не произошло, соли по-прежнему располагались в пределах от 80 до 400 см.

В Херсонской области Г.Я. Чесняк (1959) установил, что под влиянием поливов в темно-каштановых почвах с глубиной залегания грунтовых вод 8-10 м происходит выщелачивание солей. Однако, при более близком залегании грунтовых вод (2-4 м) наблюдается пульсация процессов миграции солей: в период поливов соли выносятся вниз, а в послеполивной сухой период снова поднимаются вверх.

Г.Н. Самбур, Х.С. Спивак, С.М. Юник (1955) на участке местного орошения в Херсонской области установили, что в солонцах соли в горизонте их аккумуляции растворяются и подтягиваются наверх. Поэтому авторы пришли к заключению, что массовое орошение должно сопровождаться вторичным засолением за счет подъема солей самой почвы.

К.Э. Бурзи с сотрудниками (1968, 1970) также обнаружили, что орошение приводит к размыванию солевого горизонта в солонцах.

А.И. Гуменюк (1957) на основании изучения действия орошения пресной водой из артезианской скважины на темно-каштановые и другие почвы пришел к выводу, что при широкой ирригации возможно развитие вторичного засоления, причиной которого будут минерализованные грунтовые воды.

Таким образом, изучение опыта орошения из местных водосточников на небольших участках показало, что орошение вызывает

опреснение темно-каштановых почв, размывание солевых горизонтов и подтягивание водорастворимых солей при неглубоком залегании грунтовых вод. В связи с чем встал вопрос о выборе участков для орошения с учетом природных условий и свойств почв.

На основании имевшихся к тому времени материалов делалась попытка предварительно оценить пригодность земель для широкого орошения с учетом галогенеза и характера распространения солей в почвогрунтах (Гринь Г.С.), условий почвообразования и свойств почв (Самбур Г.Н.), гидрогеологических условий, засоленности почв (Буданов М.Ф.).

Вплотную разработкой критериев оценки пригодности земель для орошения по заданию Министерства мелиорации и водного хозяйства УССР занимались гидрогеологи и почвоведы ряда научных и производственных организаций. Выше (в разделе, посвященном крымскому периоду исследований солонцовых почв), было отмечено, что В.П. Гусев и др. брали в расчет при этом особенности почв и гидрогеологические условия, А.В. Новикова - водно-солевой режим, опасность появления вторичного засоления. А.В. Новиковой была составлена карта мелиоративного районирования степного Крыма с учетом степени пригодности почв к орошению.

По заданию Минводхоза УССР лаборатория физики почв УНИИПА (Гаврик П.А., Медведев В.В., Назарова Д.И., Лавровский А.Б.) еще до начала орошения начала изучать водно-физические свойства почв Степи и Лесостепи. Был получен чрезвычайно ценный материал по характеристике водно-физических свойств разных типов и видов почв, на основании которого определены поливные нормы. Результаты исследований опубликованы в ряде статей (Гаврик П.А., Медведев В.В. и др. 1964, 1967-1973) и представлены в Справочнике агрофизических свойств почв Степи и Лесостепи (1981), кроме того, была изготовлена серия обзорных картосхем водно-физических свойств почв. Все материалы переданы в Укргипроводхоз для использования при проектировании и реконструкции оросительных систем.

Развитие орошения в Украине имело свои особенности. Если до революции площадь орошаемых земель составляла всего 17 *тыс. га* (преимущественно в Крыму), к довоенному периоду увеличилась до 78 *тыс. га*, то уже к 1965 г. она возросла до 650 *тыс. га*, а к 1990 г. составила 2,6 *млн га* (Коваленко П.И., Собко А.А., Калантаренко И.И. и др., 1990).

Уровень проектирования и строительства оросительных систем соответствовал тому времени, в котором оно велось. Первые шаги совпали с труднейшим периодом восстановления народного хозяйства после Великой Отечественной войны. Недоставало средств, материалов. Не было опыта проектирования и строительства гидросооружений

крупного масштаба. Отсутствовал и опыт эксплуатации оросительных систем на больших площадях.

Рассматривая историю развития широкой ирригации в Украине, Б.И. Стрелец и П.И. Коваленко (1977) выделили три следующие этапа. Первый – 1950-1960 гг. - характеризовался строительством каналов без противофильтрационной облицовки и без коллекторно-дренажной сети. Орошение велось на низком техническом уровне, преимущественно по бороздам. Тогда были построены оросительные системы - Ингулецкая, Краснознаменная, Каменская и более мелкие. На втором этапе – 1961-1970 гг. - началось строительство оросительных систем более высокого качества, магистральные каналы стали сооружать с противофильтрационным покрытием, межхозяйственная и внутрихозяйственная оросительные сети выполнялись из железобетонных лотков, предусматривалась и строилась коллекторно-дренажная сеть. Основным способом орошения стало дождевание. Наиболее крупными системами, введенными в эксплуатацию в тот период, были Северо-Крымская, первая очередь Фрунзенской и Татарбунарская. Сооружались системы закрытого типа. С 1970 г. начался третий этап строительства ирригационных сооружений с созданием высокотехнических оросительных систем, применением широкозахватной оросительной техники, устройством высоконапорной закрытой оросительной сети, автоматизацией водораспределения, саморегулированием подачи воды на поля (Каховская, Фрунзенская, Днепр-Донбасс и другие оросительные системы).

Одновременно осуществлялась реконструкция оросительной сети, сооруженной на самых первых государственных системах, ввиду резкого ухудшения гидромелиоративной обстановки (подтопление, заболачивание и т.п.).

Помимо недостатков, связанных с проектированием и строительством оросительных систем, большая интенсивность воздействия оросительных мелиораций на экологическую обстановку в значительной степени обусловлена естественно-историческими условиями - климатом, степенью естественной дренированности, качеством принимаемых для полива вод.

Оросительные системы на юге Украины расположены в зонах сухой и южной Степи. Климат сухой Степи отличается высокими показателями температуры и испаряемости в летний период, что способствует большой интенсивности солепроявления в почвах и грунтовых водах зоны. Естественная дренированность территорий, где расположены оросительные системы, неодинакова в указанных зонах. В сухой Степи, в приосевой части Причерноморской впадины, условия дренированности значительно хуже, чем на более высоких равнинах Причерноморья в южной Степи. Поэтому воздействие оросительной мели-

орации должно было проявиться сильнее в зоне сухой Степи на самых первых оросительных системах, расположенных на территориях с низкой естественной дренированностью.

Качество оросительных вод в свою очередь оказывало сильное воздействие на почвы. Для орошения в зоне сухой Степи на государственных оросительных системах использовались воды Днепра, собранные в каскаде его водохранилищ (Каховское, Днепродзержинское, Кременчугское и др.). Эти воды имели хорошие показатели по минерализации и составу, особенно в начале ирригации, и пригодны для орошения. В зоне южной Степи для орошения применялись не только воды Днепра, Дуная, Днестра, но и озер-лиманов (Сасык, Китай и др.). Если вода Днепра пригодна почти по всем показателям, то вода Днестра и Дуная имела определенные ограничения. По данным Одесской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (Баер Р. А.), за последние 10 лет даже в воде Днепра в 1,5 раза возросли минерализация, жесткость, количество хлора, пестицидов. Допустимые пределы содержания оказались превышенными по меди в 10-100 раз, цинку - в 20, свинцу - в 6, нефтепродуктам - в 10 раз. Воды озер-лиманов Сасык, Китай, Ялпуг по минерализации, соотношению натрия и кальция, величине pH непригодны для орошения без специальной подготовки. Водообмен озер-лиманов с водой Дуная (Дунай-Днестровская оросительная система в Одесской обл.) совершается недостаточно интенсивно, поэтому их вода ограничено пригодна для орошения.

С учетом сказанного, на темно-каштановые солонцеватые почвы крупных оросительных систем должны были оказывать воздействие воды преимущественно хорошего качества (за исключением некоторых местных условий, где применяются воды малых рек и прудов или где в оросительную воду сбрасываются промышленные стоки), а на черноземы - воды разного качества, в том числе малопригодные для орошения. Поразному должны были реагировать на орошение и сами почвы. Солонцовые темно-каштановые почвы сухой Степи ранее уже испытали негативные изменения под влиянием галоморфизма, а черноземы только с орошением водой повышенной минерализации начали испытывать его воздействие, оказавшись более уязвимыми.

Минводхоз УССР привлек различные научные и производственные учреждения к исследованиям по тематике, связанной с орошением. Создавались новые опытные станции, институты. В работах принимали участие Украинский НИИ гидротехники и мелиорации, Украинский институт инженеров водного хозяйства, Украинский НИИ орошаемого земледелия, Украинский НИИ почвоведения и агрохимии, Одесский государственный университет, кафедры учебных заведений почвенного и сельскохозяйственного профиля Украины и России (МГУ и др.).

Примерно с 1960 г. тематика исследований в УНИИПА, в частности в лаборатории мелиорации, значительно изменилась. Собственно солонцовая проблематика была сокращена, предпочтение отдавалось вопросам, связанным с широкой ирригацией, а финансирование их велось преимущественно на хоздоговорных началах. По заказу Минводхоза УССР и Укргипроводхоза УНИИПА был привлечен к обоснованию проектов орошения и реконструкции старых систем, в связи с чем лаборатория мелиорации УНИИПА организовала ряд стационаров в зонах Краснознаменского и Северо-Крымского массивов орошения. Здесь в течение ряда лет велись наблюдения за изменением гидромелиоративной обстановки и миграцией солей под влиянием орошения и искусственного дренирования с целью определения оптимальных параметров горизонтального дренажа. Лаборатория разрабатывала методы прогноза вторичного засоления для выбора участков под дренаж с составлением самих прогнозов, изучала приемы борьбы с вторичным засолением и осолонцеванием и способы окультуривания солонцовых почв при орошении.

Прежде чем перейти к рассмотрению результатов исследований по названным вопросам, остановимся кратко на проблеме борьбы с фильтрацией воды в каналах, поскольку все негативные последствия для экологической обстановки начинались именно с потерь воды на фильтрацию из каналов. Проблему исследовала лаборатория коллоидно-химической технологии УНИИПА.

2.2. Проблема борьбы с фильтрацией воды из каналов

При строительстве крупных ирригационных каналов, водохранилищ и различных водоемов-накопителей возникают трудности с фильтрацией воды и различных промышленных стоков. В мировой практике известны некоторые приемы предупреждения фильтрации: уплотнение, битуминизация, облицовка бетоном и т.д. Однако на первых каналах Украины, в связи с недостатком средств на более надежные, но дорогие способы, применялось только уплотнение. Учитывая, что значительная часть ложа Краснознаменского канала была проложена в песчаных или легкосуглинистых грунтах, становится понятным, что с наполнением канала водой фильтрация из него, как и из Каховского водохранилища, достигает огромных размеров, вызывая не только местное повышение уровня грунтовых вод, но и подтопление целых поселков (Новая Маячка, Подокалиновка и др.). Потому начались усиленные поиски иных способов борьбы с фильтрацией воды.

Один из них, основанный на физико-химических процессах взаимодействия катионов в грунтах, возник задолго до широкой ирригации и связан с именем А.Н. Соколовского. Еще в 1919-1924 гг. в серии опытов А.Н. Соколовский определил влияние отдельных катионов

на физико-химические свойства почв. Как и К.К. Гедройц, он установил, что при насыщении почвенно-поглощающего комплекса (ППК) натрием почвы приобретают повышенную дисперсность, пептизацию и набухание. Возникла идея использовать такое действие натрия для борьбы с фильтрацией.

В 1928 г. в статье «Колоїди замість бетону» ученый предлагал метод борьбы с фильтрацией путем искусственного осолонцевания грунтов. Н.К. Крупский (1940, 1945) продолжал разрабатывать эту тему и дал развернутое научное обоснование такому методу. Особое внимание он уделял карбонатности грунтов, которая может препятствовать процессу осолонцевания.

С организацией Украинского НИИ почвоведения (1956) впервые в подобных институтах создается лаборатория коллоидно-химической технологии, руководителем которой был Н.К. Крупский, затем А.Я. Демидиенко и в последние годы Г.М. Белоненко. Исследования велись в двух направлениях: изучение взаимодействия карбонатного грунта с поваренной солью в лабораторных условиях и проведение полевых опытов в одном из орошаемых хозяйств Херсонской области. Результаты исследований Н.К. Крупского и А.Я. Демидиенко (1960) сводятся к следующему.

Карбонатные грунты, с содержанием CaCO_3 около 8%, способны осолонцеваться при внесении поваренной соли около 4 кг/м^2 . Процесс протекает в три этапа: растворение соли, взаимодействие с грунтом, развитие осолонцевания и, наконец, создание собственно солонцового экрана.

На втором этапе в ППК грунта внедряется натрий. При этом пористость снижается, растет дисперсность, пластичность, объемный вес. Образующийся экран снижает фильтрацию воды в несколько раз. Со временем пористость не увеличивается, хотя скорость фильтрации несколько повышается, оставаясь более низкой по сравнению с контролем. Для увеличения длительности последствия авторы предложили уплотнять осолонцованный грунт не сразу после внесения соли, а после осолонцевания.

Данные последующих наблюдений на осолонцованных каналах показали, что даже после 13-14 лет эксплуатации скорость фильтрации из них остается по-прежнему низкой. Однако были отмечены новые явления. В самой верхней части осолонцованного грунта величина обменного натрия значительно уменьшилась, приближаясь к контрольной. Значение электрокинетического потенциала снизилось. Вместе с тем накопились полуторные окислы (железа, алюминия), а также кремнекислоты. Увеличилась глинистость. Следовательно, сохранение антифильтрационных свойств на дальнейшей стадии эволюции осолонцованного грунта связано не с присутствием натрия, а с его последствием на фи-

зико-химические и химические свойства (Демидиенко А.Я., Ивашина А.Д., 1967, 1980). Авторы предложили конструкцию машины для внесения поваренной соли в ложе каналов. Однако из-за недостатка финансовых средств изготовление машин и широкое внедрение механизированного внесения соли не было осуществлено. А на втором этапе строительства ирригационных систем на юге Украины уже пошли по пути облицовки ложа каналов бетонным покрытием и сооружения бетонных лотков.

Другой важной проблемой, над которой работали сотрудники вышеназванной лаборатории, было предотвращение загрязнения дренажных вод гербицидами при выращивании риса. Установлено, что при затоплении рисового поля после обработки почв, посева риса и борьбы с сорняками с помощью гербицидов, остатки их поступают с фильтрующей сквозь толщу почвогрунтов водой в коллекторно-дренажную сеть, а затем сбрасываются в Черное море, загрязняя его. Чтобы предотвратить вымывание гербицидов грунтово-ирригационными водами, лабораторией был разработан способ, позволяющий локализовать гербициды в пределах рисовых чеков (Белоненко Г.М., Ивашина А.Д. и др., 1976). Способ заключается в создании под корнеобитаемым слоем специальной прослойки (суглинок, обработанный гуматами натрия) толщиной не менее 10 см, которую укладывают на примыкающей к дрене части чека. Прослойка задерживает гербициды и их метаболиты, растворенные в фильтрующей воде. Введение в пасту прослойки гумусовых веществ повышает биологическую активность грунта, в результате чего задержанные прослойкой гербициды разлагаются в течение одного вегетационного периода. Способ прошел опытную проверку на рисовых чеках в Херсонской области и Краснодарском крае, оказавшись эффективным.

Использование внутригрунтовых водонепроницаемых прослоек позволило в условиях полевого опыта выращивать затопляемый рис на Нижнеднепровских песках. А.Я. Демидиенко, А.Д. Ивашина, Е.Ф. Павленко (1970) провели модельный опыт и установили, что внутригрунтовая прослойка из осолонцованного грунта, уложенная на глубину 40, 50 и 60 см в толщу тонкозернистых песков резко снижает фильтрацию воды - с 700-1200 см/сутки до 0,5 см/сутки. В богарных условиях прослойка играет роль водоупора и способствует накоплению естественной влаги в почвах.

2.3. Экологические последствия первого этапа (7-10 лет) массового орошения в зонах Краснознаменной и Северо-Крымской оросительных систем

Краснознаменная оросительная система расположена на древней террасе-дельте Днепра. Оросительная сеть сначала была заложена

в земляном русле и лишь частично, после реконструкции, облицована плитами и оснащена лотками. Система введена в эксплуатацию в 1956-1960 гг.

Лаборатория мелиорации УНИИПА наблюдала за воздействием оросительных вод на почвы, начиная с 1959 г., в совхозах «Память Ильича» и «Приморский» Херсонской области. Эти хозяйства находятся в приморской части террасы-дельты Днепра. Абсолютные отметки местности снижаются к побережью Черного моря от 10 до 1 м.

В совхозе «Память Ильича» почвообразующие породы представлены легкосуглинистыми и супесчаными лессовидными отложениями, сменяемыми на глубине 1,5 м древнеаллювиальными песками. Грунтовые воды до орошения залегали на глубине 8 - 9 м на севере и до 1 м на юге. Почвенный покров представлен лугово-степными комплексами темно-каштановых почв и солонцов до 10%.

Основной массив почв характеризовался значительной опресненностью. Почвы восточной пониженной части с более тяжелым механическим составом содержали заметное количество солей (до 20-30 т/га) хлоридно-сульфатного типа. Магистральный канал проходил в легкосуглинистых и супесчаных грунтах.

Наблюдениями Каховской гидрогеологической экспедиции, располагавшей сетью наблюдательных скважин, было установлено, что с подачей в 1960 г. воды в канал в пределах данного хозяйства в первый же месяц уровень грунтовых вод поднялся на 1-2 м в полосе шириной 100 м от канала. Под каналом образовался водный купол высотой 6,5 м и шириной зоны влияния на грунтовые воды до 3 км. Исследования лаборатории (Новикова А.В., 1967; Ладных В.Я., Коваливнич П.Г., Новикова А.В., 1966; Ладных В.Я., 1967-1972) показали, что в первый год орошения в полосе шириной до 250 м от канала грунтовые воды поднялись на 3,4-3,6 м, а в течение последующих 5 лет - на 0,5 - 1 м.

Сезонный и многолетний режимы грунтовых вод определялись в основном режимом работы оросительной сети и вегетационными поливами. С достижением глубины 1,2-1,7 м от поверхности почвы подъем грунтовых вод несколько стабилизировался. Установилось некоторое равновесие за счет расхода воды на сток, испарение и транспирацию. Вблизи канала грунтовые воды опреснились с 2-5 до 0,2-0,7 г/л, состав их изменился, из гидрокарбонатно-натриевого и магниевое стал гидрокарбонатно-кальциевым. Но с удалением от канала на 300-600 м минерализация воды вследствие испарения из почвы повысилась до 1,2-1,6 г/л, а в подовых понижениях - до 2,8-6,9 г/л с преобладанием в составе солей хлоридов натрия и магния. В более минерализованных водах количество натрия достигало 66% от суммы катионов, что способствовало осолонцеванию почв. К концу шестого года орошения

(1967г.) произошло опреснение грунтовых вод на преобладающей более повышенной части массива орошения, представленного супесчаными и легкосуглинистыми почвогрунтами. В восточной подовой части минерализация грунтовых вод повысилась в связи с боковым притоком солей с вышележащей территории и расходом грунтовых вод на испарение и транспирацию.

В зависимости от механического состава почвогрунта почвенные растворы от грунтовых вод поднялись на высоту в супесчаных почвах до 70-120 см, в легко- и среднесуглинистых - до 2 м от поверхности почвы.

На преобладающей повышенной части орошаемого массива при глубине грунтовых вод 2-3 м и минерализации около 1 г/л в почвах не происходило накопление солей. В почвах пониженных участков мезорельефа, имевших более тяжелый механический состав, с более близким залеганием грунтовых вод и минерализацией до 4-6 г/л наблюдалось накопление солей в межполивные периоды и в конце летнего сезона. На некоторых пониженных участках на поверхности образовались выплеты солей. В составе солей помимо NaCl появились новые соли – CaCl₂, CaSO₄. В нижних горизонтах почв и в грунтовых водах была обнаружена нормальная сода. Образование среди вторичных солей хлористого кальция и сульфата кальция происходит вследствие обменных реакций между поднимающимися грунтовыми водами и поглощающим комплексом почв. Появление здесь соды можно объяснить как частичным поступлением ее из подземных вод, связанных с грунтовыми, так и процессом сульфатредукции в застойных грунтовых водах подовых понижений.

По данным В.Я. Ладных (1972), в результате нескольких лет орошения степень и типы засоленности почв изменились следующим образом. По-прежнему незасоленной осталась неорошаемая территория к северу от магистрального канала, а также западная возвышенная часть орошаемого массива. Вторичное засоление не отмечалось вблизи магистрального канала с опресненными почвами и почти пресными грунтовыми водами (ниже критической минерализации).

В орошаемых рассоляющихся почвах запасы солей во втором от поверхности метровом слое снизились до 5-20 т/га. В восточной пониженной части орошаемого массива, наоборот, сформировались вторично засоленные почвы. Содержание солей в горизонтах аккумуляции достигло 1-3,7 %, в том числе хлоридов до 1-2 %. Солевой состав стал хлоридно-сульфатным, натриево-кальциевым. До появления вторичного засоления преобладал гидрокарбонатный, в меньшей мере сульфатный состав солей.

На данном стационарном участке в 60-е годы был построен опытный горизонтальный дренаж с расстоянием между дренами 100,

150 и 300 м и глубиной заложения дрен 3 - 3,5 м, местами 2-2,5 м от поверхности. Влияние дренажа сказалось в первые же два года: подъем грунтовых вод остановился. Минерализация грунтовых вод снизилась с 3-5 г/л до 1-3 г/л. Средний вынос солей с дренажным стоком составил 3,6 т/га в год со всей дренируемой территории. Удалялись преимущественно хлориды натрия. Через 1-2 года работы дренажа почвы на большей части дренажного стационара стали незаселенными или слабозасоленными с содержанием солей в двухметровой толще не более 0,3%. Под влиянием поливов на фоне дренажа размылись горизонты аккумуляции солей, уменьшилось количество хлоридов.

В.Я. Ладных были изучены особенности водно-солевого режима почв при разных междренних расстояниях, размеры выноса солей, изменение их химизма и влияние на рост сельскохозяйственных растений. На основании исследований были даны конкретные рекомендации по мерам предупреждения подъема грунтовых вод и вторичного засоления почв. Оптимальные междренние расстояния для таких относительно легких почво-грунтов составили 150-300 м. Кроме того, было дано заключение по выбору глубины заложения дрен для разных по механическому составу грунтов, а также величины критических глубин и минерализации грунтовых вод.

Таким образом, работа сотрудников лаборатории мелиорации УНИИПА позволила показать воздействие крупных магистральных и внутрихозяйственных каналов, построенных без гидроизоляции на суглинистых и легкосуглинистых почвогрунтах, и влияние поливов на изменение гидрогеолого-мелиоративных условий и водно-солевого режима почв.

Были установлены существенные различия в солеобмене между почвами разного механического состава и грунтовыми водами. Определены также условия, при которых возникает вторичное засоление почв террасы-дельты Днестра, установлены размеры засоления и состав вторичных солей.

Помимо лаборатории мелиорации УНИИПА, в эти же годы на Краснознаменной оросительной системе проводили наблюдения научные и производственные организации - УНИИОЗ, УНИИГИМ, Каховская гидрогеолого-мелиоративная экспедиция и другие. Особенно большой вклад в познание закономерностей изменения гидрогеологических и почвенно-солевых процессов внесли работы Каховской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции при научно-методическом руководстве В.Г. Ткачук. Располагая многочисленной стационарной сетью наблюдений за гидрогеологическими условиями В.Г. Ткачук, Р. А. Смирнов, Р. А. Баер, И.Б. Абрамов выявили ряд важных закономерностей по водообмену и засоленности почвогрунтов.

Исследованиями Брилевской опытной станции (Белякова Е.Т., 1962) установлено, что в первые годы орошения (1959-1961 гг.) грунтовые воды поднялись на 2-3 м, их минерализация возросла на 0,5-0,7 г/л. Причиной подъема грунтовых вод были как потери на инфильтрацию из Краснознаменского канала, межхозяйственных каналов, на полях при поливах, так и подпитывание снизу от увеличившегося напора неогенных вод (Смирнов Р.А., Баер Р.А., 1965).

При мелиоративном обследовании, проведенном учеными УНИИОЗ (Бурзи К.Э. и др.), Каховской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (Чернодоля Г.А., Сербин А.М., Абрамов И.Б.), Херсонской почвенной партии института Укрземпроект (Рябцева В.Ф. и др.), вторичное засоление было обнаружено во многих хозяйствах в зоне Краснознаменской оросительной системы. По данным Каховской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (Абрамов И.Б.), площадь вторично засоленных почв уже в 1964 г. составляла 10 тыс. га., а затем она удвоилась. В целом гидромелиоративная обстановка ухудшилась на 70% орошаемой площади. По наблюдению Укргипроводхоза (Чирва Ю. А.), на террасе-дельте Днепра более сильное понижение уровней грунтовых вод достигалось при устройстве вертикального дренажа (по сравнению с горизонтальным) вследствие откачки насосами больших объемов вод с глубины до 50 и более метров.

Оросительные системы Северного Крыма были построены позже - в 1962-1967 гг. и приурочены к плиоценовой террасе и равнинному плато. Впервые вода по Северо-Крымскому каналу поступила на Перекопский перешеек в октябре 1963 г., а с 1964 г. началось орошение.

Наблюдениями Крымской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (Ришес Е.А., 1967) установлено, что после заполнения первого отрезка канала под ним начал образовываться купол воды. В декабре 1964 г. в 100 м от канала уровни грунтовых вод повысились на 5-6 м, установившись на глубине 4,2-5,4 м от поверхности. Купол имел более крутые борта, гидродинамическое влияние его на грунтовые воды сказывалось на расстоянии 1 км.

В.Н.Ставицкий и И.А.Федосеева (1966) установили, что на повышенных элементах рельефа, где грунтовые воды залегают относительно глубоко, в результате орошения произошло опреснение их в пределах верхнего слоя воды. В местах пониженных, где грунтовые воды залегают близко (1,5-2 м), произошло усиление их минерализации. Лишь возле канала, за счет фильтрации пресных вод и разбавления грунтовых, отмечалось опреснение.

В совхозе «Таврический» Красноперекопского района еще до начала орошения лаборатория мелиорации УНИИПА провела почвенное обследование и солевую съемку. Почвы были представлены темно-

каштановыми, лугово-каштановыми и солонцами. Земли этого хозяйства, расположенные на Перекопском перешейке, стали орошаться сразу же с пуском воды в магистральный канал. Повторное обследование земель хозяйства через пять лет орошения показало существенные изменения (Новикова А.В., Златина И.Г., Балюк С.А., 1973). Частые и неумеренные поливы при выращивании кукурузы вызвали изменение положения грунтовых вод. С глубины 7-8 м они поднялись за 5 лет орошения и установились на глубине 1-3 м и ближе от поверхности почвы. Возле межхозяйственного распределителя, в полосе шириной 30-40 м, вода выступила на поверхность, появились болотные растения. Несколько дальше от канала, в полосе шириной 100-300 м, грунтовые воды залегали на глубине менее 1 м, на поверхности почв образовалась корка солей, количество которых достигало 8-10%. В составе солей преобладали (от общего количества 60-80%) сульфаты натрия, магния, кальция. Вторичное засоление отмечалось и в пониженной центральной части хозяйства, где грунтовые воды залегали на глубине 1-1,5 м. Однако засоление было слабым. Остальная площадь осталась незасоленной. Более того, почвы испытали опреснение, среди них выделился небольшой массив с содержанием солей 0,1-0,2%, в составе которых присутствовала сода. Грунтовые воды залегали в пределах 1-1,5 м.

Вторичное засоление установлено лабораторией мелиорации также в совхозах «Орловский», «Днепровский» и других хозяйствах Красноперекопского района Крымской области. Оно отмечено сотрудниками Крымского филиала УНИИГИМ (Супряга Н.К., Липатов А.Б.), Крымской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции (Лазукин В.И., Бродерзон Г.М. и др.). Вторичное засоление было обнаружено также на рисовых участках и за их пределами (Янчковский Ю.Ф., Иванов В.Н.). А.Б. Липатов (1981) подчеркивает, что при орошении засоляются почвы пониженных элементов рельефа, около каналов, прудов и рисовых систем, в местах, где грунтовые воды поднялись к отметкам выше 1,5 м. Почвы повышенных участков мезорельефа с залеганием грунтовых вод глубже 2,5 м от поверхности, наоборот, рассоляются.

К такому же заключению на основании результатов исследований на опытном дренажном стационаре (первом в зоне Северо-Крымского канала, построенном по настоянию УНИИПА) в совхозе «Днепровский» Красноперекопского района пришли П.И. Кукоба и С.А. Балюк. Здесь удалось проследить за динамикой процесса солеобмена между почвой и грунтовыми водами до начала орошения, после введения в эксплуатацию оросительной, а затем и с началом работы дренажной сети. Поступательные изменения гидрогеологических условий и миграции солей в почвах освещались в ряде статей (Новикова А.В., Кукоба П.И., 1971; Кукоба П.И., Балюк С.А., 1973, 1983). Итоги

многолетних исследований обобщены С.А. Балюком (1979). Они сводятся к следующему.

До орошения (1963 г.) грунтовые воды на стационаре находились на глубине 7-9 м от поверхности земли и имели минерализацию 7-14 г/л преимущественно хлоридно-натриевого состава. Почвенный покров представлен темно-каштановыми солонцеватыми почвами и солонцами на лессовидном тяжелом суглинке.

После заполнения каналов водой и начала орошения уровень грунтовых вод стал повышаться и к 1970 г. достиг высоты 3 м и ближе к поверхности почвы. Затем темп подъема вод замедлился, и на 8-й год после начала орошения наступила стабилизация уровня грунтовых вод. Установилось определенное равновесие между скоростью их подъема и расходом воды на транспирацию, испарение и дренажный отток.

Там, где горизонтальные дренажи располагались на расстоянии 500 м друг от друга, грунтовые воды поднялись до глубины 1,5-2,0 м от поверхности почвы. В местах, где грунтовые воды залежали ближе, чем 2 м от поверхности, происходило вторичное засоление в пределах верхнего метрового слоя почвы. В 1973 г. здесь впервые в грунтовых водах и почвах была обнаружена сода (Кукоба П.И.).

На этих же почвах с расстоянием между дренажами 240 м грунтовые воды не поднялись выше 2 м, происходило сезонно-необратимое рассоление почв поливными водами. Дренаж способствовал выносу солей и рассолению почв, не допуская вторичного засоления, такое явление отмечено не только на темно-каштановых почвах, но и на солонцах. Данные исследований позволили С.А. Балюку рекомендовать для борьбы с вторичным засолением почв применение горизонтального дренажа с междренним расстоянием 250 м и глубиной заложения дрен не менее 2,5-3,0 м.

Научная ценность работы состояла в том, что впервые для почв тяжелосуглинистого механического состава на плиоценовых террасах были установлены особенности формирования водно-солевого режима темно-каштановых солонцеватых почв при орошении на фоне горизонтального дренажа с различными междренними расстояниями. Определены условия регулирования водно-солевого режима и оптимальные параметры дренажа. Результаты работы были внедрены в проектирование новых и реконструкцию ранее построенных гидротехнических сооружений в зоне Северо-Крымского канала.

Заключения лаборатории мелиорации о влиянии широкого орошения на грунтовые воды и почвы Северо-Крымской оросительной системы подтверждены наблюдениями других научных и производственных учреждений - Крымским филиалом УНИИГИМ и Крымской гидрогеолого-мелиоративной экспедицией.

Таким образом, экологические последствия широкого орошения в зонах Краснознаменской и Северо-Крымской систем в первые 7-10 лет проявились двояко. С одной стороны, орошение устранило дефицит водного питания сельскохозяйственных культур, способствовало существенному повышению урожайности, стабилизации урожая и в целом обеспечению населения продуктами питания.

С другой стороны, широкая ирригация на технически несовершенных системах в приосевой части Причерноморской впадины привела к негативным экологическим последствиям - затоплению и заболачиванию пониженных участков рельефа и локальному вторичному засолению, а местами - осолонцеванию почв.

2.4. Прогнозирование вторичного засоления почв и других почвенных процессов при орошении

В конце 50-х-начале 60-х годов, когда ухудшение мелиоративного состояния земель на первых оросительных системах юга Украины стало очевидным, возникла необходимость в строительстве коллекторно-дренажной сети. Для определения участков, нуждающихся в первоочередном строительстве дренажа, необходимо было составить прогноз возможного вторичного засоления почв при орошении. Однако, к тому времени существовали только методы прогноза возможного подъема уровня грунтовых вод при орошении, такие как: расчетный метод С.Ф. Аверьянова и др., метод ЭГДА (электродинамических аналогий), В.С. Лукьянова и др. Освоением и дальнейшим совершенствованием этих методов, разработкой самих гидрогеологических прогнозов занимались гидрогеологи Укркипководхоза (Петраш А.Д., Ивахненко В.П., Хмельницкая Н.И. и др.), а также гидрогеологи Днепропетровского госуниверситета (Филимонов В.Д. и сотрудники). Результаты прогноза в виде карт залегания грунтовых вод на разные периоды от начала орошения передавались проектантам оросительных систем. Вопрос же о том, как скажется динамика уровней грунтовых вод на содержании солей в водах и почвах, оставался невыясненным. Поэтому Укркипководхоз предложил УНИИ почвоведения и агрохимии заняться разработкой метода солевого прогноза и на его основе составить солевой прогноз для ряда участков существующего и предполагаемого орошения.

Первый вариант метода солевого прогноза был составлен А.В. Новиковой (1967) и после обсуждения его в Почвенном институте им. В.В. Докучаева (г. Москва), а затем в Укркипководхозе (г. Киев) был одобрен. На основе этого метода лаборатория мелиорации УНИИПА составила карты прогноза в масштабе 1:25000 для ряда участков зоны Краснознаменского и Северо-Крымского массивов орошения, которые были переданы Укркипководхозу для определения участков, нуждаю-

щихся в первоочередном строительстве дренажа. В последующем после внесения ряда уточнений появился второй вариант метода солевого прогнозирования (Новикова А.В., 1975).

В основу теории прогноза вторичного засоления почв положено общеизвестное явление их засоления при близком уровне залегания минерализованных грунтовых вод. Метод солевого прогноза слагался из двух частей: гидрогеологического и собственно солевого прогноза. Сначала гидрогеологами разрабатывается прогноз возможного подъема уровня грунтовых вод на разные периоды от начала орошения (гидрогеологический прогноз), а затем, взяв этот прогноз за основу, почвоведы-мелиораторы разрабатывают прогноз возможного вторичного засоления почв (солевой прогноз) на разные периоды от начала орошения с учетом динамики гидрогеологических процессов и соответствующих им почвенных процессов.

Важной частью солевого прогноза является определение возможного изменения минерализации грунтовых вод, поднимающихся при орошении. Для составления солевого прогноза необходимо было предварительно провести полевые и лабораторные исследования почв и грунтов, а именно: определить запасы солей в толще зоны аэрации, установить исходные глубины и химический состав грунтовых вод, определить критическую глубину грунтовых вод и их критическую минерализацию; уточнить некоторые водно-физические показатели, необходимые для последующих расчетов; провести лизиметрические исследования для учета расхода грунтовых вод на испарение и транспирацию, выполнить сезонные наблюдения за водно-солевым режимом почв при разном мезорельефе и положении грунтовых вод. Следует подчеркнуть, что на ряде орошаемых участков к тому времени уже возникло вторичное засоление почв с образованием корки солей на поверхности. Поэтому при разработке метода солевого прогноза особое внимание было уделено установлению корреляционной связи между глубиной грунтовых вод, их минерализацией и количеством солей, аккумулирующихся на поверхности почвы и на некоторой глубине от нее. В ходе исследований обнаружилось, что кроме критической глубины, при которой соли появляются на поверхности почв, можно выделить еще такие интервалы глубин грунтовых вод, когда соли по капиллярам достигают лишь средней части профиля. Были выделены три градации критической глубины грунтовых вод.

Следующим этапом исследований стало определение изменений минерализации грунтовых вод после подъема их в толще засоленного грунта, т.е. разработка метода прогноза минерализации грунтовых вод. После ряда экспериментов с образцами нарушенного сложения почвогрунтов, а также с монолитами был разработан так называемый метод физического моделирования минерализации грунтовых вод. Он

состоял в последовательной обработке одним и тем же объемом грунтовой воды всех вышележащих слоев пород и почв. С учетом данных расхода влаги на испарение и транспирацию (лизиметрические наблюдения) расчетным путем определяли возможное накопление солей в почвах за один вегетационный период и изменение их состава в зависимости от режима полива и атмосферных осадков. Расчет солей вели по формуле (Новикова А.В., 1967, 1975):

$$S_{ep} = \frac{C_{п} \times H}{d \times h \times 100}$$

где $S_{гр}$ - количество солей, поступающих в почву из грунтовых вод при испарении и транспирации, %; $C_{п}$ - прогнозируемая минерализация, г/л; d - объемный вес слоя почвы, г/см³; H - высота столба грунтовой воды, расходуемой на транспирацию и испарение, мм; h - мощность слоя почвы, в котором будут откладываться соли.

Одновременно устанавливали виды сельскохозяйственных растений, способные выдержать ту или иную степень засоления почв.

На основе анализа полученных материалов были составлены графики распределения влажности и солей в почве, по которым определялась критическая глубина грунтовых вод; графики солевых профилей почв, картограммы типов засоления; планы глубин грунтовых вод от поверхности в гидроизогипсах; планы минерализации грунтовых вод; графики динамики солей и влаги в почве. После на основе карт гидрогеологического прогноза были созданы крупномасштабные карты прогноза вторичного засоления на разные сроки от начала орошения.

При некотором несовершенстве описанного метода солевого прогноза, он все же отличался тем, что основывался на наблюдаемых в природе изменениях гидрогеологических и почвенно-мелиоративных состояний. Поскольку метод разрабатывался, исходя из конечного результата (т.е. от наблюдаемых случаев засоления), то проверка подтвердила его правильность. На первом этапе ирригации, когда в малодренированной части Причерноморья возникло вторичное засоление, с помощью предложенного метода и карт солевого прогноза стало возможным установить места для строительства коллекторно-дренажной сети, а в целом обосновать необходимость строительства систематического дренажа в условиях низкой естественной дренированности территории. Впоследствии представленный метод уточнялся. Была определена величина солеотдачи из почвогрунтов ненарушенного (монолиты) и нарушенного сложения (Новикова А.В., Власенко П.П., 1972, Новикова А.В., 1975). С установлением влияния объемов и концентрации солей в грунтовых водах на солеотдачу выявлена тесная корреляционная связь между исходной засоленностью грунта и исходной и конечной минерализацией грунтовых вод. По полученной формуле связи

оказалось возможным составить прогноз минерализации грунтовых вод в процессе их подъема к поверхности, не прибегая к методу физического моделирования.

Был исследован также вопрос о влиянии инфильтрации пресной воды на конечную минерализацию грунтовой воды путем выявления соответствующей математической зависимости. В рассматриваемый период С.Ф. Аверьянов (1965) предложил аналитический метод прогнозирования солевого режима с учетом механизма конвективной диффузии. Результаты наблюдений за динамикой солей на разных орошаемых участках позволили А.В. Новиковой сделать заключение о необходимости использования поливариантного подхода к прогнозированию вторичного засоления, учитывающего не только различия водного баланса, но и воздействие инфильтрационных пресных вод на конечную минерализацию грунтовых вод. Для зоны Северо-Крымского орошаемого массива лаборатория мелиорации УНИИПА разработала прогноз водно-солевого режима почв, в котором сочетались данные физического моделирования минерализации грунтовых вод с поправкой на степень разбавления их пресными инфильтрационными водами и с последующим расчетом на ЭВМ возможного засоления по аналитическому методу С.Ф. Аверьянова (разработку программы и последующие расчеты выполнил С.Г. Цыгуткин). Прогноз был составлен не по одному, а по 12 вариантам, учитывающим несколько показателей водного и солевого балансов. Результаты прогноза были представлены в эпюрах распределения солей по каждому варианту (Новикова А.В., 1975).

Проверка прогноза на некоторых участках в ряде хозяйств Крыма, выполненная лабораторией мелиорации УНИИПА, показала в целом правильность составленного прогноза. Весь материал по исходной засоленности почвогрунтов степного Крыма, по впервые предложенной количественной оценке степени естественной дренированности территории, солевому прогнозу и мелиоративному районированию степного Крыма был передан Укргипроводхозу для обоснования проектного задания по Северо-Крымскому каналу, а также опубликован в монографии А.В. Новиковой «Прогнозирование вторичного засоления почв при орошении» (1975).

Проблема прогнозирования солевого режима почво-грунтов не ограничивается только определением возможного накопления количества солей в почвах при их орошении. Возникают и другие вопросы, такие как: скорость наступления вторичного засоления в связи со скоростью капиллярного передвижения солевых растворов в грунтах, прогнозирование качественного состава солей, прогнозирование направленности обменных реакций в почвенно-поглощающем комплексе при действии солей на почвы и др. Все перечисленные вопросы были ис-

следованы сотрудниками лаборатории мелиорации УНИИПА в ходе разработки и составления солевого прогноза. Так, Л.П. Кроткевич изучено воздействие разных факторов на скорость капиллярного передвижения солевых растворов и величину испарения в лизиметрах. Опыты велись с насыпными грунтами в стеклянных трубках высотой 20 см, а также в полнопрофильных монолитах с ненарушенным сложением высотой 1 м.

Результаты исследований обобщены в работах Л.П. Кроткевич (1969) и А.В. Новиковой и Л.П. Кроткевич (1970). Установлено, что капиллярное передвижение минерализованных водных растворов в песке и в лессовидном суглинке происходит неодинаково. В песке высокоминерализованные растворы хлористого, сернокислого натрия и магния поднимаются с одинаковой скоростью, а в лессовидном суглинке скорость передвижения сернокислого магния почти в два раза меньше, чем хлористого натрия. Хлоридно-сульфатный натриево-магниевый раствор с концентрацией до 50 г/л передвигается в лессовидном суглинке примерно так же, как и дистиллированная вода. При дальнейшем возрастании концентрации (до 100 г/л) скорость подъема заметно снижается. Испарение с поверхности почвы ускоряет подъем растворов вверх. В сухих грунтах капиллярное передвижение происходит медленно. С повышением влажности грунта скорость передвижения возрастает. Чем сильнее солонцеватость почвы, тем медленнее скорость передвижения раствора. В солонцах скорость подъема раствора в 2,5 раза ниже, чем в лугово-каштановой почве.

Полученные Л.П. Кроткевич данные показали, что при близком залегании грунтовых вод растворы солей могут достичь верхнего горизонта уже в первый год орошения. Растворы хлористых солей достигают поверхности почв быстрее, чем сульфатных. Вторичное засоление почв может появиться раньше на несолонцеватых почвах, поскольку солонцовый горизонт препятствует подъему растворов.

Была установлена также определенная дифференциация солей во вторично засоленных почвах Краснознаменской и Северо-Крымской систем с преобладанием хлоридов в первой и сульфатов во второй (Новикова А.В., Златина И.Г., Балюк С.А., 1973). Предстояло установить причины такой дифференциации. С этой целью аспиранткой Н.Е. Гаврилович были поставлены модельные опыты в цилиндрах высотой 10 см, содержащих массы отдельных генетических горизонтов, к которым подавались растворы преимущественно хлоридных или сульфатных солей. Оказалось (Новикова А.В., Гаврилович Н.Е., 1977), что в пределах каждой модели можно выделить три слоя по содержанию влаги и солей - солевая корка, испаряющий и транзитный слои. Состав солей в корке в значительной мере определялся солевым составом солей исходного раствора, подаваемого снизу, а также составом обменных ка-

тионов каждого генетического горизонта и составом солей в них. Солевые корки при испарении преимущественно сульфатного раствора состояли из гипса, а при испарении преимущественно хлоридного раствора - из хлористого кальция и частично гипса. Повышение степени солонцеватости сопровождалось снижением количества кальциевых солей, что соответствовало значительной насыщенности их коллоидного комплекса натрием. Опыты охарактеризовали качественную сторону процесса засоления. Нужно было определить роль процессов адсорбции катионов.

С этой целью естественные образцы почв из различных почвенных горизонтов и образцы искусственно насыщенные обменным кальцием приводились в соприкосновение с различными комбинациями солевых растворов, имеющих разную ионную силу и различное соотношение в них натрия и кальция. Была выявлена следующая закономерность (Гаврилович Н.Е., 1981). Направленность обменных реакций при воздействии растворов нейтральных солей на почву зависит от концентрации и соотношения катионов натрия и кальция в растворе, а также от соотношения раствора и твердой фазы почвы, от солевого состава и природы отдельных генетических горизонтов. При преобладании в исходном растворе натрия почва адсорбирует преимущественно натрий. Когда в растворе преобладает кальций, почва в основном сорбирует кальций. С увеличением соотношения «раствор: твердая фаза почвы» интенсивность обменных реакций значительно возрастает. При преобладании в растворе натрия над кальцием, с увеличением объема жидкой фазы усиливается адсорбция натрия. Становится понятным, почему при высоких поливных нормах минерализованной водой, в которой натрий преобладает над кальцием, происходит значительное осолонцевание почв. Наоборот, с возрастанием количества кальция в растворе (в поливной воде), при преобладании его над натрием, кальций адсорбируется по мере увеличения соотношения «раствор: почва» сильнее, предотвращая тем самым осолонцевание почвы. Именно так объясняется большая эффективность гипсования в случаях, когда гипс вносится в почву вместе с поливной водой (Болдырев А.И., Борькин А.И. и др.).

Математический анализ полученных данных позволил установить корреляционную связь между величиной адсорбции катионов почвой и соотношением в исходном растворе натрия и кальция при различном соотношении жидкой и твердой фаз. Получены соответствующие уравнения квадратичной модели и построены изокванты. Используя их, можно прогнозировать возможность осолонцевания почв при воздействии растворов нейтральных солей (Новикова А.В., Гаврилович Н.Е., 1986). Вычисленные Н.Е. Гаврилович константы обмена натрия на кальций и магний в темно-каштановых почвах позволяют осуществлять расчеты по адсорбции катионов. В современных

математических моделях переноса солей введен новый показатель, который учитывает ионный обмен в виде уравнения изотермы обмена Никольского (Шульгин Д.Ф. и др., 1978; Айдаров И.П. и др., 1978).

Лаборатория мелиорации разработала также прогноз образования соды при рассолении с десорбцией поглощенного натрия на фоне карбоната кальция (Новикова А.В., Златина И.Г., 1977).

Таким образом, лаборатория мелиорации почв УНИИПА, применив разнообразные методы исследований (полевые динамические наблюдения, физическое моделирование некоторых почвенных процессов и математический анализ), установила ряд новых закономерностей в характере процессов засоления и рассоления почв, показав важную роль не только исходного состава солей в растворах, но и значение отдельных генетических горизонтов (состава их солей, поглощенных катионов, механического состава и др.). Полученные результаты позволили впервые в Украине и в СССР предложить метод солевого прогнозирования и метод прогнозирования осолонцевания почв при орошении, а также представить прогноз образования соды при десорбции натрия на фоне карбоната кальция, что стало определенным вкладом в дальнейшее развитие мелиоративного почвоведения.

2.5. Изменение агроэкологических условий и почвообразования в связи с развитием рисосеяния на засоленных почвах юга Украины

Благоприятные климатические условия юга Украины позволяют выращивать ценную зерновую культуру - рис. Первые попытки возделывания риса были предприняты в Украине еще в 30-е годы сначала в богарных условиях, а затем при орошении в поймах рек.

Один из крупных (по тому времени) массивов рисосеяния располагался в пойме реки Южный Буг (Вознесенский район Николаевской области). В первые годы здесь получали высокие урожаи риса. Но со временем, при отсутствии коллекторно-дренажной сети, на рисовых участках произошло сильное засоление почв, особенно в притеррасной части плавней. Урожаи риса резко упали. Возникла необходимость в устройстве дренажа. В одном из хозяйств Вознесенского района (колхоз «Прогресс»), где рисовые участки были заложены еще в 1936 г., а позже, в 1956 г., построена дренажная сеть, предназначенная для снижения уровня грунтовых вод на рисовых чеках, сотрудники лаборатории мелиорации УНИИПА А.М. Можейко, П.Г. Коваливнич и аспирантка Бай-Ин провели исследования. В результате опытов были выявлены особенности миграции солей из почв рисовых чеков в зависимости от междреннего расстояния и на разных расстояниях от дрен. Определялись количество и качественный состав солей в грунтовых, дренажных водах и почвах. Установлено (Бай-Ин, 1960), что имеющаяся дренажноколлекторная

сеть недостаточно интенсивно отводила грунтовые воды и на некоторых участках рисовых чеков ниже 80 см они не опускались. Вблизи дрен отмечалось опреснение верхнего слоя почв (0-20 см), с удалением от дрен процесс выщелачивания ослабевал и, наоборот, развивалось вторичное засоление.

Рисовые участки в связи с недостаточной глубиной дрен подтопляли прилегающую к ним неорошаемую территорию. В целом рисосеяние в поймах рек возможно при условии строительства коллекторно-дренажной сети.

Помимо негативного влияния рисовых полей на примыкающие земли (усиление притока минерализованных вод и развитие вторичного засоления), на некоторых участках отмечались явления просадки грунтов. Так, по данным исследований П.А. Гаврика (1966), на Копуловском орошаемом массиве Днепропетровской области, расположенном на правом коренном берегу Днепра, где рис выращивался с затоплением, лессовые грунты обладали значительной просадочностью. На глубине 0,5-5,0 м общая просадка составляла 5-19%, дополнительная просадка при замачивании – 2-16%. Автор пришел к заключению, что использовать под рисовые поля такие почвогрунты недопустимо.

Второй этап рисосеяния в Украине наступил в 60-е годы, когда начали строиться крупные ирригационные системы, такие как: Краснознаменная (Херсонская область), Северо-Крымская (Крымская область) и другие. Общая площадь под посевами затопляемого риса в Крымской, Херсонской и Одесской областях достигла за эти годы 62 тыс. га. В зоне Краснознаменной оросительной системы рисовые участки приурочены к древнеаллювиальным отложениям второй террасы Днепра. В Присивашье, в зоне Северо-Крымского орошаемого массива, они расположены на приморской части плиоценовой террасы. Характерной чертой территорий рисосеяния является близкое залегание грунтовых вод, солонцеватость и высокая засоленность почв. Механический состав почв орошаемых массивов различный. В Херсонской области почвы легкосуглинистые и супесчаные, в Крыму - тяжелосуглинистые. На названных орошаемых массивах много подов. Большие площади рисовых полей в Одесской области приурочены к плавням реки Дунай. Глубина грунтовых вод здесь колеблется от 0,2 до 3-5 м, минерализация их вдоль коренного берега – 25-35 г/л. Очень разнообразен почвенный покров: преобладают дерновые, луговые, болотные оторфованные почвы. Средняя многолетняя урожайность риса здесь достигала 50 ц/га, а в ряде хозяйств была выше 60-65 ц/га, особенно в первые годы возделывания культуры. Через несколько лет на некоторых участках сбор риса стал снижаться до 20-25 ц/га. Потребовалось выяснить причины снижения урожайности, чтобы выработать меры по предотвращению такого явления. Поскольку проблема оказа-

лась совершенно новой для Украины, к ее решению были привлечены многие научные учреждения и опытные станции: УНИИГиМ, УНИИОЗ, Крымская опытно-мелиоративная станция, УНИС риса, Укргипроводхоз и др.

По вопросу воздействия затопляемого рисосеяния на грунтовые воды, почвы и их плодородие имеются многочисленные публикации, по ним защищены кандидатские и докторские диссертации. Рассмотреть все работы не представляется возможным, поэтому остановимся лишь на некоторых.

Мировой опыт рисосеяния привел ученых к заключению, что выращивание риса на засоленных землях возможно только при устройстве дренажной сети для выноса солей (Кириченко К.С., 1937; Ковда В.А., 1947; Волобуев В.Р., 1949; Егоров В.В., 1954; Бобков В.П., 1968; Попов А.А., 1969 и др). Построенные на Украине рисовые инженерные системы в целом отвечали требованиям мировой инженерно-мелиоративной науки. Поверхность почвы в рисовых чеках подвергалась тщательной планировке, строились оросительная и коллекторно-дренажная сети. На вновь построенных орошаемых массивах предстояло выяснить: воздействие воды на солевой режим почв рисовых участков при разном положении грунтовых вод и их минерализации, изменение процесса почвообразования, влияние различных факторов на развитие и урожайность риса, рациональные севообороты при рисосеянии, виды и нормы удобрений.

Рисовой проблематикой в Украине занимались Б.И. Лактионов (1961, 1976), И.С. Жовтоног (1968), Т.Н. Кириенко (1961, 1969, 1985), Д.В.Ярмизин, А.Д. Обухов (1967), Ю.Ф. Янчковский (1967), И.К. Паламарчук (1967), Л.В. Скрипчинская (1968), Д.П. Химич (1969), И.К. Супряга (1971), Л.Г. Пекаторос (1971), С.М. Каленюк (1979), Н.Ф. Решетняк (1974) и др.

По наблюдению ученых УНИИГиМа (Жовтоног И.С., 1968, 1969 и др.), использование засоленных земель для рисосеяния возможно только при хорошо работающей дренажной системе и соответствующих условиях рельефа. Так, в совхозе «Россия» Голопристанского района Херсонской области отчетливое рассоление отмечалось в почвах повышенных территорий с абсолютными отметками 1,5-2,0 м над уровнем моря при глубине заложения дрен 1,2-1,3 м. На пониженных участках с абсолютной отметкой 1 м при глубине дрен 0,7 м рассоление протекало медленно.

Наблюдениями УНИИОЗ (Лактионов Б.И., 1976) установлено, что в первые два года затопления рисовых чеков из почвы выносятся до 30-40 $m/га$ хлоридов и сульфатов натрия. В течение 8-10 лет затопления рисовых полей водой происходит почти полное опреснение метрового слоя каштановой почвы. Однако интенсивность выщелачивания

солей зависит от степени дренированности территории и физико-химических свойств почвогрунтов. Низкая водопроницаемость иллювиального горизонта солонцов и солонцеватых почв препятствует вымыванию солей. Кроме того, интенсивность удаления солей из почвы зависит также от глубины залегания грунтовых вод. Однако не все участки, занятые под выращивание затопляемого риса, рассоляются. Ю.Ф. Янчковский (1976), В.Н. Иванов (1958), Б.И. Лактионов (1976) установили, что при большой разнице между уровнем поверхности смежных чеков (50-70 см) на участках, примыкающих к рисовым полям, происходило вторичное засоление почв. В наибольшей степени засоление проявлялось в первые годы освоения земель под рис.

Балансовые наблюдения на рисовых участках, проводимые в течение ряда лет Украинской станцией риса (Решетняк Н.Ф., Харченко О.В., 1976), дали возможность получить количественные показатели поступления воды и ее фильтрации на рисовых чеках. Так, на высоких чеках с глубиной грунтовых вод перед посевом риса 1,3 м приток грунтовых вод меньше оттока, что указывает на интенсивную фильтрацию оросительной воды (5-8 мм/сут), которая идет на поднятие уровня грунтовых вод. На низких чеках, где глубина грунтовой воды находится ближе к поверхности, приток ее больше оттока. Подъем уровня грунтовых вод здесь происходит как вследствие вертикальной фильтрации, так и в связи с их слабым оттоком. Как известно, на рисовых участках после планировки чеков поверхность массива имеет своеобразную террасированность. На чеках с глубиной грунтовых вод менее 1 м грунтовые воды становятся неподвижными и приобретают напорность, что препятствует фильтрации оросительных вод вглубь грунта. Минерализация грунтовых вод хорошо согласуется с данными водного баланса. Если на высоких чеках минерализация грунтовой воды равна 1-3 г/л, то на низких – 12-13 г/л. Количество солей в почве соответственно составляет 0,1-0,7% и 1,7-2,6%. О.В. Харченко (1968) установил, что промывка из метрового слоя почвы нижних чеков прекращается при скорости фильтрации поливной воды меньше 1 мм/сутки. Опреснение грунтовых вод наступает при скорости фильтрации 2 мм/сутки. Авторы пришли к заключению, что между величиной фильтрации и урожайностью риса существует прямая зависимость: при фильтрации равной нулю урожайность не превышает 25 ц/га, а при фильтрации 10 мм/сутки – 45-47 ц/га. В целом же наблюдения за водным и солевым балансами, а также скоростью фильтрации позволили получить конкретные количественные показатели и выявить особенности процесса изменения мелиоративной обстановки на рисовых участках.

Дальнейшие уточнения процессов, протекающих на рисовых полях при затоплении чеков, были сделаны С.М. Каленюком (1979) на

аналогичных рисовых системах Краснознаменского канала, расположенных в подах. Было установлено, что заполнение водой оросительных каналов и чеков, расположенных на окраине пода, усиливает напорность грунтовых вод в центральной пониженной части его, ухудшая естественную дренированность и замедляя процессы выщелачивания солей. Потому выращивание риса в подах возможно только при усилении их дренированности путем устройства дренажной сети. Для рассоления почв и предупреждения их заболачивания автор рекомендует несколько вариантов устройства дренажной сети.

Все исследователи, изучающие влияние затопления рисовых полей на почвы и грунтовые воды, единодушно отмечают, что минерализация грунтовых вод на них колеблется в очень больших пределах - от 1,5 до 35 г/л, а химизм изменяется от гидрокарбонатно-сульфатно-натриевого на повышенных участках до хлоридно-натриевого на низких. На всех участках в грунтовых водах появляется нормальная сода и сероводород. По данным Н.Ф. Решетняка, содержание соды в грунтовых водах достигает 60 мг/л на высоких участках и 60-120 мг/л, а иногда до 200 мг/л, - на низких. Количество сероводорода колеблется в пределах 6-12 мг/л. Реакция вод щелочная (рН = 8,2-9,1).

Из изложенного следует, что формирование солевого режима почв на рисовых чеках связано с рельефом местности и степенью ее дренированностиTM. На повышенных участках происходит рассоление почв. В понижениях грунтовые воды приобретают напорность, что препятствует выносу солей, и в почвах идет процесс вторичного засоления. Содержание сероводорода в почвах повышенных участков в 1,5-2 раза меньше, а содержание подвижного железа, обладающего способностью нейтрализовать сероводород, в 1,2-3 раза больше, чем на пониженных участках.

Д.Г. Шапошников (1962, 1973) установил, что урожайность риса зависит от глубины залегания грунтовых вод и при подъеме их выше 1,5 м начинает снижаться. Причиной снижения сбора являются не только засоление, но и другие процессы.

При выращивании риса затоплением резко изменяются условия почвообразования, в частности, под влиянием очень длительного (6-7 месяцев) стояния слоя воды на поверхности почвы развиваются элювиально-глеевые процессы, изменяющие окислительно-восстановительный потенциал среды, что приводит к изменению содержания подвижного железа, марганца, алюминия и подвижного органического вещества. Особенно заметен такой процесс на солонцах и солонцеватых почвах (Лактионов Б.И., 1976). Наблюдениями Т.Н. Кириенко, О. А. Кухты и Ю.Н. Грищенко (1976) установлено, что после десяти лет бессменного выращивания риса на темно-каштановых солонцеватых почвах происходят заметные изменения окислительно-восстановительных условий. По сравнению с целинны-

ми участками на рисовом поле весной величина окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) была ниже на 15-18%. В то же время на участках правильного рисового севооборота наблюдались меньшие изменения ОВП почв. Под влиянием затопления в почве увеличивается содержание закисного железа, марганца, аммиачного азота, а также сульфидов. Возрастает величина рН. Авторы установили тесную корреляционную связь между глубиной грунтовых вод и значением величины ОВП. Из полученного уравнения такой связи следует, что оптимальные окислительные процессы протекают при глубине грунтовой воды 140-150 см.

Т.Н. Кириенко (1981, 1985) уделила большое внимание изучению специфики почвообразования на рисовых полях, прибегнув к разным методам исследования. Так, с помощью микробиологических наблюдений было выявлено, что при затоплении водой количество микроорганизмов в почве увеличивается в 4-5 раз по сравнению с незатопляемым участком. Максимум их развития приходится на июнь. С установлением восстановительных процессов и накоплением токсических веществ количество микроорганизмов резко уменьшается и только после сброса воды и уборки риса вновь возрастает. Определен видовой состав микроорганизмов, динамика их численности.

Установлены также различия в минералогическом составе почв (Коваливнич П.Г., Кириенко Т.Н., 1978). Они состоят в трансформации глинистых минералов и перераспределении их по профилю. С увеличением длительности затопления снижается содержание гидрослюд, уменьшается количество каолинита. В верхних горизонтах, особенно на некоторой глубине, появляется хлорит. Все свидетельствует о начальной стадии деградационных явлений в темно-каштановых почвах на участках монокультуры риса. Т.Н. Кириенко приходит к заключению, что эволюция почв под влиянием затопления при возделывании риса может протекать в таких направлениях: 1) интенсивное развитие элювиально-глеевых процессов, происходящих в условиях монокультуры риса и приводящих к развитию деградационных процессов; 2) усиление интенсивности глеевого процесса на пониженных участках, вызывающее заболачивание почв и снижение их эффективного плодородия; 3) развитие процесса вторичного засоления почв при близком залегании минерализованных грунтовых вод и плохой работе коллекторнодренажной сети; 4) формирование естественно-антропогенного (культурного) почвообразовательного процесса на участках выдержанного рисового севооборота при условии применения комплекса агротехнических, агрохимических и мелиоративных мероприятий, направленных на создание высокопродуктивных культурных типов почв.

Остановимся еще на одной проблеме, связанной с рисосеянием, которую поднимает в работах И.К. Супруга. Посевы затопляемого

риса в Крыму занимали в разные годы от 20 до 30 тыс. га на почвах тяжелосуглинистых с низкой водопроницаемостью, солонцеватых и высокозасоленных. Чтобы обеспечить хорошую проточность и фильтрацию воды на рисовых полях с целью промывки солей, на рисовые чеки приходится подавать большое количество пресной воды. Эта вода по коллекторно-дренажной сети сбрасывается в море. Объем стоков достигает, по данным И.К. Супряги (1971), около 150-200 млн м³ в год. Автор задался целью установить возможность повторного использования сбросных вод с рисовых полей. В результате исследований И.К. Супряга (1971, 1977) пришел к заключению, что сброшенные дренажные воды можно повторно использовать с учетом определенных ограничений, а именно: минерализация воды для повторного использования не должна быть выше 1 г/л. Полив водой, с минерализацией 3 г/л на почвах тяжелого механического состава при оросительной норме 2500 м³/га может вызвать сезонную аккумуляцию солей из поливных вод в количестве от 0,15 до 0,20%. Для полного удаления солей требуется 200-250 мм атмосферных осадков в осенне-зимний период, а если их недостаточно, то перед посевом риса необходимо провести профилактические промывочные поливы пресной водой. Песчаные и супесчаные почвы можно поливать водой с минерализацией до 8 г/л, не опасаясь их засоления. При поливе незасоленных почв минерализованными водами целесообразно применять малые поливные нормы до 350 м³/га. В случае полива почв, в которых концентрация почвенных растворов выше минерализации поливной воды, целесообразно поливать большими нормами, добиваясь создания промывного режима орошения.

В заключение следует отметить, что агроэкологические последствия введения в производство посевов риса затоплением неоднозначны. Положительное воздействие выразилось в дополнительном вовлечении в фонд пахотных земель новых площадей, ранее непригодных для возделывания сельскохозяйственных культур вследствие своей засоленности. Рассоление таких почв с помощью промывок при рисосеянии позволило расширить посевные площади под культуру, что способствовало большому удовлетворению потребности населения в ценном продукте - рисе. Однако есть и негативные стороны такого орошения. Прежде всего это большой расход воды для обеспечения выноса солей из засоленных почв. Сбрасывание в Черное море дренажных вод повышенной минерализации с остатками гербицидов, вредных для борьбы с сорняками, является экологически опасным. При повторном бесконтрольном использовании вод возможно осолонцевание почв при поливе культур зерновых и кормовых севооборотов. Могут произойти также заболачивание и вторичное засоление почв низких чеков и прилегающих к рисовым полям земель, явления деградации

интенсивно опресняемых почв. В целом следует считать, что при правильной эксплуатации рисовых участков, введении рисовых севооборотов, соблюдении технологии поливов, при очистке вод от гербицидов возможно продолжать выращивать рис, как это делают во всем мире.

Однако в последние годы поднимается вопрос о преобразовании в Крымском Присивашье района рисосеяния в зону производства грубых и сочных кормов, производства молока, молочных продуктов и мяса с целью прекращения дальнейшего загрязнения Черного моря (Половицкий И.Я., Николаев Е.В., Боков В.А., 1996). Вопрос о рисосеянии в Причерноморье нуждается в дальнейшем тщательном изучении с учетом всех экологических проблем.

2.6. Агроэкологические последствия применения минерализованных вод для орошения

(Раздел написан совместно с кандидатом сельскохозяйственных наук В.Я. Ладных)

Во многих странах мира с засушливым климатом, испытывающих недостаток пресной воды для орошения, используются минерализованные воды с количеством солей 1-7 г/л. В Украине еще до создания крупных государственных оросительных систем на отдельных небольших огородных участках для полива использовались воды малых рек, прудов и артезианских скважин. Это так называемое «малое» орошение позволяло выращивать овощи и кормовые культуры. Площадь таких участков в целом по республике достигала 400 тыс. га. Они были сосредоточены преимущественно в зоне сухой Степи и, частично, в центральной Степи на темно-каштановых почвах и черноземах. Уже в то время было замечено, что свойства почв на таких участках постепенно ухудшаются. Снижение плодородия почв после орошения минерализованными водами заставило ученых заняться выяснением причин и разработкой способов борьбы с этим явлением. Прежде всего необходимо было найти критерии оценки пригодности вод для поливов. В мировой практике такая оценка делалась прежде всего по количеству солей. В.И. Вернадский подразделял воды на пресные, соленые и рассолы. Считалось, что для орошения можно применять только пресные воды, в которых минерализация не превышала по А.Н. Костякову 0,5 г/л, а по А. Алешину 1 г/л. Позже качество воды стали оценивать по составу катионов и их соотношению.

В Украине впервые предложил оценивать таким путем качество воды еще в 30-е годы М.Ф.Буданов. Департамент сельского хозяйства США в 1955 г. рекомендовал вычислять так называемый коэффициент поглощаемости натрия почвой из воды по такой формуле:

$$K = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}, \text{ мг - экв / л}$$

Если K не превышает величину 8, то воду можно использовать для орошения.

И. Арани (1958) предлагал учитывать в воде процентное содержание натрия от суммы катионов и применять воду в случае, если содержание Na не превышает 50-60%. Таким образом, вода может быть пресной, но наличие в ней заметного количества натрия делает ее непригодной для орошения.

Кроме качества воды (минерализация и катионный состав), имеют значение свойства и химизм почв, используемых для орошения. Исследователи начали работать над этой проблемой. Обследовав ряд участков «малого» орошения в Херсонской области, где для орошения применялись преимущественно минерализованные артезианские воды, и проанализировав пробы воды из 180 источников, А.М. Можейко и Т.К. Воротник (1958) обнаружили значительную агрессивность этих вод по отношению к темно-каштановым почвам. Она обуславливалась повышенной минерализацией вод местных водоемов, высоким содержанием в них натрия от суммы катионов, повышенной щелочностью, присутствием сероводорода и другими причинами. Авторы установили, что вместе с осолонцеванием почв при поливе происходило также их засоление, которое было особенно заметным в первые три года. Затем наступала некоторая стабилизация. Внесение гипса в осолонцованную почву повышало содержание обменного кальция и снижало количество натрия. Но даже повышенные дозы гипса (6 $t/2a$) не могли полностью рассолонцевать почву. Гипсование снижало гидрофильность почвенных коллоидов, повышало урожайность сельскохозяйственных культур и позволяло уже в первый год внесения гипса окупить затраты на это мероприятие. Полное восстановление плодородия почвы возможно лишь при прекращении орошения минерализованной водой с дальнейшим гипсованием.

А.М. Можейко и Т.К. Воротник (1958) разработали классификацию вод по их пригодности для орошения. В ней выделено три класса по минерализации воды, группы по содержанию натрия и кальция от суммы катионов в процентах, типы по характеру реакции (рН) и подтипы по составу анионов. Ирригационная оценка дается по процентному содержанию натрия и калия от суммы катионов, выраженных в мг-экв на 1 л воды. Если эта величина не превышает 66%, вода считается пригодной, при 66-75% вода опасна для орошения, при величине более 75% - непригодна.

Несколько иную оценку пригодности воды для орошения для юга Украины дал М.Ф. Буданов (1958, 1959). В основу ее положены минерализация, жесткость воды, отношение содержания в воде натрия к кальцию и натрия к сумме кальция и магния. К минерализованным водам автор отнес воды с содержанием солей более 1 г/л. Кальцинирование воды гипсом требуется тогда, когда соотношение Na:Ca в мг-экв/л более 1,0 или при соотношении Na:(Ca+Mg) более 0,7. Доза гипса вычисляется по разности между содержанием натрия и жесткостью в мг-экв/л. Следует отметить, что все классификации применимы для вод нейтральной реакции.

С организацией лаборатории мелиорации УНИИПА исследования, начатые А.М. Можейко в 50-60-е годы, продолжили Т.К. Воротник, В.Я. Ладных и другие. Целью их работы было дальнейшее совершенствование методов оценки минерализованных вод на крупных государственных системах орошения и на участках «малога» орошения, исследование влияния минерализованных вод на физико-химические свойства почв и на урожайность сельскохозяйственных культур.

В Донбассе для орошения используются шахтные и промышленные воды, сбрасываемые в пруды и реки. Воды содержат повышенное количество солей, что увеличивает их концентрацию в прудах, реках, водохранилищах, откуда берется вода для орошения земель. По данным Т.К. Воротника (1969), из обследованных в 1961-1965 гг. 149 источников воды, 57% из них оказались с повышенной минерализацией с неблагоприятным соотношением катионов. Автор обратил внимание на то, что зачастую в данном регионе количество натрия в воде не превышает установленного критического уровня (66% от суммы катионов), а почва все же имеет ярко выраженные признаки осолонцевания. При этом было обнаружено повышенное содержание магния. Автор потому счел необходимым выделить два типа осолонцевания почв. Первый тип - осолонцевание вызывается натрием, второй - оно обусловлено натрием и магнием. На возможное участие в процессе осолонцевания почв магния обратила внимание и А.М. Корж (1958) в Одесской области.

В другом регионе - центральной части Причерноморской низменности (Херсонская и Запорожская области) - для орошения используются подземные щелочные минерализованные воды. В Акимовском районе Запорожской области Т.К. Воротник, В.Я. Ладных, В.М. Соловьева (1973) установили, что под влиянием таких вод осолонцевание протекает очень интенсивно. В весенний период поверхность почв была покрыта окремненной коркой, под которой находится сильно диспергированная набухшая почвенная масса. Физико-химические показатели этой почвы свидетельствуют о значительной ее осолонченности. К оценке пригодности щелочных вод для орошения потребовался не-

сколько иной подход, с учетом остаточной щелочности. Авторы предложили оценивать такие воды по соотношению кальция к магнию и натрия к сумме всех катионов, дав такие градации (табл.4).

4. Классификация щелочных вод

Ca : Mg мг-экв/л	Эквивалентное соотношение Na к сумме всех катионов, мг-экв/л			
	благо- при- ятное	неблаго- приятное	очень неблаго- приятное	чрезвычайно не- благоприятное
> 1,5	до 0,5	0,5 - 0,6	0,6 - 0,7	> 0,7
< 1,5	до 0,4	0,4 - 0,5	0,5 - 0,6	> 0,6

При благоприятном соотношении катионов почвы не осолонцовываются; при неблагоприятном - воды обладают средней солонцующей способностью, а урожайность снижается на 15-25 %; при очень неблагоприятном - почвы быстро солонцуются, а урожайность снижается на 25-50%, при чрезвычайно неблагоприятном соотношении урожайность снижается на 50-70% и более.

Внесение гипса на осолонцованные почвы несколько улучшает их свойства и повышает урожайность сельскохозяйственных культур, но все же плодородие почв не поднимается выше 65-75% от уровня несолонцеватых орошаемых пресной водой почв. Кроме отрицательного воздействия на почву, подземные щелочные воды оказывают влияние и на ее микрофлору. А.Д. Михновская, Т.К. Воротник, С.О. Губина (1974) установили, что при преобладании в воде кальция, в почвах усиливаются биохимические процессы, улучшается фосфатный и азотный балансы. При преобладании натрия отмечается негативное действие вод на биохимические процессы. При длительном орошении такой водой изменяется соотношение аэробных и анаэробных микроорганизмов в сторону увеличения количества анаэробов. Возрастает количество грибной микрофлоры, что оказывает токсическое воздействие на развитие сахарной свеклы, томатов и др. культур. Термическая обработка и длительное промерзание почв полностью уничтожают грибную микрофлору, повышают количество бактерий, что уменьшает токсическое воздействие вредной микрофлоры на растения. Удобрения, особенно органические, благоприятно воздействуют на микрофлору. Поэтому рекомендуется внесение в почву навоза и гипса, а также введение в орошаемых севооборотах богарного периода с посевом однолетних и многолетних трав.

Негативное воздействие производственной деятельности человека на почву, выразившееся в ее осолонцевании при использовании

для орошения неблагоприятных по качеству вод, не ограничилось участками «малого» орошения. Оно обнаружилось также и на отдельных крупных участках государственных оросительных систем, со временем расширяясь и приобретая характер своеобразной «эпидемии». В начале ввода в эксплуатацию крупных орошаемых массивов осолонцевание почв от орошения было обнаружено на Ингулецкой оросительной системе (Мусяенко А.В., 1968). Для орошения здесь использовалась вода р. Ингулец и днепровская вода, поступающая в устье Днепра. В верховьях Ингульца в него сбрасывались сильноминерализованные стоки Криворожского железорудного комбината. Вследствие чего в поливной воде периодически повышалась минерализация (до 500 мг/л и более), а состав катионов становился неблагоприятным для орошения. В почвах отмечалось изменение физических и физико-химических свойств, указывающее на их осолонцевание, подтверждающееся снижением их плодородия. Автор рекомендовал перед орошением периодически вносить гипс на поверхность почвы.

Осолонцевание темно-каштановых почв было отмечено и в Придунайском районе Одесской области. А.М. Корж (1968), исследуя состав воды и ее влияние на содержание поглощенных катионов в почвах, установила, что осолонцевание происходит не только при большом содержании натрия, но и в том случае, когда сумма натрия и магния превышает 30% от всех катионов.

Большой вклад в разработку данной проблемы внес УНИИОЗ (Болдырев А.И., Красутская Н.В., Сафонова Е.П., 1977 и др.). В 1970-1988 гг. учеными проводились интенсивные исследования влияния минерализованной воды на свойства почв (они продолжаются и до настоящего времени). Работы осуществлялись как на участках местного орошения, так и на Ингулецкой оросительной системе. Минерализация оросительных вод на Ингулецком массиве колебалась в пределах 0,5-1,5 г/л, содержание натрия достигало 40-70% от суммы катионов. Установлено, что после 7-9 лет орошения в верхнем метровом слое почв произошло накопление солей. Количество солей возросло почти в два раза от исходного. Кроме того, наблюдалось четко выраженное осолонцевание почв с накоплением в них поглощенного натрия в 1,7-3,4 раза превышающего исходный уровень. Изучалось также действие гипса и извести на осолонцованные почвы при поливе их минерализованными водами. Обнаружено, что на второй год после внесения гипса в лугово-черноземной почве количество натрия снизилось вдвое, в черноземе южном - в 1,6 раза. Под влиянием извести снижение натрия составило соответственно 1,4 и 1,9 раза по сравнению с контролем. Улучшились физические и водно-физические свойства, в частности, количество водопрочных агрегатов возросло на 10%, что сказалось на повышении урожайности сельхозкультур. В среднем за три года при-

бавка урожая люцерны составила от гипсования 17,3%, от известкования - 21,3%, а семян костра безостого соответственно - 19,0 и 22,5%. А.И. Болдырев и его аспирант А.И. Борькин (1984) длительное время работали над созданием специальной машины для механизированного внесения гипса вместе с поливной водой («Геничанка»). Гипс вносится в воду и затем диспергируется с помощью специальной гидроциклонной установки. Образующаяся суспензия подается в поливную воду и вместе с ней на поверхность почвы, лучше всего путем дождевания агрегатами ДДА-100, ДДН-75, «Днепр» и др.

На следующем этапе изучения проблемы потребовались новые подходы к оценке пригодности воды для орошаемых массивов юга Украины. С этой целью коллективы лабораторий мелиорации двух институтов - УНИИПА и УНИИОЗ - объединили свои усилия и совместно составили рекомендации «Пригодность воды для орошения по опасности осолонцевания и засоления» (Воротник Т.К., Болдырев А.И., Красутская Н.В., 1982). В них выделены следующие группы вод по их пригодности для орошения: вполне пригодные, ограниченно пригодные, условно пригодные и непригодные. Возможность осолонцевания почв определяется по содержанию в воде натрия и магния. По опасности засоления выделен ряд градаций с учетом суммы солей (от низкой до средней). Предложена формула для вычисления потребности в мелиоранте. При этом учитываются водно-физические свойства почв. В случае малого содержания натрия в воде и значительного преобладания в ней магния над кальцием в расчеты вносится соответствующая поправка. Для удобства определения норм гипса составлены номограммы, по изоплетам которых быстро определяется норма.

В 1975-1985 гг. в Херсонском Присивашье в зоне распространения темно-каштановых почв, орошаемых хлориднонатриевыми подземными водами, длительные исследования в полевых опытах были проведены Всесоюзным институтом кукурузы (г. Днепропетровск) - Ю.Е. Кизяковым. Исследования, результаты которых опубликованы в 1982-1985 гг., развили и углубили ранее проводимые в этом регионе работы А.М. Можейко, Т.К. Воротника и др. В диссертационной работе Ю.Е. Кизякова (1985) было показано, что при орошении темно-каштановых почв хлоридно-натриевыми водами с содержанием солей 1-3 г/л, применение инженерных и агро-мелиоративных мероприятий по предупреждению ирригационного засоления, осолонцевания, декальцинации, обесструктурирования почв эффективны лишь при орошении сроком до 5-8 лет. В дальнейшем процессы деградации почв хотя и ослабляются, но продолжают развиваться, несмотря на сохранение в какой-то период высоких урожаев сельхозкультур. Возникает необходимость ставить вопрос с экологической точки зрения о целесообразности применения таких вод для длительного орошения.

В 1983 г. сотрудники лабораторий мелиорации УНИИПА, УНИИОЗ и специалисты других научных учреждений, объединив усилия, разработали первый региональный Украинский Госстандарт на качество оросительной воды (ГОСТ 25900-83), в котором нашли отражение результаты исследований по использованию минерализованных вод для орошения в Украине. В стандарте, как и в ранее опубликованных «Методических рекомендациях по составлению проектно-сметной документации на химическую мелиорацию почв, орошаемых минерализованными водами» (1982), дана классификация природных вод Украины по содержанию в них солей с выделением 4 классов вод по их пригодности для орошения и предложены методы расчета доз мелиорантов для предупреждения осолонцевания почв (по формулам и номограммам). В названном нормативном документе использован новый метод оценки качества вод в зависимости от свойств орошаемых ими почв. Его авторы исходили из оспариваемого многими исследователями (Егоров В.В., Айдаров И.П., Зимовец Б.А.) постулата о том, что почвы с более благоприятными водно-физическими и химическими свойствами (незаселенные и несолонцеватые, а также хорошо оструктуренные черноземы) могут поливаться водой более плохого качества, чем рекомендовано для каштановых почв, т.к. они обладают большей буферностью к процессу осолонцевания. Многие исследователи Почвенного института имени В.В. Докучаева все же предлагают разработать для черноземов наиболее щадящий режим орошения и более жесткие требования к качеству оросительной воды. Так, вполне пригодными водами для черноземов они предлагают считать воды с минерализацией 0,25-0,50 г/л, опасными - 0,5-0,7, непригодными - с минерализацией больше 0,7 г/л независимо от качественного состава солей.

В 1982-1995 гг. в зоне обыкновенных и южных черноземов Заднестровья возник новый район орошения, где использовались воды нового водохранилища - бывшего соленого озера Сасык, трансформированного в водонакопительный приемник больших объемов вод Дуная. Как впоследствии оказалось, вода Дуная в этом водохранилище резко ухудшается по качеству, становится устойчиво щелочной и слабо минерализованной. Здесь в новой зоне орошения (Дунай-Днестровская оросительная система) были начаты широкие гидрологические, почвенно-мелиоративные и экологические исследования многими научными учреждениями России и Украины. Уже в первые годы результаты исследований по почвенным вопросам - работы Б.Г. Розанова, Е.Н. Аникановой, И.М. Поповой из МГУ, А.В. Новиковой, Н.Е. Гаврилович, В.Я. Ладных, Н.И. Полупана из Института почвоведения и агрохимии (УНИИПА), Е.П. Сафоновой из Института орошаемого земледелия, И.Н. Гоголева, Т.Н. Хохленко, С.П. Позняка, Я.М. Беланчина из Одесского государственного университета и др.) показали, что для чернозе-

мов этой зоны, установленные ГОСТом 1983 года нормативы оценки качества воды и рекомендации комплекса мероприятий по защите почв от осолонцевания малопригодны и недостаточны. При использовании вод водохранилища Сасык с минерализацией 1,5-2 г/л хлоридно-натриевого типа и рН 7,8-8,5 черноземы обыкновенные и южные осолонцевались уже в первые три года орошения до слабой и средней степени, при содержании 2-3% натрия и калия в составе поглощенных оснований обладали всеми признаками агрофизической солонцеватости. Глубоко исследовались не только процессы миграции и трансформации солей в почвогрунтах, оросительных и грунтовых водах, но и влияние минерализованных вод на валовой химический состав, глинистые минералы почв, гумус, состав микрофлоры, питательный режим, агрофизические и водно-физические свойства почв. В полевых опытах изучались комплексные инженерные, агротехнические и агромелиоративные приемы - химическая мелиорация воды различными способами (Ладных В.Я., 1988), система химической мелиорации почв и использование удобрений (Гоголев И.Н. и др., 1988.; Ладных В.Я. и др., 1993; Носоненко А.А., 1995), режим орошения (Писаренко В.А., Иванов И.Т., Иокич, 1988-1992), технологии возделывания сельскохозяйственных культур в орошаемых почвозащитных севооборотах и т.д.

На основании наблюдений в полевых условиях за действием на почвы минерализованных вод Н.И. Полупан (1994) пришел к выводу, что между степенью осолонцевания и интенсивностью солонцового процесса имеется прямая связь. Автор выделил пять типов интенсивности солонцовых процессов и качественных показателей оросительных вод и солевого состава почв, которые обуславливают протекание этих процессов. Начиная с минерализации 1 г/л с последующим возрастанием ее до 2,5 г/л и выше, солонцовый процесс возрастает от слабого до агрессивного при изменении соответствующих величин отношения активностей ионов кальция к натрию в водах и почвах.

Особое внимание в процессе всех исследований уделялось проблемам загрязнения водных источников и почв токсичными веществами - солями натрия, тяжелыми металлами, нефтью, патогенными микроорганизмами, сине-зелеными водорослями. В последующие годы на основании результатов исследований были разработаны новые нормативные документы для проектирования, строительства, сельскохозяйственного использования земель и охраны окружающей среды. Прежде всего следует отметить «Руководство по использованию орошаемых черноземов», подготовленное сотрудниками Института гидротехники и мелиорации (ИГиМ) В.П. Остапчиком, О.И. Жовтоног, Л.А. Филипенко и др., Института почвоведения и агрохимии С.А. Балюком, П.И. Кукобой, В.Я. Ладных, Л.А. Чаусовой (1991) с участием многих других научных учреждений Украины. В руководстве впервые всесто-

ронне обобщен научный и практический опыт орошения черноземов в Украине. Дана характеристика качества оросительных вод, классификация и эколого-мелиоративная характеристика черноземов, их экономическая оценка и технология использования. Приведены количественные параметры, необходимые для проектирования и планирования, даны современные и вновь разработанные методики оценки степени деградации почв, их засоления, осолонцевания, загрязнения токсикантами.

Издана «Инструкция по ирригационной оценке и качеству природных вод Украины» (1992), и на ее основе подготовлен ГОСТ 2730-94 «Качество природной воды для орошения. Агрономические критерии» (1994), в которых устранены недостатки ранее изданного ГОСТа. В новом стандарте даны более жесткие и более точные детали, применительно к разным почвам, параметры химического состава вод по опасности засоления, осолонцевания, ощелачивания почв и воздействия их на сельскохозяйственные растения. Используются новые теоретические разработки. Так, опасность засоления воды по отношению к разным группам почв оценивается по содержанию токсичных солей, приведенных к общему эквиваленту токсичности хлора. Опасность осолонцевания оценивается по содержанию катионов натрия, калия и магния с учетом общей засоляющей и ощелачивающей способности воды. Для экспрессной оценки качества воды по опасности осолонцевания и ощелачивания почв предлагаются параметры термодинамических показателей воды и почвы (соотношение активных концентраций натрия, кальция, рН, рNa, рСа и их потенциалов).

Институтом почвоведения и агрохимии (Балюк С.А., Кукоба П.И., Ладных В.Я., Чаусова Л.А.) подготовлен нормативный документ на оценку вод по экологическим критериям (1996), в котором указаны безопасные, опасные и критические параметры содержания в оросительных водах тяжелых металлов, нитратов и других специфических токсичных веществ. Следует отметить, что проблеме загрязнения вод этими веществами уделяется самое серьезное внимание, особенно в регионах орошения Донбасса, в бассейне Днепра, Днестра и Дуная. В настоящее время этими вопросами занимается ряд отделов и лабораторий ИПА и других научных учреждений Украины. Опубликован ряд научных статей по загрязнению вод, почв и выращенной продукции на орошаемых землях Донбасса (Балюк С.А., Ладных В.Я., Чаусова Л.А., Головина Л.П. и др., 1994), изданы отдельные рекомендации по борьбе с фтористым загрязнением почв.

Все выполненные исследования свидетельствуют, что использование минерализованных вод для орошения сопровождается существенными негативными экологическими последствиями. Такие воды, как правило, содержат соли натрия и вызывают осолонцевание и даже

засоление почв. Более того, когда в водоемы сбрасываются промышленные стоки (промышленные предприятия Приднепровья и Донбасса), то, кроме собственно токсичных легкорастворимых солей, в воду попадают тяжелые металлы и другие вредные химикаты, оказывающие токсическое действие на растения, животных и человека. Проблема экологии в связи с использованием таких вод остается очень острой.

2.7. Влияние относительно длительного (20-30 и более лет) орошения на солонцовые и другие почвы

В разделе 2.3 были рассмотрены экологические последствия широкого орошения на почвы малодренированной части Причерноморья в первые 7-10 лет орошения. Действие орошения проявилось резким изменением гидромелиоративных условий с развитием подтопления почв, подъемом минерализованных грунтовых вод, что вызвало вторичное засоление почв на локальных участках, а также их осолонцевание. В последующие годы в связи с реконструкцией старых оросительных систем, устройством коллекторно-дренажной сети и некоторым упорядочением режимов орошения произошло определенное улучшение гидромелиоративных условий.

Воздействие орошения на почвы в течение более длительного срока изучали многие научные учреждения. По данным гидрогеологов (Баер Р.А., Лютаев Б.В., 1978), подъем уровня грунтовых вод на оросительных системах происходит в зависимости от исходной глубины их залегания. При исходном уровне 30-12 м от поверхности воды поднимаются ежегодно со скоростью 0,2-0,8 м/год. При глубине 12-2 м скорость их подъема снижается и интенсивность прироста колеблется в пределах от 0,8 до 0 м/год, так как наступает гидродинамическое равновесие между скоростью подъема и испарением вод с поверхности, расходом на транспирацию и оттоком в дрены. В начальный период в процессе подъема грунтовых вод происходит растворение солей в породах и переход их в грунтовые воды, вследствие чего их минерализация повышается в 2-3 раза, затем наступает разбавление грунтовых вод поливными водами и снижение их минерализации до величины 1-4 г/л. На конечной стадии в бездренажных условиях минерализация грунтовых вод возрастает до 4-20 г/л, а на фоне дренажа понижается до 0,6-1,2 г/л.

Под влиянием орошения сложилось два следующих вида условий увлажнения: ирригационно-автоморфный, при глубине залегания грунтовых вод ниже 5-6 м и ирригационно-гидроморфный, при залегании их ближе 5 м. За 20-30 лет орошения пресными водами (0,6-0,7 г/л) при ирригационно-автоморфном водном режиме происходит выщелачивание солей из почвогрунтов зоны аэрации с уменьшением запасов солей в 2-5 раз. Если для орошения используются минерализованные

воды (до 4 г/л), то в верхней двухметровой толще почвогрунта происходит увеличение количества солей в 2-3 раза. При ирригационно-гидроморфном водном режиме, невысокой минерализации грунтовых вод (1-3 г/л) и небольшом содержании солей в почвах (0,01-0,1%) засоленность почв возрастает в 1,5-2 раза. В соответствии с изменением уровня грунтовых вод и условий мелиоративного режима в зоне аэрации Б.А. Тупицын и В.В. Морозов (1987) выделяют три периода воздействия длительного орошения на почвы. Первый - от начала орошения до достижения грунтовыми водами установившегося уровня при отсутствии дренажа. Второй - от начала работы дренажа до установления уровня грунтовых вод на постоянной глубине. Третий период характеризуется установившимся уровнем грунтовых вод при работе дренажа.

В первый период происходит вымывание солей из почв и пород, во второй идет накопление солей и возникает опасность осолонцевания почв, в третий период, когда грунтовые воды залегают ниже критической глубины (2,2-2,6 м), снижается минерализация грунтовых и дренажных вод, почвы рассоляются. В этот период может усиливаться сульфатность и карбонатность вод, появляться в них сода. Потому необходимы постоянные наблюдения за изменениями гидромелиоративных и других условий (мониторинг) и разработка соответствующих мер предупреждения неблагоприятных экологических последствий на разных стадиях воздействия орошения на почвы (Ушкаренко О.В., Золотун В.П., Морозов В.В., Писаренко В.А., 1994). Подводя итоги изучению влияния длительного орошения на свойства почв, Р.А. Баер, Б.В. Лютаев, Я.М. Биланчин (1982) приходят к выводу, что по ряду показателей нет однозначных изменений. Так, не обнаружилось четкой закономерности в изменении содержания гумуса, карбонатов, объемной массы и других свойств. Количество гумуса в одних случаях уменьшалось, а в других возрастало. В метровом слое запасы гумуса оставались постоянными. Мало изменялось и содержание карбонатов в нижних горизонтах. В то же время четко выражены изменения таких показателей: содержание солей, рН, обменные основания, микроагрегатный и агрегатный состав. Они изменялись в зависимости от длительности орошения, глубины грунтовых вод и минерализации поливной воды. Авторы считают, что при орошении минерализованными водами происходило четкое увеличение содержания поглощенного натрия, орошение же пресной водой не изменяло его.

По данным А.В. Новиковой, А.М. Пятаковой, Н.Е. Гаврилович (1984), при длительном орошении пресной водой происходит не только рассоление, но и рассолонцевание почв с удалением поглощенного натрия. Такой же вывод делает В.Д. Муха (1978). Наблюдения П.И. Кукобы и С.А. Балюка за влиянием длительного орошения на темно-каштановых почвах Каховской оросительной системы, расположенной в

более высокой части Причерноморской равнины, показали, что за период орошения почвы мало изменились. Они не подверглись подтоплению и вторичному засолению. В них несколько уменьшилось содержание поглощенного кальция (на 1-2 мг-экв), немного возросло количество обменного натрия (на 0,2-0,3 мг-экв), за счет чего повысилось отношение активностей натрия к кальцию (Чаусова Л.А. и др). Величина рН имела тенденцию к возрастанию на 0,4-0,5 единицы. В орошаемых почвах несколько ухудшались водно-физические свойства, хотя и не по всем показателям (Медведев В.В., Цибулько В.Г., 1978, Кукоба П.И., Балюк С.А., 1976; Пятакова А.М., 1984 и др.). Все исследователи были едины в том, что при длительном орошении происходил интенсивный вынос питательных веществ - азота, калия, фосфора (Попова И.М., Филипьев И.Д., 1980, 1987; Левенец П.П., Кривоносова Г.М., 1978; Носко Б.С., 1978 и др.). Прямыми лизиметрическими исследованиями в зоне Краснознаменской оросительной системы Г.М.Кривоносова установила, что после орошения в фильтрационных водах на глубинах 50 и 80 см обнаруживаются нитратные и аммонийные формы азота, а также подвижный калий. Вынос нитратов и других подвижных питательных веществ в грунтовые воды, реки и водоемы оказывает негативное влияние на живые организмы и здоровье человека.

Воздействие длительного орошения на черноземы во многом аналогично тому, что происходит в почвах сухой Степи, все же имеются определенные различия, которые обусловлены большим разнообразием черноземов, характером почвообразования. Учитывая результаты наблюдений, С.А. Балюк, П.И. Кукоба и другие исследователи разработали агрометеорологическую классификацию орошаемых черноземов. В ней выделены следующие группы почв.

А. Орошаемые черноземы с глубиной залегания грунтовых вод не более 2 м от поверхности. Относятся к ирригационно-подтопленным, с луговым почвообразованием и опасностью вторичного засоления.

Б. Орошаемые черноземы с глубиной грунтовых вод в пределах 2-3 м. Относятся к ирригационно-подтопленным, с потенциальной опасностью вторичного засоления и луговым процессом почвообразования.

В. Орошаемые черноземы с уровнем грунтовых вод 3-5 м. Относятся к ирригационно-обводненным, с преобладанием луго-степного почвообразования.

Г. Орошаемые черноземы с глубиной грунтовых вод более 5 м. Относятся к ирригационно-автоморфным. На формирование их свойств влияют только поливы.

Как отмечает И.Н. Гоголев (1978), длительное орошение черноземов способствует накоплению в них обменного натрия, выщелачиванию кальция, появлению повышенной щелочности, трансформации

минералов. Излагая агроэкологическую концепцию орошения черноземов, И.Н. Гоголев, Б.А. Зимовец, С.А. Балюк и В.Я. Ладных (1994) отмечают, что к числу наиболее распространенных деградационных процессов в черноземах относятся следующие: подъем уровня грунтовых вод и развитие процессов заболачивания, вторичного ирригационного гидроморфизма почв; активизация галогенно-химических процессов на локальном, региональном и глобальном уровнях. Орошение приводит к увеличению содержания в почвах водорастворимого и поглощенного натрия, ощелачиванию почв, усилению эрозионных процессов, дегумификации орошаемых черноземов и их агрофизической деградации, преобразованию минеральной компоненты черноземов с увеличением количества аморфного кремния, техногенному и сельскохозяйственному загрязнению, биологическим и биохимическим изменениям черноземов.

По мнению В.В. Егорова (1982), степное орошение, в отличие от орошения более аридных областей, является более благоприятным. Это положение еще нуждается в тщательном изучении.

Что касается эффективности оросительных мелиорации, их влияния на развитие и урожайность сельскохозяйственных культур, то, по данным УНИИОЗ и других научных учреждений, оросительные мелиорации позволяют повышать урожайность сельскохозяйственных культур в 2-4 раза. В период 1986-1992 гг. средняя урожайность сельскохозяйственных культур была выше при орошении в Херсонской области в 1,4-2,8 раза, чем на богаре, в Крымской области - в 1,3-2,3 раза (Ушкаренко В.А., Золотун В.П., Морозов В.В., Писаренко В.А., 1994). По расчетам Украинского НИИ экономики и организации агропромышленного комплекса срок окупаемости капиталовложений в водную мелиорацию колеблется от 4-7 до 10-12 лет, что свидетельствует о высокой экономической эффективности вложения средств.

2.8. Ирригационное ощелачивание и содопроявление в почвах юга Украины

С увеличением длительности орошения ранее незасоленных почв и таких, в которых солевой горизонт представлен нейтральными солями, в почвах начало появляться небольшое количество соды. Она обнаруживалась также в воде водохранилищ, каналов и в грунтовых водах Северо-Крымской оросительной системы (Кукоба П.И., Новикова А.В., Супряга И.К., Липатов Б.А.), в зоне Краснознаменского массива орошения (Новикова А.В., Ладных В.Я., Баер Р.А., Кириенко Т.Н.) и на некоторых других оросительных системах. Несколько позже сода появилась в южных черноземах (Гоголев И.Н., Хохленко Т.Н., 1978). Авторы объяснили ее образование трансформацией состава почвенных

растворов в связи с изменением растворимости CO_2 при повышении температуры воздуха.

Сода в почвах нейтрального засоления появлялась и на оросительных системах Северного Кавказа, Заволжья, Прикаспийской низменности (Славный Ю.А., 1971; Бобков В.П., 1976, Буйлов А.В., 1978; Зимовец Б.А., 1975, 1982). Учитывая неясность вопроса о причинах появления высокотоксичной соды при орошении, Минводхоз УССР в 1983 г. поручил УНИИПА установить географию и интенсивность содового засоления при орошении почв на юге Украины. В работе принимали участие также гидрогеолого-мелиоративные экспедиции Минводхоза (Крымская, Каховская, Одесская, Днепропетровская), располагающие данными солевых съемок на крупных государственных оросительных системах. В соответствии с разработанной программой и методикой исследований была проведена обработка данных анализов водных вытяжек, в ходе которой содовое засоление определялось по так называемому «коэффициенту содовости» (Посохов Е.В., 1969), как отношение иона HCO_3 к сумме кальция и магния. Дополнительно определяли отношение катиона натрия к сумме анионов хлора и сульфатов по методу Сулина. Выборочно рассчитывали вероятный состав солей. В горизонтах, относимых к содовому химизму, на долю HCO_3 , связанной с натрием, приходилось около 60%. В результате работ были составлены карты содопроявления в орошаемых почвах Одесской и Николаевской областей (Лютаев Б.В.), Херсонской и Запорожской (Кривульченко А.И., Галаган А.П.), Днепропетровской (Покутнев Г.И.), Крымской области (Лазукин В.И., Бродерзон Г.М., Кукоба П.И.). Созданы также обзорные схематические карты разного масштаба и картосхема мелиоративного районирования. Полученные материалы частично опубликованы (Новикова А.В., Гаврилович Н.Е., Калиниченко В.Н., Лютаев Б.В., Лазукин В.И. и др., 1987).

Сода обнаруживалась не во всех опробованных разрезах и скважинах, а спорадически. Поэтому по характеру распространения содопроявления на картах были выделены такие градации: весьма частая встречаемость - более 50% от опробованных точек, частая - 25-50, ограниченная - 10-25 и единичная встречаемость - менее 10%. Глубина содопроявления также неодинакова, что объясняется различием генезиса образующейся соды. На карте выделены три интервала глубин первого горизонта появления соды (0-0,5 м; 0,5-1 м и 1-2 м). Наиболее близко к поверхности сода встречалась на юго-западе Причерноморья - в Одесской области в орошаемых южных черноземах (0,3 м), в Днепропетровской области в типичных черноземах (0,6 м), в остальных областях она обнаруживалась глубже 0,7-0,8 м и особенно глубоко в почвах Запорожской области - 1,1 м. В большинстве случаев сода установлена во втором и третьем полуметровых слоях (в Одесской области - в первом полуметровом слое).

Интенсивность содопроявления также неодинакова, о чем свидетельствуют данные таблицы 5, составленной по результатам статистической обработки массовых материалов.

Анализ данных позволяет прийти к заключению, что общая щелочность, связанная с натрием, возрастает по мере продвижения от юго-запада Причерноморья (Одесская, Николаевская области) к приосевой части Причерноморской впадины (Херсонская, Крымская области). Так, в почвах Одесской и Николаевской областей, в которых преобладают южные черноземы, количество HCO_3 наиболее низкое (0,5-0,6 мг-экв), а величина pH находится в щелочном интервале. К востоку и югу в Запорожской и Херсонской областях, в северной части которых распространены южные черноземы, а южнее - темно-каштановые почвы, содержание HCO_3 возрастает до 0,7 мг-экв, величина pH - до 7,8-8,6. Максимальная величина HCO_3 -1,1 мг-экв - обнаружена в почвах Крымского Присивашья, где развиты темно-каштановые почвы различной степени солонцеватости и солонцы.

5. Глубина и интенсивность содопроявления
в орошаемых почвах юга Украины

Почвы. Оросительные системы (ОС), административные области	Количество точек	Глубина, м		HCO_3 , мг-экв на 100г почвы		pH	
		х	D	х	D	х	D
Черноземы южные, лугово-черноземные. Татарбунарская ОС Одесской обл.	540	0,3	0,1-0,7	0,5	0,4-0,7	8,0	7,8-8,4
Черноземы южные, темно-каштановые. Ингулецкая ОС Николаевской обл.	437	0,7	0,3-1,1	0,6	0,4-0,8	-	-
Черноземы обыкновенные, южные, лугово-черноземные. Фрунзенская ОС Днепропетровской обл.	597	0,6	0,2-1,0	0,8	0,6-1,0	8,0	7,6-8,4
Черноземы обыкновенные, южные. Васильевская, Михайловская и др. ОС Запорожской обл.	138	1,1	0,6-1,7	0,7	0,6-0,8	7,8	7,6-8,0
Темно-каштановые солонцеватые, лугово-черноземные, солонцы. Краснознаменская ОС Херсонской обл.	443	0,8	0,2-1,3	0,7	0,4-1,0	7,8	7,5-8,1
Темно-каштановые со-	1127	0,7	0,3-1,1	1,1	0,7-1,5	8,4	8,1-9,3

лонцеватые, лугово-каштановые, солонцы. Северо-Крымская ОС Крымской обл.							
--	--	--	--	--	--	--	--

Примечание: \bar{x} — средняя арифметическая, D — доверительный интервал.

Касаясь вопроса оценки полученных величин НСО_3 в отношении их токсичности для растений, отметим, что в литературе сода известна как наиболее губительная для них. Так, для плодовых косточковых культур, произрастающих в степном Крыму, критический уровень содержания бикарбонатов натрия и магния в 1,5-5 раза ниже, чем хлоридов (Иванов В.Ф., 1977). Е.С. Мигунова (1985) установила, что порог токсичности зависит не только от состава солей (он ниже для содового химизма и выше для сульфатного засоления), но и от степени увлажнения почв. Порог токсичности иона СО_3 при недостаточном увлажнении почв равен 0,01%, при умеренном - 0,02% и при повышенном - 0,04%. Н.И. Базилевич и Е.И. Панкова (1968) считают токсичной общую щелочность, равную 1,4 мг-экв, но для НСО_3 , связанной с натрием, порог токсичности понижается до 0,8 мг-экв. Такую величину относит к токсической и В. А. Ковда. Для условий Заволжья Б.А. Зимовец предложил следующую градацию токсичности НСО_3 связанной с натрием и магнием: слабощелочные 0,7-1,0, среднешелочные 1,1-1,6, сильнощелочные - более 1,8 мг-экв на 100 г почвы.

С учетом литературных данных и некоторых полевых и вегетационных опытов, проведенных лабораторией мелиорации УНИИПА (Гаврилович Н.Е.), нами предложена такая градация по величине НСО_3 связанной с натрием (по средней арифметической и доверительному интервалу): весьма слабощелочные - 0,5 (0,3-0,7), слабощелочные - 0,7 (0,4-1,0), среднешелочные - 1,1 (0,9-1,3) мг-экв на 100 г почвы.

Оценивая в целом полученные массовые данные по величине НСО_3 , связанной с натрием в орошаемых почвах юга Украины, можно прийти к заключению, что интенсивность содопроявления в данный период относительно невелика, не превышает в большинстве случаев величин среднешелочных почв (в Крыму значения ее выше). Разумеется, что такое состояние проявляется в недоборе урожая, но пока не носит катастрофического характера, как это было, например, при резко выраженном вторичном засолении, с коркой солей на поверхности почв, на пятнах которых вообще не произрастали культурные растения. Все же появление соды свидетельствует о деградационном процессе в почвах, дефиците кальция, поэтому необходимы меры по охране плодородия почв и предупреждению негативных экологических последствий орошения.

Анализ полученных материалов и ознакомление с литературными источниками позволили прийти к заключению, что в условиях юга Украины содовое засоление при орошении может возникнуть в результате нескольких процессов, таких как: сульфат-редукция, воз-

действие напорных подземных вод содового химизма, десорбция поглощенного натрия при рассолении на фоне карбоната кальция, ощелачивание поливной воды при нарушении карбонатно-кальциевого равновесия, а также при поступлении в поливную воду соды из озер и других источников.

Изменение состава поливной воды, поступающей из каскада Днепровских водохранилищ, хорошо изучено Институтом гидробиологии АН Украины. В обстоятельной монографии А.И. Денисовой (1979) отмечается, что вода всех водохранилищ относится к типу гидрокарбонатно-кальциевой. Минерализация ее невысокая - 0,3-0,4 г/л. Преобладают катионы Са (28-37%), а из анионов – HCO_3^- (0,32-0,41%). Наблюдаются значительные колебания в содержании HCO_3^- в связи с изменением величины углекислоты, появляющейся в воде при окислении органических веществ. Уменьшение содержания углекислоты происходит при фотосинтезе, а также при повышении температуры воды, с выделением CO_2 в атмосферу.

Во время интенсивного фотосинтеза, когда происходит полное потребление газообразной CO_2 и сдвиг карбонатного равновесия, углекислота может быть выделена из ионов HCO_3^- с образованием иона CO_3^{2-} по реакции: $2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Концентрация ионов CO_3^{2-} , выведенная из уравнения второй степени диссоциации, находится в обратной зависимости от концентрации ионов водорода или в прямой - от величины рН. С увеличением в воде ионов CO_3^{2-} увеличивается рН воды. Потому в летнее время в поверхностном слое воды водохранилища величина CO_2 бывает равна нулю, иона CO_3^{2-} - 50 мг/л, а рН - 9,7. В то же время в нижних слоях воды, наоборот, величина CO_2 может достигать 2,5 мг/л, CO_3^{2-} падать до нуля, рН - 7,8. Такая же причина повышения щелочности и в почвенных растворах, водных вытяжках, а сам процесс рассматривается как протонная недостаточность (Dickson A.G., Воробьева Л.В., Замана С.П., 1984).

Из названных всевозможных путей появления соды в почвах районов, тяготеющих к приосевой части Причерноморской впадины, наиболее вероятным является процесс десорбции натрия на фоне карбоната кальция при рассолении почв. Как известно, такой концепции содопроявления придерживаются многие исследователи. Б.П. Бобков (1976) даже высказал мнение о том, что содовое засоление знаменует собой стадию естественного или искусственного рассоления территории.

В этом отношении весьма показателен степной Крым, который в отдаленные геологические эпохи испытал прогиб земной коры с трансгрессией морских вод и последующим поднятием и рассолением почвогрунтов. При анализе материалов карты типов засоления почв степного Крыма (Новикова А.В., 1959, 1962) было обращено внимание на то, что в нижней части профиля (перед солевым горизонтом) обнаруживается незасоленный или слабозасоленный горизонт, в котором преобладает двууглекислая, а иногда и нормальная сода.

К такому же заключению пришел В.Ф. Иванов (1969, 1977), который первым подметил спорадичность содопроявления в неорошаемых почвах степного Крыма. При изучении пригодности почв под сады, автор установил, что на глубине 50-100 см горизонты с содовым химизмом обнаруживаются не во всех опробованных точках, а в 4% разрезов темно-каштановых слабосолонцеватых почв, в 37% темно-каштановых средне- и сильносолонцеватых почв и в 45% на солонцах.

Специально проведенные нами исследования по составу водорастворимых солей в неорошаемых почвах степного Крыма с целью выявления содопроявления до начала орошения показали (Новикова А.В., Калининченко В.Н., 1988), что сода встречается в незасоленных или слабозасоленных горизонтах солонцов на глубине 18-34 см, темно-каштановых средне- и сильносолонцеватых почв – 43-61, темно-каштановых слабосолонцеватых почв – 53-95 и южных черноземов – 82-125 см. При этом величина HCO_3 связанная с натрием, колеблется в пределах 0,9-1,5 мг-экв на 100 г почвы в солонцах и несколько меньше – 0,9-1,1 мг-экв – в темно-каштановых почвах и южных черноземах.

Для прогнозирования содообразования при десорбции натрия на карбонатном фоне и выявления количественной связи между содержанием обменного натрия и величиной образующейся соды при промывке почв водой на фоне карбоната кальция лаборатория мелиорации УНИИПА провела специальный модельный опыт. Обработка его данных позволила установить прямую среднюю корреляционную связь между появлением двууглекислой соды и величиной обменного натрия (Новикова А.В., Златина И.Г., 1977). Уравнения регрессии, описывающие такую связь для каштаново-луговой легкосуглинистой почвы, имеют вид:

$$y = 0,39 + 0,23x,$$

где y – щелочность в мг-экв; x – поглощенный натрий в мг-экв на 100 г почвы, в пределах колебания величины x – 0,2-1,4 мг-экв. Для лессовидной глины аналогичная связь описывается уравнением:

$$y = 0,42 + 0,14x.$$

Располагая данными содержания обменного натрия в почве и пользуясь приведенными формулами, представляется возможным прогнозировать ожидаемое количество соды в почве при орошении с соблюдением промывного режима. Разумеется, что такое прогнозирование правомерно лишь для условий, которые соблюдались в опыте – образование соды за счет десорбции натрия на фоне карбоната кальция, промывной водный режим, отсутствие заметного количества хлоридных и сульфатных солей.

Результаты проведенных лабораторией мелиорации полевых и вегетационных опытов, обобщение литературных данных позволили

разработать принципы борьбы с содопроявлением в зависимости от возможных путей образования соды, которые кратко будут изложены в разделе 2.11.

2.9. Агроэкологические последствия создания каскада Днепровских водохранилищ

Хотя этот вопрос не связан непосредственно с основной тематикой очерка но, учитывая, что подтопление и затопление оказывает воздействие на все почвы, в том числе и солонцовые, следует остановиться на нем.

Широкомасштабные оросительные мелиорации на Украине стали возможными после устройства каскада водохранилищ на Днестре. Однако создание водохранилищ наносило и определенный ущерб народному хозяйству, поскольку вода затапливала часть плодородных пойменных земель и лесов. Хозяйства прилегающих районов лишились 12% сельхозугодий, которые ушли под воду. При этом часть земель оказалась затопленной небольшим слоем воды (1,5-2 м), образовались обширные площади мелководий - до 200 тыс. га, что составило 30% от площади водохранилищ.

В связи с тем, что для производства электроэнергии мелководья не представляют существенной ценности, Укргипроводхоз в 1972 г. внес предложение о строительстве отсечных дамб и рекультивации мелководных участков на площади 132 тыс. га. В порядке эксперимента небольшая часть мелководной зоны, в частности Ольшанский массив на правом берегу Днестра в Черкасской области, была осушена, для чего была специально построена дамба и осушительные каналы. Осушенные земли в 1975 г. переданы колхозам для освоения.

Однако в первые годы стало очевидным, что почвы, освобожденные от воды, обладают очень низким плодородием, причина которого не была ясна. Потому дальнейшее осушение мелководий было приостановлено.

Следует отметить, что по вопросу влияния длительного затопления на почвы было опубликовано сообщение К.П. Альтмана (1981). Он провел отбор образцов солонцовых почв в затопленной части Днепро-дзержинского водохранилища в Полтавской области. Автор пришел к заключению, что под влиянием затопления изменилась в основном верхняя часть лугового содового солонца. Вместо элювиального горизонта на его поверхности образовался наилок толщиной 15-18 см. По агропроизводственным свойствам наилок был лучше, чем солонцы незатопленные, что, как полагал автор, могло облегчить освоение этих почв после осушения мелководий. Верхняя часть погребенного под наилком горизонта подверглась интенсивному оглеению.

Учитывая отсутствие всякого опыта освоения осушенных мелководий и важность данной проблемы для народного хозяйства, Совет Министров УССР в 1979 г. обязал институты ЮО ВАСХНИЛ (УКРНИИЗ и УНИИПА) провести соответствующие исследования, определить причины низкой продуктивности осушенных земель и разработать приемы повышения их плодородия. В УНИИПА работы поручили лаборатории мелиорации под руководством А.В. Новиковой. В исследованиях принимали участие Л.П. Щербова, Н.Г. Погребной, аспирант А.И. Бондарь.

Была проведена почвенная съемка осушенных земель, установлены стационарные наблюдения за динамикой окислительно-восстановительных и других процессов и поставлены опыты по химической мелиорации осушенных земель. Результаты исследований (Новикова А.В., Щербова Л.П., Погребной Н.Г., Бондарь А.И., 1983; Новикова А.В., Бондарь А.И., 1984, 1985) сводятся к следующему. Под влиянием длительного затопления на поверхности почв образовался наилек - донные отложения. Они представляют собой гумифицированную массу с содержанием гумуса 1,5-3% сверху и 1% в нижней части, где протекают анаэробные процессы. Величина окислительно-восстановительного потенциала очень низкая. В донных отложениях содержится много подвижных форм железа, представленных в основном закисными формами, много подвижных форм азота и калия (10-15 мг на 100 г), мало подвижного фосфора (2-3 мг на 100 г). Реакция среды близка к нейтральной (рН 6,8-7,0). Почвы мелководной зоны, развивающиеся в условиях чередования затопления и его отсутствия в засушливые летние месяцы, представлены аллювиально-луговыми глеевыми супесчаными разновидностями. Они имеют четкие признаки оглеения прямо с поверхности и до грунтовых вод (зеленоватосизая окраска, охристо-желтые примазки, оолиты). Отметим, что в аллювиально-луговых почвах, развивающихся в естественных условиях, признаки оглеения обнаруживаются обычно в нижней части профиля над грунтовыми водами. Грунтовые воды пресные. Механический состав почв легкосуглинистый или супесчаный. Содержание гумуса невелико - 2%, что типично для почв легкого механического состава. Сумма поглощенных оснований в верхней части почв 26 - 29, книзу падает до 12-18 мг-экв на 100 г почвы. Из подвижных питательных веществ заметное место принадлежит азоту (10 мг на 100 г), в то же время калием и фосфором почвы обеспечены слабо. Окислительно-восстановительный потенциал выше, чем в донных отложениях и колеблется в пределах 280-310 мв. Содержится много подвижного железа (до 70 мг на 100 г), 70% которого приходится на закисные формы. Реакция среды близка к нейтральной, а профиль опреснен.

Вообще все почвы, испытавшие поверхностное затопление (аллювиально-луговые карбонатные, аллювиально-луговые оподзоленные, аллювиально-луговые осолоделые, луговые глеевые и др.), а затем осушенные, имеют следы оглеения с самой поверхности (сизоватость, ржавые пятна) и по всему профилю легкий механический состав, неглубокое залегание пресных грунтовых вод, опресненность профиля от солей, невысокое содержание гумуса – 3-4%. В большинстве случаев в почвах отмечена кислая (рН 4,8-5,0) реакция. Сумма поглощенных оснований невысокая - 16-20 мг-экв. Вскипание от 10% HCl не обнаруживается по всему профилю, кроме карбонатных разновидностей таких почв. Отмечается повышенное содержание подвижного азота и низкое - калия и фосфора.

В целом осушенные аллювиальные почвы, сформированные на песчаных отложениях, имеют общие признаки: сильно выраженное оглеение, железистые примазки, оолиты непосредственно с поверхности, кислую реакцию среды, малое содержание питательных веществ и опресненность. Отмечается большая плотность почв и низкая их водопроницаемость.

Общими причинами невысокого плодородия периодически затопляемых и осушенных территорий являются чрезмерно развитое глееобразование и неблагоприятный водно-воздушный режим. Глееобразовательный процесс в осушенных почвах сопровождается увеличением подвижности железа (до 200-300 мг на 100 г почвы) и алюминия (до 42 мг на 100 г почвы), что приводит к снижению щелочности почвенного раствора и возрастанию гидролитической кислотности. Такие особенности почвообразования весьма напоминают условия формирования деградированных почв под посевами затопляемого риса, хотя существуют различия по реакции почвенного раствора. Такие почвы следует, по видимому, отнести к особой разновидности – ирригационно-деградированным.

Как показали опыты, наиболее эффективным средством, снижающим почвенную кислотность, является внесение фосфогипса, а также смеси извести и фосфогипса на фоне осушения. В этом случае происходит увеличение величины рН солевой вытяжки с 4,2 до 5,6 и уменьшение гидролитической кислотности. Внесение химических мелиорантов оказывает тормозящее воздействие на глееобразовательные процессы и позволяет снизить содержание закисного железа с 160-180 до 60-70 мг на 100 г почвы.

Применение комплекса приемов — дренаж, внесение химических мелиорантов, минеральных удобрений, посев многолетних трав - способствует повышению плодородия почв и увеличению урожая многолетних трав на 25-30 %.

2.10. Антропогенная эволюция солонцовых почв под влиянием оросительных мелиораций

Ранее приведенные материалы свидетельствуют, что если в Лесостепи и частично Полесье ирригационное строительство с созданием водохранилищ привело к некоторому подтоплению прилегающих территорий и усилению гидроморфности почв, то в сухой Степи его действие проявилось значительно сильнее и вызвало изменение процессов солонцеобразования. Можно выделить четыре основные направления антропогенной эволюции солонцовых почв сухой Степи (Новикова А.В., 1984).

На преобладающей территории юга Украины, где автоморфные солонцовые почвы прежде эволюционировали в сторону естественного рассоления и рассолонцевания и находились в стадии степного (дернового) почвообразования, после введения орошения установились автоморфно-иригационные условия увлажнения при залегании грунтовых вод на глубине ниже 7-8 м.

Под влиянием поливов пресной водой резко усилилось выщелачивание солей из почвогрунтов. Вместе с ними удалялась часть поглощенного кальция (Кукоба П.И., Балюк С.А.) и, по данным ряда авторов (Новикова А.В., Пятакова А.М., Гаврилович Н.Е., Муха В.Д.), наблюдалось также снижение содержания обменного натрия. Другие исследователи (Кукоба П.И., Балюк С.А.), наоборот, отмечали некоторое возрастание натрия.

При поливах усилилась интенсивность микробиологических процессов, возросло количество микроорганизмов (Михновская А.Д.). Спустя некоторое время после начала орошения под воздействием пресной поливной воды гидрокарбонатно-кальциевого состава в почвах стала образовываться сода, как этап их рассоления и рассолонцевания на фоне карбонатов кальция.

Возникли и некоторые негативные последствия - усиленный вынос питательных веществ, ухудшение некоторых показателей водно-физических свойств почв. Все сказанное позволяет считать, что антропогенная эволюция таких почв может быть охарактеризована как ирригационное рассолонцевание.

Иное направление эволюции солонцовых почв происходит при подъеме ирригационно-грунтовых вод с превышением критической глубины (1,5-2,0 м) и критической минерализации грунтовых вод, и также при отрицательном водном балансе в корнеобитаемом слое (поступление воды меньше, чем расход влаги на суммарное испарение) и положительном солевом (накопление солей в верхнем горизонте преобладает над их выносом).

В таких условиях в почвах развивается процесс вторичного их засоления с накоплением солей в пахотном слое, что было установлено многими исследователями в зонах Краснознаменной и Северо-Крымской оросительных систем и освещено в этом очерке в разделе 2.3. Вторичному засолению подвержены солонцовые и другие почвы.

Д.Г. Виленский в свое время называл солонцы, в которых наступил солончаковый процесс, реградированными солончаками. Сохраняя преемственность терминологии, считаем возможным назвать такой процесс, протекающий под влиянием орошения, ирригационной реградацией.

Третий путь антропогенного воздействия орошения и эволюционного развития солонцовых почв можно охарактеризовать как ирригационную деградацию, протекающую в условиях их затопления при рисосеянии. Она характеризуется особенно резким снижением плодородия почв с разрушением их алюмосиликатной части, оглеением всего профиля, перемещением гумуса, подвижного железа, алюминия и марганца в нижнюю часть почвы. Названные процессы были изучены многими исследователями (Жовтоног И.С., Кириенко Т.Н., Решетняк Н.Ф.) и освещены выше в разделе 2.5. Элювиально-глеевые явления сопровождаются трансформацией вторичных минералов (Кириенко Т.Н., Коваливнич П.Г.). Могут протекать и процессы осолодения.

Четвертое направление антропогенного воздействия орошения на солонцовые почвы и их эволюционного развития - ирригационное осолонцевание, протекающее при орошении почв минерализованной водой (освещено в разделе 2.6) или при подъеме минерализованных грунтовых вод к поверхности с засолением почв, сменяемым их сезонным рассолением.

Таким образом, под воздействием орошения естественный процесс солонцеобразования сменяется антропогенным, при этом эволюция солонцовых почв может идти в разных направлениях - в сторону ирригационного рассолонцевания, ирригационной деградации, ирригационной реградации и ирригационного осолонцевания.

Возникает необходимость в более глубоком изучении состава и свойств почв, испытавших такие воздействия, особенно в отношении изменений их поглотительной способности, прочности связи поглощенных катионов, скорости их вытеснения под влиянием орошения. В свое время К.К. Гедройц показал значение поглотительной способности и катионного обмена для физико-химических свойств солонцовых и других почв. В более поздний период, с развитием смежных наук, созданием новых приборов, привлечением методов физической химии, появилась возможность расширить представления о солонцовых почвах, развивающихся в естественных условиях при неорошаемом земледелии. Были изучены особенности катионного обмена (Антипов-Каратаев И.Н., 1935,1953), поглотительной спо-

собности почв (Горбунов Н.И., 1945, 1948), прочности связи катионов кальция и магния, ассоциации ионов, карбонатно-кальциевого равновесия (Минкин М.Б., 1977, 1978; Минкин М.Б., Горбунов Н.И., Садименко П.Д., 1982). Из указанных работ, в частности данных Н.И. Горбунова, следует, что в солонцах связь поглощенного кальция с почвенным поглощающим комплексом в 4-6 раз сильнее, чем поглощенного натрия. Отсюда вывод, что при орошении пресной водой в первую очередь должен вытесняться натрий, а затем уже кальций. Однако некоторые украинские исследователи отмечают, что в орошаемых черноземах и темно-каштановых почвах наблюдается усиленное вымывание поглощенного кальция. Количество поглощенного натрия, по мнению одних исследователей, сохраняется без изменения, по мнению других, - уменьшается, третьих - возрастает.

Именно потому необходимы фундаментальные исследования орошаемых почв с применением методов физической и коллоидной химии. Автор данного очерка считает, что в почвах степной зоны, испытывавших длительное орошение, предстоит уточнить количественные показатели, характеризующие процессы ионного, кислотнo-щелочного и окислительно-восстановительного равновесий, прочность связи катионов, кинетику катионного обмена, а также изменения электрокинетических, структурно-механических и других показателей солонцовых почв и почв, подвергнувшихся химической мелиорации, а также глубокой мелиоративной обработке.

В последние годы в Украине создается система службы почвенного мониторинга, в задачу которого входит периодический контроль за процессами почвообразования в естественных условиях и при антропогенном воздействии. Первые итоги исследований в этом направлении приведены в книге «Родючість ґрунтів. Моніторинг та управління» под редакцией В.В. Медведева (1992).

Включение солонцовых почв в систему почвенного мониторинга будет способствовать дальнейшему углублению знаний о причинах солонцеобразования и разработке мер по повышению плодородия этих почв.

2.11. Предупреждение и устранение негативных агроэкологических последствий широкой ирригации, регулирование плодородия солонцовых почв

В настоящей работе обобщенно представлены результаты исследований в Украине по профилактике и борьбе с неблагоприятными явлениями, возникающими при орошении почв, эволюция которых направлена в сторону рассолонцевания, реградации, деградации и осолонцевания.

1. Солонцовые почвы, испытавшие воздействие пресных вод при глубококом залегании грунтовых вод (ирригационное рассолонцевание).

Такие орошаемые почвы приурочены к высокому Крымскому и Херсонскому Присивашью, где почвенный покров представлен темно-каштановыми, реже каштановыми солонцеватыми почвами с пятнами солонцов (до 10–20%).

Примером названных почв являются темно-каштановые слабосолонцеватые почвы совхоза «Воинский» Красно-Перекопского района Крымской области, на которых в 1965 г. лабораторией мелиорации УНИИПА был заложен опыт (Новикова А.В., Пятакова А.М., Гаврилович Н.Е., 1984).

Почвы рассолены, солонцеватость их очень небольшая (количество обменного натрия в пахотном слое всего 1 мг-экв на 100 г), но почвенный профиль расчленен на гумусово-элювиальный и гумусово-иллювиальный горизонты. В схему опыта были включены плантажная вспашка на глубину 50-60 см, ярусная вспашка на глубину 45-50 см и гипсование в разных дозах. Вносились также минеральные и органические удобрения.

В результате плантажирования часть карбонатов кальция почвы была перемещена в верхний слой (0-20 см), их количество составило 2,3%. При проведении ярусной вспашки содержание карбонатов кальция на глубине 30 см возросло с 0,2 до 2,57 %. Поливы дождеванием осуществлялись водой Северо-Крымского канала, в составе которой в жаркие месяцы эпизодически обнаруживались небольшие количества соды (как результат нарушения карбонатно-кальциевого равновесия при удалении CO_2 под влиянием высокой температуры или потребления фитопланктоном). Воздействие такого орошения на почвы проявлялось в выщелачивании солей, сопровождавшемся некоторым снижением количества обменного натрия (с 1 до 0,6 мг-экв). Наметились также тенденции к уплотнению почвы.

Не останавливаясь подробно на изменении состава и свойств почв в условиях опыта под воздействием разных приемов окультуривания за 15-20 лет, отметим главное.

На фоне орошения наиболее сильное положительное влияние на свойства почв (особенно водно-физические) оказала плантажная и несколько слабее ярусная вспашка, что проявилось в резком возрастании рыхлости почв, их водопроницаемости, впитывании воды, глубины промачивания, улучшении агрегатного состава. Объемная масса почвы на глубине

30-60 см контрольной делянки была равна 1,4-1,5 г/см³, в плантажированной же почве даже после 15-летнего орошения она составила 1,1-1,2 г/см³. Коэффициент водопроницаемости почвы контрольной делянки в

разные годы колебался в пределах 12-24, а на плантажированной почве 28-70 мм/час. Растворение карбонатов привело к увеличению содержания кальция в почве, что проявилось в снижении в плантажиоованной почве соотношения активности ионов натрия к активности ионов кальция с 1,1 до 0,2-0,3 мг-экв на литр. Несколько улучшился питательный режим. Все процессы способствовали существенному повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Так, прибавка урожая озимой пшеницы на 7-й год после проведения плантажной вспашки достигла 16,7 ц/га при урожае на контроле 38,3 ц/га, на 12-й год - 11,3 ц/га при урожае на контроле 47,7 ц/га. Эффективность ярусной вспашки и гипсования была ниже.

По данным опытов П.И. Кукобы и С.А. Балюка (1983), заметное окультуривание орошаемых темно-каштановых солонцеватых почв достигается также внесением гипса в дозе 5 т/га по глубокой (40 см) вспашке.

В.Д. Муха (1978) считает, что внесение в темно-каштановые почвы кальцийсодержащих веществ и высоких доз органических и минеральных удобрений на фоне орошения вызывает усиление микробиологической и ферментативной активности, повышает емкость обмена, количество поглощенного кальция, содержание разных форм азота, фосфора и в целом ускоряет окультуривание почв.

По данным И.Н. Гоголева (1978), гипсование и внесение высоких доз минеральных удобрений с проведением один раз в 4 года глубокой (40 см) вспашки для разрыхления уплотняющегося при орошении подпахотного горизонта оказывает положительное влияние на окультуривание орошаемых южных черноземов.

Для восполнения кальция в почвенном поглощающем комплексе с целью улучшения структурного состояния орошаемых почв и ослабления содопроявления в них все исследователи единодушно рекомендуют внесение кальцийсодержащих веществ.

Использование повышенных норм вносимых удобрений на орошаемых землях, как следствие высокой подвижности питательных веществ, интенсивного их выщелачивания и потребления растениями, обосновано исследованиями И.М. Поповой (1966), И.Д. Филипьева (1978, 1980, 1984), Б.С. Носко (1978), Г.М. Кривоносовой (1984) и др.

Все перечисленные мероприятия необходимы для повышения эффективности водных мелиораций и окультуривания солонцовых почв.

2. Солонцовые почвы, испытавшие ирригационную реградацию.

Примером таких почв являются почвы колхоза «Россия» Голопристанского района Херсонской области в приморской части древней террасы-дельты Днепра.

Под небольшим слоем (1,5-2 м) почвообразующих лессовидных легких суглинков здесь залегают древнеаллювиальные пески. Подземные воды связаны с грунтовыми и содержат до 40 г/л солей хлоридно-натриевого типа.

Орошение таких земель вызвало повсеместный подъем грунтовых вод, которые установились на глубине около 1 м от поверхности, что привело к ярко выраженному вторичному засолению почв с появлением солей на поверхности в виде корки. Наиболее эффективным средством борьбы с вторичным засолением в этих условиях являются промывки на фоне дренажа. Опыта их проведения к началу 70-х годов в Украине не было. Поэтому по поручению министра мелиорации и водного хозяйства УССР Н.А. Гаркуши в 1975 г. лаборатория мелиорации УНИИПА заложила многолетний опыт по изучению способов промывки почв от солей и разработке комплекса мероприятий по повышению плодородия солонцовых вторично-засоленных почв.

Почвенный покров опытного участка представлен комплексом вторичных хлоридно-натриевых солончаков с коркой солей на поверхности и средним содержанием токсичных солей в слое 0-50 см - 0,;-0,8%, в слое 50-100 см - 0,2-0,8%, а также вторично-солончаковых каштаново-луговых солонцеватых почв с содержанием токсичных солей в верхнем слое 0,1-0,5%. По механическому составу верхнего метрового слоя эти почвы легко- и среднесуглинистые, ниже - супесчаные. Емкость поглощения равна 10-16 мг-экв на 100 г почвы, объемная масса - 1,4-1,7 г/см³. Коэффициент фильтрации верхних горизонтов - от 0,07-0,12 в оглееных солончаках до 0,8 м/сутки в каштаново-луговых почвах. Глубина залегания грунтовых вод - 1-1,5 м, их минерализация около - 20 г/л.

Перед закладкой опыта на участке была построена скважина вертикального дренажа на глубину 50 м, обеспечившая снижение уровня грунтовых вод глубже критического уровня в радиусе 300 м на площади около 30 га.

В схему опыта включены промывка дождеванием нормой 1500 м³/га, промывка затоплением по отдельным чекам нормой 7500 м³/га и вариант без промывок. После одноразового проведения промывок в последующие годы проводилось обычное орошение. На одной части участка был создан высокоудобренный мелиоративный фон (внесли 6 т/га фосфогипса, 30 т/га навоза и полную норму минеральных удобрений), на другой - низкоудобренный мелиоративный фон (только минеральные удобрения при посеве сельскохозяйственных культур). Кроме основного, был заложен микрополевой опыт с испытанием различных химических мелиорантов и моделей плантажной вспашки.

Исследования проводились в период 1975-1983 гг. (Новикова А.В., Ладных В.Я., 1982; Ладных В.Я., Гаврилович Н.Е., 1982; Ладных В.Я., 1984). Результаты их следующие.

Промывка вторичных солончаков и солончаково-солонцеватых почв легкого механического состава методами дождевания и напуском в чеки способствовала почти полному удалению токсичных солей из верхнего полуметрового слоя. Количество выносимых солей (80-90% от общего содержания токсичных солей) было примерно одинаковым для названных приемов. Глубже 50 см соли вымывались лишь частично. Близкой оказалась и урожайность сельскохозяйственных культур, хотя при поливе напуском расход воды был в 4,6 раза больше, чем при дождевании. Следовательно, для почвенно-климатических условий сухой Степи Украины с темно-каштановыми солонцеватыми легкосуглинистыми почвами промывку вторично засоленных почв экономически выгоднее осуществлять методом дождевания (без дорогостоящего строительства промывочных чеков) с подачей воды в течение 2-3 суток, с перерывами для предупреждения поверхностного стока и усиления эффекта солеотдачи. Промывки следует проводить только на фоне дренажа (вертикального или горизонтального) с поддержанием уровня грунтовых вод на глубине 2-2,5 м. Перед промывкой необходимо провести обычную глубокую на 25-30 см (а лучше плантажную) вспашку и внести на поверхность почвы гипс или фосфогипс для предупреждения послепромывного осолонцевания почвы, а затем ежегодно применять минеральные и органические удобрения. Прибавка урожая только за счет промывок на фоне оптимального уровня грунтовых вод составляла 30-80% (в зависимости от вида сельскохозяйственных культур). По результатам опыта были разработаны и переданы производству технологические рекомендации по промывке дождеванием (Ладных В.Я. и др., 1982).

Изучением промывок почв тяжелосуглинистого состава занимались Ю.А. Чирва (1980), И.К. Супряга и А.Б. Липатов (1981).

Другой объект исследований вторично-засоленных почв в зоне Краснознаменной системы орошения находился в совхозе «Знамя коммунизма» Цюрупинского района Херсонской области. Здесь подземные воды содержат соду, которая при водообмене поступает в грунтовую воду. Орошение вызвало повышение уровня последних и образование вторично-содозасоленных почв.

Для улучшения мелиоративной обстановки на данном участке в начале 70-х годов был построен вертикальный дренаж. В 1975 г. лаборатория мелиорации заложила здесь опыт.

Грунтовые воды залегают на глубине 2,3-2,5 м, минерализация их - 6 г/л, тип засоления - гидрокарбонатно-хлоридно-натриевый.

Почвенный покров участка представлен комплексом темно-каштановых солонцеватых вторично-луговых почв и солонцов каштановых, вторично-луговых солончаковых и солончаковатых (до 20%). Тип засоления почв хлоридно-гидрокарбонатно-натриевый. Содержание токсичных солей в слое 0-50 см - 0,1-0,2%. Помимо двууглекислой имеется нормальная сода, обнаруживаемая в солонце с глубины 27 см. Карбонатный горизонт в почве залегает на глубине 50-65 см и представлен регелизованной глиной белесого цвета.

В схему опытов было включено воздействие химических мелиорантов из промышленных отходов, имеющих кислую реакцию (фосфогипс, сернокислое железо), по обычной и по плантажной вспашке. В условиях микроопыта изучалось воздействие на почву однопроцентной серной кислоты.

Наблюдения за свойствами вторично-содозасоленных почв (Новикова А.В., Гаврилович Н.Е., 1984) показали следующее.

Под влиянием дренажа, орошения, химической мелиорации, удобрений и обработки произошло опреснение почв с уменьшением содержания двууглекислой соды в солонце на глубине 20 см. Активность иона натрия снизилась с 35 мг-экв/л до 4-5 мг-экв/л после внесения мелиорантов. Одновременно возросла активность ионов кальция с 2,0 до 4,5 мг-экв/л за счет внесенного фосфогипса. Снизилась степень насыщенности ППК натрием с 3,0 до 0,3-0,7 мг-экв на 100 г почвы на глубине 30-40 см.

Заметно улучшились физические свойства почв. На глубине 20-40 см естественная дисперсность уменьшилась более чем в 7 раз, а по плантажной вспашке при действии мелиорантов еще сильнее. Снизилась плотность почв.

В результате комплекса приемов возросла урожайность сельскохозяйственных культур. Наибольшие прибавки урожая за период 1975-1980 гг. получены при внесении фосфогипса и сернокислого железа по половинной норме на фоне минеральных удобрений (авторское свидетельство на способ мелиорации Новиковой А.В., Гаврилович Н.Е., Мамонтовой Е.Г.).

Проведенные опыты показали, что при ирригационной реградации почв следует дифференцировать приемы комплексной мелиорации. В случаях сильного проявления вторичного засоления нейтральными солями необходимы: дренаж, промывка дождеванием с предварительным внесением кальцийсодержащего мелиоранта для предотвращения вторичного осолонцевания, орошение в период вегетации, внесение органических и минеральных удобрений, подбор солевыносливых культур.

При ослабленном вторичном засолении почв солями, содержащими соду, необходимы: дренаж для снижения уровня грунтовых

вод ниже критического уровня, внесение кислых мелиорантов в сочетании с фосфогипсом и сернокислым железом по половинной норме, орошение, внесение минеральных и органических удобрений, посев многолетних трав.

3. Солонцовые почвы, испытывающие ирригационную деградацию при орошении.

Выше было отмечено, что при выращивании риса затоплением процесс почвообразования резко изменяется, по наблюдениям Т.Н. Кириенко, могут наблюдаться различные его проявления. Наиболее типичным процессом для рисовых полей является деградация солонцовых почв, при которой разрушается алюмосиликатная часть почвы, происходит перемещение вниз подвижных веществ, трансформация вторичных минералов (Кириенко Т.Н. и др., 1978; Любимова И.Н., Корнблум Э.В., 1973 и др.).

Опыты ряда авторов (Жовтоног И.С, Лактионов Б.И., Дубовская Н.В.) позволили определить основной комплекс приемов повышения плодородия таких почв. И.С. Жовтоног с сотрудниками (1969) рекомендуют перед затоплением риса вносить на поверхность почвы гипс дозой 2-4 *т/га*, Б.И. Лактионов (1976) - вносить в почву сернокислое железо, А.И. Болдырев, Г.П. Кочубей - железный купорос, перед посевом замачивать семена риса и подкармливать растения железом, Н.В. Дубовская (1978) - применять фосфоритную муку в дозе 8 *т/га*.

Разумеется, названные приемы должны сочетаться с гидротехническими мероприятиями - устройством дренажной сети, поддержанием уровня грунтовых вод не выше 1,5-2,0 м (Жовтоног И.С, Паламарчук И.К., Каленюк С.М., Решет-няк Н.Ф. и др.), внесением удобрений, введение специальных рисовых севооборотов и др.

4. Почвы, испытывающие ирригационное осолонцевание.

Процессы, протекающие в таких почвах, освещены в разделе 2.6. Были названы также приемы предупреждения осолонцевания и борьбы с этим явлением, разработанные коллективом авторов (Буданов М.Ф., Можейко А.М., Воротник Т.К., Болдырев А.И., Красутская Н.В., Ладных В.Я и др.). Такими являются - химическая мелиорация поливной воды (подкисление, разбавление пресной водой, очистка) и внесение химических мелиорантов на поверхность почвы. В дополнение к названным приемам необходимо корректировать и всю систему агротехнических мероприятий (севообороты, обработку, режимы орошения и др.).

Наилучшим способом гипсования почв при орошении является внесение гипса вместе с поливной водой (Болдырев А.И., Борькин А.И., Красутская Н.В.). В этом случае значительно ускоряется взаимодействие кальция с почвенным поглощающим комплексом. Кроме гипсования, необходимо внесение минеральных и органических удобре-

ний. Известны и другие мелиоранты, содержащие кальций (мел, известковые и меловые шламы, хлористый кальций, азотнокислый кальций и др.), также серу, железо (пиритные огарки, сернокислое железо), различные минеральные кислоты. Широкое внедрение их сдерживается по разным причинам (ограниченность промышленного производства, недостаточное изучение действия на почву, возможность загрязнения и др.).

5. Орошаемые почвы с признаками ирригационного ошелачивания и содопроявления.

Проведенные лабораторией мелиорации УНИИПА полевые, модельные и вегетационные опыты, а также обобщение литературных источников позволили дифференцировать приемы борьбы с содопроявлением в орошаемых почвах в зависимости от источников появления соды и природы щелочности (сульфат-редукция, поступление соды с напорными подземными водами, десорбция обменного натрия, щелочные поливные воды). Они сводятся к следующим (Новикова А.В., Гаврилович Н.Е., Калининченко В.Н. и др., 1987).

Для участков затопляемого риса, особенно тех, что расположены в подообразных понижениях, где содопроявление связано с процессами сульфатредукции, необходимы меры, направленные на усиление аэрации почв. Для устранения восстановленных продуктов следует проводить глубокую зяблевую вспашку и весеннюю перепашку, осуществлять сброс воды из чеков в период появления всходов риса с целью снижения восстановительных процессов и ослабления токсичного их действия на проростки риса. Для пополнения почвенного воздуха кислородом рекомендуется вносить легковосстанавливающиеся вещества (окислители), которые могут служить акцепторами при окислительно-восстановительных реакциях (перекись водорода, перманганат калия, нитраты). Для нейтрализации повышенной щелочности почв лучше вносить хлористый кальций, поскольку гипс и сернокислое железо, как вещества, содержащие сульфаты, могут усилить процессы сульфатредукции. Положительное действие оказывает фосфоритная мука, являющаяся также удобрением. Ослабляя подвижность алюминия, она снижает его токсичное действие на растения.

На рисовых участках важно выдерживать правильные севообороты, не допускать длительной монокультуры риса, обязательно вводить посевы люцерны и других многолетних трав и кормовых культур с целью использования их фитомелиорирующего воздействия. Учитывая, что при возделывании риса создается интенсивный промывной режим, рекомендуется вносить повышенные нормы удобрений с учетом особенностей рисового севооборота.

На участках, где повышенная щелочность вызвана воздействием содовых напорных грунтовых вод, необходимо с помощью дренажа понизить их уровень до глубины 2,4-2,6 м.

Целесообразно совместное внесение фосфогипса и сернокислого железа в половинной норме каждого мелиоранта. Фосфогипс вызывает ослабление щелочности почв и вытеснение натрия из поглощающего комплекса. Сернокислое железо (или пиритные огарки) способствует оструктурированию почв, а также снижению их щелочности.

Значительно сильнее понижает щелочность почв однопроцентный раствор серной кислоты. В присутствии карбоната кальция при этом образуется свежесажженный гипс, который способствует более интенсивному рассолонцеванию почв (Агабабян В.Г.). На таких участках необходимо применять комплекс мероприятий: дренаж, орошение, химические мелиоранты, минеральные и органические удобрения, посев многолетних трав.

На плато и террасах, где сода в почвах образуется за счет десорбции натрия в присутствии карбоната кальция, необходимо усилить процесс вытеснения натрия. Для этого следует вносить кальцийсодержащие вещества - гипс, фосфогипс, смесь фосфогипса и сернокислого железа, осуществлять плантажную вспашку, вводить посевы многолетних трав и сидератов с ежегодным их запахиванием в качестве зеленого удобрения или вносить навоз в большой дозе (до 80-100 т/га). Из минеральных удобрений следует отдавать предпочтение физиологически кислым их видам.

Для почв, ощелачивание которых вызвано поливной водой, необходимо мелиорировать воду внесением кислот и кальциевых мелиорантов, а также вносить фосфогипс и другие кальций содержащие мелиоранты в почву.

В данном очерке основным объектом анализа исследований являются солонцовые почвы. Что касается черноземов, то они затронуты лишь в связи с ирригацией, поскольку в случае применения минерализованных вод и в них начинается процесс осолонцевания. С учетом сказанного отметим некоторые работы, посвященные предупреждению негативных последствий орошения на черноземах. Выше была приведена классификация орошаемых черноземов (Балюк С.А. и др., 1990). В соответствии с ней предлагаются такие меры по устранению негативных последствий орошения черноземов: а) на площадях с ирригационно подтопленными черноземами при залегании грунтовых вод ближе 2 м, рекомендуется проводить дренирование территории для регулирования водно-солевого режима. При появлении вторичного засоления следует осуществлять промывку солей дождеванием. На орошаемых черноземах с глубиной грунтовых вод 2-3 м дренирование

проводится выборочно. Необходимо дифференцировать и комплекс агротехнических мероприятий по возделыванию сельскохозяйственных культур (севообороты, обработка почв, удобрения, режим орошения); б) на площадях с более глубоким залеганием грунтовых вод (ниже 5 м) целесообразно вводить севообороты, в которых два поля засеваются многолетними травами. Один раз в ротацию следует проводить глубокую (до 40 см) вспашку с внесением химических мелиорантов (фосфогипс от 5 до 10 т/га) и применением повышенных доз навоза и минеральных удобрений. Поливные нормы - от 300 м³/га для наиболее неблагоприятных условий при близком залегании грунтовых вод до 300-500 м³/га при залегании их ниже 5 м. Минеральные удобрения и фосфогипс целесообразно вносить вместе с поливной водой.

В работе, посвященной агроэкологической концепции орошения черноземов (Гоголев И.Н., Зимовец Б.А., Балюк С.А., Ладных В.Я., 1994), сформулированы общие и дифференцированные принципы экологически обоснованного орошения черноземов. К общим относятся - ландшафтно-геохимический подход при выборе экологически сбалансированных гидромелиоративных и других воздействий на почву, применение почвоохраняющих технологий. К дифференцированным - проведение реконструкции оросительных систем, создание новых поколений оросительных и дренажных систем, применение дифференцированных технологий орошения. Авторы рекомендуют вводить экологические ограничения по качеству поливных вод, комплексности почвенного покрова, степени загрязнения почв тяжелыми металлами, фтором и другими токсикантами.

Дальнейшее развитие водных мелиорации в Украине будет осуществляться в более сложных условиях рыночной экономики. Поэтому требуется новое экономическое и экологическое обоснование мелиорации, необходимы разработки новых технических и технологических решений.

С учетом реалий сегодняшнего дня требует коренной переработки «Концепция развития водных мелиораций в Украинской ССР» (Киев, 1980), разработанная по материалам исследований ряда научно-исследовательских организаций, в том числе и УНИИПА. Разработка новой концепции позволит более обоснованно планировать дальнейшее развитие орошения, предупреждать возможные негативные его последствия и в целом способствовать постоянному повышению плодородия орошаемых почв.

Заключение

Настоящий исторический очерк представляет собой обзор работ многих исследователей, занимавшихся изучением происхождения и мелиорации солонцовых почв в России и Украине. Рассмотрен более вековой период - со времен сбора первых единичных сведений и становления науки о засоленных и солонцовых почвах до настоящего времени (1996 г.).

Показано развитие представлений об источниках появления солей на земной поверхности, генезис солонцовых почв. Освещены различные подходы к классификации почв по степени солонцеватости и засоленности с использованием новейших методов исследований, в том числе термодинамических показателей. В области разработки методов борьбы с солонцеватостью показано постепенное изменение приоритетов - от признания гипсования, как единственного универсального способа для всех солонцовых почв, к необходимости дифференцирования приемов разработки комплекса мелиоративных и агротехнических мероприятий по повышению плодородия солонцов и до альтернативного (для зоны сухой Степи) - глубокой мелиоративной плантажной вспашке.

Особое внимание в очерке уделено новому периоду освоения солонцовых почв, совпавшему по времени с периодом проведения широкосмасштабной ирригации.

С учетом возможных экологических последствий орошения рассмотрены результаты изучения изменений гидрогеологических условий, состава и свойств почв на территориях с разной степенью естественной дренированности при выращивании зерново-кормовых культур, риса и орошении их как пресной водой, так и в разной степени минерализованной. При этом особо охарактеризован начальный (около 10 лет) и последующие (30 лет и более) этапы орошения.

Рассмотрены результаты опытов по мелиорации солонцов, проведенных в период с 30-х по 80-е годы, а также исследований по предупреждению и борьбе с негативными экологическими последствиями орошения. Определены основные направления эволюции солонцовых почв, возникающие под влиянием длительного орошения.

В очерке выделены следующие этапы проведенных исследований солонцовых почв в XX веке.

Исследования на территории России (частично в Украине).

1. Первые сведения о засоленных почвах, полученные в дореволюционный период учениками и сотрудниками В.В. Докучаева под его руководством (конец XIX века - начало XX века).

2. Становление и дальнейшее развитие науки о засоленных и солонцовых почвах в послереволюционный период. Коллоидно-химические исследования К.К. Гедройца и А.Н. Соколовского, почвенно-географические и генетические исследования (Глинка К.Д., Прасолов, Герасимов И.П., Димо Н.А. и др.). Организация стационарных опытов по мелиорации в связи с освоением солонцовых земель в России, Украине, Сибири. Обобщающие работы по генезису и мелиорации солонцовых почв (Виленский Д.Г., Ковда В.А., Антипов-Каратаев И.Н., Самбур Г.Н.).

Исследования в Украине

3. Организация систематического изучения природы солонцовых почв и методов их мелиорации в Полесье, Лесостепи, сухой Степи (Соколовский А.Н., Самбур Г.Н., Можейко А.М., Гринченко А.М., Гринь Г.С., Семенова-Забродина С.П., Новико-ва А.В. и др.) - 30-50-е годы.

4. Обобщение результатов многолетних стационарных исследований с рекомендациями по внедрению разработанных приемов мелиорации. Начало государственного планомерного внедрения гипсования и плантажной вспашки (конец 50-х - начало 60-х годов).

5. Развитие почвенно-мелиоративных исследований в период 1960-1990 гг. Продолжение изучения генезиса солонцовых почв с применением современных методов исследований. Постановка опытов с разработкой более совершенных приемов мелиорации, способов внесения гипса, новых химических мелиорантов и др.

6. Изучение влияния орошения, в том числе длительного, на гидрогеологические условия и почвы, включая изменения эволюции солонцовых почв. Разработка методов предупреждения и борьбы с негативными экологическими последствиями широкой ирригации, исследования по созданию современной экологической концепции орошения черноземов.

История почвенно-мелиоративных научных работ свидетельствует о том, что освоение и мелиорация солонцов, орошение и осушение земель были одними из главных направлений интенсификации земледелия, осуществляемой в Украине на протяжении последних 70 лет.

Также интенсивно развивалась и химизация сельского хозяйства. По данным Б.С. Носко (1996), в период 60-90 гг. внесение удобрений возросло с 31 до 160 ц/га, баланс питательных веществ в почвах стал положительным. В это же время распаханность земель в Украине достигла 81%.

Последствия интенсификации земледелия, по мнению Б.С. Носко, были как позитивными, так и негативными. Позитивные выразились в положительном балансе питательных веществ с накоплением их остаточных форм, негативные - в усилении эрозии почв в связи с

распашкой земель, в потерях гумуса, засолении почв при орошении и загрязнении.

В связи со сложившейся ситуацией, Институт почвоведения и агрохимии УААН разработал концептуальную программу охраны и рационального использования земельных ресурсов (Медведев В.В., Трускавецкий Р.С, Балюк С.А. и др., 1996), в которой предлагается повысить роль площадей, отводимых под экологостабилизирующие угодья (леса, луга, пастбища), уменьшая роль экологодестабилизирующих (пахотные земли). На орошаемых землях с целью улучшения экологической обстановки предлагается осуществить реконструкцию оросительных, дренажных систем на площади 400 тыс. га и устройство дренажа на площади 40-50 тыс. га, произвести промывку засоленных почв на площади 10-20 тыс. га, проводить химическую мелиорацию поливной воды и орошаемых земель и другие мероприятия. С учетом предложенного нового направления в земледелии должны осуществляться работы и по мелиорации солонцовых почв.

Несмотря на большой объем научно-исследовательских работ по проблеме мелиорации почв, проведенных многочисленными коллективами ученых в XX веке, еще много важных вопросов осталось нерешенными. На пороге XXI века крайне важно назвать узловые задачи, которые предстоит решать будущему поколению исследователей в области генезиса и мелиорации солонцовых почв Украины. К ним относятся следующие.

1. Провести углубленные исследования генезиса малонатриевых солонцов, особенно для доказательств таких теорий, как: 1) магниевая солонцеватость; 2) современное солонцеобразование за счет процессов импัลверизации солей и внутрипочвенной сезонной их миграции; 3) солонцеватость, вызванная минеральными и органоминеральными соединениями, воздействующими на пептизацию и стабилизацию коллоидов. Для выполнения работ необходима постановка строгих экспериментов, модельных лабораторных и полевых опытов с применением новейших методов физической и коллоидной химии, с определением количественных показателей интенсивности процессов осолонцевания и их прогнозом. Уточнение генезиса солонцов позволит обосновать выбор методов мелиорации.

2. Организовать мониторинг на естественно развивающихся солонцовых почвах зоны Лесостепи и Степи и на солонцах, подвергшихся мелиоративному воздействию в предыдущие годы.

3. При изучении солонцовых почв следует шире использовать современные методы физической и коллоидной химии, такие как: изучение взаимодействия твердой, жидкой и газообразной фаз, исследова-

ние природы и прочности связи поглощенных катионов в ППК, скорость замещения поглощенного натрия кальцием гипса в богарных и орошаемых условиях, последовательность удаления из поглощающего комплекса катионов при воздействии вод разной минерализации, активность ионов натрия, кальция, магния в растворах, ассоциация ионов, карбонатно-кальциевое равновесие, трансформация вторичных минералов под влиянием мелиораций и др.

4. Изучить и дать оценку податливости разных видов солонцовых почв химической мелиорации и мелиоративной плантажной вспашке.

5. Уточнить длительность положительного действия гипсования и плантажной вспашки в богарных и орошаемых условиях на разных почвах и в разных зонах.

6. Усовершенствовать методы расчета норм внесения гипса для солонцов Лесостепи и Степи.

7. На основе изучения степени податливости солонцов разным видам мелиорации разработать агропроизводственные группы и провести эколого-мелиоративное районирование солонцовых почв применительно к адаптивно-ландшафтному экологически безопасному земледелию.

8. Разработать новые методы химической мелиорации с использованием различных мелиорантов, в том числе отходов промышленного производства, уточнить механизм воздействия на почвы кислотных отходов, сернокислого железа, их сочетания с кальцийсодержащими веществами. При этом следует уделить большое внимание поиску совершенно новых способов мелиорации с использованием достижений современной науки.

9. Изучить экологические последствия химической мелиорации (загрязнение почв тяжелыми металлами, токсическими веществами и др.) и экологию мелиорированных солонцовых почв.

10. Исследовать степень воздействия на солонцовые и другие почвы газообразных отходов химических заводов, кислотных дождей и др.

11. Для районов сухой Степи сконструировать новый плуг для ярусной вспашки солонцовых почв типа ПТН-40 с большей глубиной пахоты (до 60-70 см), извлекающий карбонаты кальция и сохраняющий при этом на поверхности почвы ее верхний гумусовый горизонт. Желательно изучить конструкции виброплугов и плугов фрезерного типа. Для почв, в которых карбонаты залегают глубже 60 см, создать плуг-удобритель, с помощью которого можно одновременно вносить гипс и перемешивать его с плотным солонцовым горизонтом почв.

12. На основе использования материалов крупномасштабного картирования, проведенного как в 60-е годы, так и позже, составить картосхемы залегания карбонатного горизонта во всех солонцовых почвах юга Украины.

13. Определить оптимальные параметры свойств корнеобитаемого слоя окультуренных разными методами солонцовых почв для использования их при разработке новых мелиоративных машин и технологий химической мелиорации почв.

14. Силами почвоведов-мелиораторов разработать классификацию окультуренных солонцовых почв с учетом их видов и на основании имеющихся данных конкретных полевых опытов.

15. Разработать нормы внесения удобрений в солонцовые почвы в системе севооборотов для богарных и орошаемых условий зоны Лесостепи и Степи.

16. Глубоко изучить уникальный по площади опыт широко-масштабной мелиорации солонцовых почв методом мелиоративной плантажированной вспашки на примере Крымского Присивашья, где площадь плантажированных солонцовых почв превысила 220 тыс. га. Учитывая то, что плантажная вспашка была проведена силами колхозов с возможными нарушениями рекомендаций по ее технологии, необходимо выборочно выполнить маршрутное почвенное обследование плантажированных участков, зафиксированных на планах землеустройства. При обнаружении плантажированных участков солонцовых почв с низким плодородием следует проводить повторную мелиорацию путем внесения гипса по поверхности или повторную вспашку на глубину 60 см, а также вносить минеральные, органические удобрения и высевать многолетние травы. Установить мониторинг на ряде староплантажированных почв с учетом разной глубины залегания грунтовых вод и видов исходных солонцовых почв.

17. Продолжить ранее начатые исследования состава карбонатов, извлекаемых на поверхность при плантажировании, а также появления и интенсивности содопроявления на таких почвах в богарных и орошаемых условиях.

18. Организовать повторное исследование процессов содопроявления на отдельных участках орошаемых территорий, где солевая съемка проводилась в последние годы XX века, для определения направленности и интенсивности процесса содопроявления во времени.

КРАТКИЕ ВОСПОМИНАНИЯ О НЕКОТОРЫХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПОЧВОВЕДАХ¹

Кто-то из историков правильно подметил, что в конце или начале следующего столетия зачастую происходят судьбоносные события и войны. Это вполне применимо и к XX веку. В его начале, грянула Первая мировая война, затем в России совершилась Февральская революция, после нее - Октябрьская социалистическая революция, а затем гражданская война. В 1941 г. в связи с нападением фашистской Германии началась Великая Отечественная война. Так что населению пришлось пережить все тяготы войн и смены социально-политического строя: сперва переход от капитализма к социализму - семидесятилетний период строительства первого в мире социалистического государства, когда удалось превратить отсталую крестьянскую страну в крупное индустриальное государство с мировым уровнем развития в некоторых областях, затем - развал советской страны и обратный переход от социализма к капитализму.

Автору этих строк довелось прожить долгую жизнь и на своей судьбе испытать перипетии каждого времени. Было много тяжелого, но были и яркие периоды творческого подъема, встречи с крупными почвоведом. И хотелось бы рассказать о них на фоне того времени, не вдаваясь глубоко в социально-политические вопросы, по которым имеется большая литература.

Учеба. Ростовский Госуниверситет. С.А. Захаров.

Современная молодежь, по-видимому, совсем не знает, что означает аббревиатура - ФЭС. Рабфак. Поэтому несколько слов об этом.

Мне довелось родиться в Ставропольском крае в одной из станиц и получить начальное, затем семилетнее образование в станице и провинциальном городке. Не знаю, везде ли в России была введена такая система образования, но там она имела такие особенности. Надо сказать главное, что в политической идеологии того времени подчеркивалась следующая идея. Поскольку в старом обществе при капитализме самым угнетаемым являлся рабочий класс, то после его победы над капитализмом следовало приложить все усилия, чтобы этот класс

¹ Статья опубликована в сб. трудов международной конференции по вопросам «Проблемы истории, философии и социологии почвоведения». Памяти основателя теоретического почвоведения В.В. Докучаева, ноябрь 2003. Москва, Изд. Наука, 2005. С. 151-162.

получил хорошее образование и приобщился к культуре. Молодое поколение не должно было просто учиться разным наукам, но и должно получить некоторые производственные навыки. Поэтому создавались не только обычные школы, но и ФЗС - фабрично-заводские семилетки. В них группа разбивалась на бригады. Эти бригады со временем проходили производственную практику на заводах данного региона. В нашем случае это были механический, маслобойный и др. заводы, где обучали слесарному делу и другим профессиям. В системе обучения в школе по бригадному методу допускалось, что на вопросы учителей отвечал тот ученик, который больше всех знал этот предмет. Таким образом, уровень знаний был неодинаковым. В то же время в школе было много кружков - литературный, художественной гимнастики и др. Была и так называемая «Синяя блуза», выступавшая на школьных вечерах с гимнастическими упражнениями, чтением стихов, пением революционных песен и с обязательным построением гимнастической пирамиды в конце выступления.

После окончания ФЗС предстояло получить хотя бы небольшой трудовой стаж, а уже затем можно было поступить на Рабочий факультет (Рабфак) при одном из высших заведений и после его окончания поступить в ВУЗ без вступительных экзаменов.

Мне довелось учиться на Рабфаке при Ростовском Госуниверситете. Здесь-то и вскрылись недостатки учебы по бригадному методу. Надо было наверстывать упущенные знания, научиться упорно работать над учебником, просиживая часто до глубокой ночи. Кроме молодежи на Рабфаке занимались люди среднего возраста, часто бывшие рабочие. Им было особенно трудно. Приходилось брать ночную работу на железной дороге (разгрузка вагонов) или в других местах, чтобы содержать семью.

Нельзя умолчать о том, что в 30-е годы в стране ощущался большой политический подъем. Впервые строилось социалистическое государство, ставились задачи завоевания первых мест во многих областях науки и техники. Именно в те годы был осуществлен первый в мире перелет советских летчиков (Валерий Чкалов и др.) в США через Северный полюс. Папанинская эпопея с организацией метеонаблюдений на Северном полюсе, перелет женщин-летчиц во главе с М. Гризодубовой на Дальний Восток и др.

На Северном Кавказе также поставили задачу - совершить массовое восхождение колхозников на одну из горных вершин Кавказа. В университете были созданы курсы инструкторов-альпинистов для организации такого восхождения (автор этих строк тоже закончил такие курсы).

Создавались также многочисленные кружки - музыкальный, с организацией самодеятельного оркестра народных инструментов, мас-

совиков-затейников для проведения студенческих вечеров. Студенты стремились познать художественную литературу, много читали, слушали факультативные курсы, например, по древней истории и т.д.

На фоне всеобщего энтузиазма, которым было охвачено студенчество, в те годы просачивались смутные слухи о некоторых политических репрессиях, даже в стенах вуза. Но об этом открыто не говорили.

Надо подчеркнуть, что Ростовский университет являлся старейшим учебным заведением, где преподавали ученые с мировым именем в области химии, ботаники, геологии и др. На геологическом факультете, где мне пришлось учиться, читали курсы лекций интересно. Однако первая же академическая практика по общей геологии в равнинных окрестностях Ростова была неинтересной, поэтому приехали с нее разочарованными. И вдруг узнаем, что в университет приехал работать крупнейший почвовед, ученик В.В. Докучаева, основателя этой науки - профессор Сергей Александрович Захаров. Он организован кафедре почвоведения на геологическом факультете. Последний переименовали в геолого-почвенный. Нашей группе геологов предложили разбиться на две части с тем, чтобы одна продолжала оставаться геологической, в вторая - почвенной. Она и явилась самым первым выпуском почвоведов в РГУ (1939 г.).

Сергею Александровичу Захарову в период переезда в Ростов было 56 лет. Он был высоким, стройным, выделялся особой мягкостью в обращении, интеллигентностью. Он читал несколько курсов - общее почвоведение, географию почв, почвы мира и др. Поражала его многосторонняя эрудиция и сильная пристрастность к своей науке. На лекции он приходил не только со стандартными наглядными пособиями в виде таблиц, но и с пачкой книг авторов, на которые он делал в лекциях ссылки и знакомил с ними студентов. В процессе лекций он на доске вычерчивал графики, поясняющие текст, захватывал слушателей своей страстностью и приведением большого фактического материала. Особенно интересными были лекции о почвах Кавказа, которые С.А. Захаров долго обследовал, а также был здесь вместе с В.В. Докучаевым. В учение о почвенных зонах он внес свое дополнение о том, что вертикальные зоны не просто повторяют горизонтальные, но последовательность их обусловлена той зоной, где располагается горная страна.

Усвоению курса помогал замечательный учебник почвоведения, написанный им простым и ясным языком. В нем содержался большой фактический материал – табличный, графический. Часть рисунков была выполнена самим автором (структурные элементы почв и др.). Вообще следует подчеркнуть, что С.А. Захаров первый предложил учение о морфологии почв (окраска, структура, сложение), без которого эта наука не была бы полной. Важно то, что все особенности морфологии были авто-

ром тесно увязаны с процессом почвообразования, поэтому знание морфологии позволяло представить и генезис почвы. В своем учебнике С.А. Захаров предвосхитил современные тенденции развития почвенных методов исследования, например, мониторинг, выделив в учебнике раздел «Жизнь почвы». Он всегда подчеркивал необходимость познания динамики почвенных процессов, что довел до совершенства его ученик В.А. Ковда в своей монографии «Происхождение и режим засоленных почв». В вопросе о том, что же представляет собой почва, Захаров неуклонно поддерживал точку зрения В.В. Докучаева. Почва - это самостоятельное природное тело, возникшее под воздействием ряда факторов почвообразования. Как известно, не все это поддерживали. Некоторые считали почву геологическим телом - корой выветривания, несколько измененную биосферой. Иные, наоборот, придавали биологическому воздействию растений первостепенное место, а изменение почвы объясняли лишь сменой растительности. Захаров изложил в учебнике принципы и основную схему классификации почвы. На учебнике С.А. Захарова выросло несколько поколений почвоведов.

Желая расширить научный кругозор почвоведов самого первого выпуска С.А. Захаров организовал в период зимних каникул экскурсию в Москву, в самые крупные почвенные центры - в Московский Госуниверситет и Почвенный институт им. В.В. Докучаева. Запомнились встречи в МГУ с проф. В.В. Геммерлингом, Н.А. Качинским. Поразил замечательный почвенный музей с почвенными монолитами со всего Союза из разных природных зон. В Почвенном институте нас принимали руководители разных отделов, показывали новые приборы и оборудование. Запомнилась серия модельных опытов на монолитах, проводимая под руководством И.Н. Антипова-Каратаева.

В 1938 г. С.А. Захаров впервые проводит академическую практику по Северному Кавказу, с пересечением горизонтальных и вертикальных природных зон. По заранее намеченному маршруту делались остановки. Выкапывали почвенные разрезы, описывали почвы, отбирали почвенные образцы, собирали гербарий. В своих полевых дневниках делали зарисовки геоморфологии, мезо- и микрорельефа, строения почвенного профиля. Вечером подводили итоги увиденного. Захаров кратко описывал геологические, геоморфологические особенности места, растительность и особенность почв данной природной зоны. Перед студентами выступали и работники опытных станций или представители вузов конкретного региона. Отмечу, что одна из остановок была в окрестностях г. Буденновска, где уже в современные годы развернулись террористические события с гибелью людей. Последним объектом практики были горные массивы возле г. Кисловодска с описанием горно-луговых почв. Делались фотографии. В целом это была потрясающая практика, раскрывающая тайны природной зональности почв и растений. Не ошибусь, если скажу, что

это был своеобразный обряд посвящения в почвенную науку. Сохранившийся у меня до последних лет Полевой дневник, представляется реликвией, имеющий не только историческую, но и научную ценность.

С.А. Захаров стремился увязать почвоведение с запросами производства, в частности, с сельским хозяйством. Когда в стране стали создавать сортоучастки с целью подбора наилучших для данной местности сортов сельскохозяйственных культур, кафедра почвоведения организовала проведение детальной почвенной съемки на территории будущих сортоучастков. Общее руководство этой работой осуществлял С.А. Захаров, а непосредственное – доцент Ф.Я. Гаврилюк, как руководитель производственной практики, читавший курс по почвенной съемке. Мне пришлось обследовать и составлять почвенную карту Усть-Джагутинского сортоучастка недалеко от г. Черкесска. Такая практика очень много дала для становления почвоведом. Приходилось не только составлять карту детального масштаба, но и выполнять в лаборатории химические анализы, а также писать почвенный очерк к карте. После такой практики почвовед мог работать самостоятельно.

После окончания университета мне предложили поступить в аспирантуру. И здесь С.А. Захаров, сам всецело преданный науке, на предварительном собеседовании буквально поразил меня вопросом: - «А способны ли Вы в своей жизни поставить научные исследования на первое место, а семью и быт - на второе? Если - да, то поступайте в аспирантуру (участвуя в конкурсе)». Пришлось ответить положительно, потому что прекрасный педагог уже сумел зажечь глубокий интерес к почвоведению. Начавшаяся вскоре Финская, а затем и Великая Отечественная война приостановили учебу в аспирантуре, университет эвакуировался в Среднюю Азию (Киргизию), я с семьей уехала в Сибирь по путевке мужа в один из промышленных центров, где строились новые заводы оборонного значения. После Победы над врагом университет возвратился в Ростов. Мне в Сибирь был послан вызов из университета для завершения аспирантуры.

Автору этих строк представляется, что современной научной молодежи (аспирантам и др.) будет не лишним узнать как приходилось учиться в аспирантуре в послевоенный период.

Во время войны Ростов несколько раз переходил из рук наших частей в руки немцев. Он был сильно разрушен. В послевоенный период предстояло восстановить предприятия, вузы, школы, жилища. В университете не хватало оборудования, приборов, химической посуды и, главное, было очень мало денежных средств. Все материалы по диссертации, собранные до войны, были утрачены. Надо было взять новую тему, соотносясь с реальными возможностями. По совету научного руководителя С.А. Захарова новая тема кандидатской диссертации касалась почв реки Дона, водно-солевого режима их и вопросов рационального использования в сельском хозяйстве.

Аспирантке пришлось оставить на попечение родных годовалого ребенка и начинать почвенное обследование на разных террасах этой большой реки, неоднократно переходя по пояс в воде участки речных стариц. Время было голодное, в поле можно было взять только кусочек хлеба. А затем в лаборатории предстояло все дни до глубокой ночи выполнять химические анализы. Руководитель тяжело заболел и не смог даже прочесть и выправить рукопись подготовленной диссертации. Для перепечатывания рукописи могли выдать деньги только один раз. Слабой от сильного переутомления и полуголодного состояния, аспирантке выдали путевку в местный дом отдыха для того, чтобы набраться сил для защиты диссертации. Защита прошла успешно.

Тяжелая болезнь С.А. Захарова прогрессировала, и в январе 1949 г. его не стало. Однако остались его многочисленные труды, его школа, воспитанная им преданность науке, большое трудолюбие и желание быть полезным своей стране.

Восстановление народного хозяйства, подготовка к широкой ирригации. Крымский Филиал Академии Наук.

Д.Г. Виленский, В.А. Ковда, И.Н. Антипов-Каратаев

После Великой Отечественной войны возникла острая необходимость в быстром восстановлении народного хозяйства. Предстояло изучить местные природные ресурсы каждого региона для рационального их использования. С этой целью в стране создаются Филиалы Академии наук СССР, в том числе Крымский в Симферополе. В его составе было несколько отделов: геологический, химии, ботаники, почвоведения, археологии и др. Забегая наперед отмечу, что хотя Филиал просуществовал относительно недолго, порядка одного десятка лет, но благодаря новизне вопросов исследований, работа велась с большим энтузиазмом и было получено много полезного для развития народного хозяйства Крыма.

Так, геологи (В.Ф. Малаховский и др.) выявили особенность образования железных руд на Керченском полуострове и предложили пути их утилизации; гидрогеологи (С.В. Альбов и др.) определили запасы питьевых вод; химики (А.М. Понизовский и др.) исследовали состав и физико-химические свойства рассолов Сиваша и разработали пути рационального использования минеральных ресурсов Сиваша; ботаники (Н.М. Чернова и др.) уточнили зональность природной растительности, выделили виды растений для их размножения и использования в сельском хозяйстве. Археологи раскопали древнее поселение скифов и захоронение царя Скилура. Почвоведы изучали генезис почв, закономерности географического их распространения, а также приемы повышения плодородия солонцовых и др. почв. Расскажу немного подробнее о почвенных исследованиях.

В начале 50-х годов в стране начали осуществляться крупные проекты по преодолению засухи, которая периодически поражала южные районы, вызывая неурожаи. Один из них вынашивался давно, он воплощал идеи Докучаева, Костышева и Вильямса - это проект «Преобразования природы» путем насаждения лесных полос вокруг сельскохозяйственных полей. Его успешно потом реализовали в жизнь. Появился проект широкой ирригации южных областей, со строительством крупных оросительных систем. В Украине намечалось использование воды крупных рек - Днепра, Днестра, Дуная и др. В ходе реализации проекта на реке Днепр от верхней до нижней части долины был построен целый каскад водохранилищ.

С особой остротой возникал вопрос правильного отбора почв под орошение. Некоторые оросительные системы должны были размещаться в приосевой части Причерноморской впадины, т.е. на низких абсолютных отметках, где относительно близко залегают минерализованные грунтовые воды (Краснознаменская оросительная система, часть Северо-Крымской). Поэтому изыскания, охватывающие весь комплекс природных условий - геологию, геоморфологию, гидрогеологию и почвы проводились с особой тщательностью. Такие изыскания и соответствующие съемки осуществляли специалисты разных министерств и ведомств. В частности, почвенным обследованием занимались не только почвоведы Крымского Филиала (В.П. Гусев и др.) и Управления землеустройства Крыма, но и специалисты временно создаваемых экспедиций (в МГУ, ЛГУ и др.).

В Филиале были организованы также сезонные наблюдения за водно-солевым режимом и определением запасов солей в почвогрунтах. Расширены опыты по мелиорации солонцов, начатые в 1949 г. (А.В. Новикова и др.). Под руководством А.В. Жигачева велось исследование водно-физических свойств почв. Все это позволило составить почвенную карту зоны предстоящего орошения из Северо-Крымского канала на площади 1,2 млн. га. На основе данных по динамике солей при разном положении грунтовых вод были выделены почвы и комплексы: луговые, лугово-степные и степные. Разработано почвенно-мелиоративное районирование с предложениями о рациональном использовании земель в сельском хозяйстве и приемов мелиорации солонцовых земель. Отмечу, что в последующие годы, после реорганизации Крымского Филиала и создания на части его штатных единиц в Украине нового института - Украинского НИИ почвоведения (позже добавлено слово - и агрохимии), тематика, связанная с орошением, как и крупномасштабное картирование, была продолжена уже в стенах этого института. Часть почвоведов, как и автор этого текста, были переведены на работу в него.

Поскольку орошение на очень больших площадях степной зоны в стране вводилось впервые, то разумеется, возникали дискуссионные вопросы. Так, например, было хорошо известно, что спутником орошения почв пустынной и полупустынной зон являлось вторичное засоление. Но в какой мере оно будет проявляться в степной зоне, было неясно. А поскольку меры борьбы с ним требовали крупных финансовых затрат, то необходимо было предотвратить возможность появления вторичного засоления почв еще на стадии составления проекта. Почвоведы (в числе их и автор данных строк), располагающие конкретными материалами о запасах солей в почво-грунтах, об особенностях водно-солевого режима в почвах с близким залеганием минерализованных грунтовых вод, настаивали на необходимости включения в проект орошения строительство коллекторно-дренажной сети. Проектировщики же не соглашались с таким мнением (удорожание сметы).

В этот период Крым посетил профессор Московского Госуниверситета Виленский Дмитрий Гермагенович. Он давно уже занимался исследованием засоленных почв Заволжья, написал первую крупную монографию о засоленных почвах (1924) и очень хороший учебник «Почвоведение».

В Крымском Присивашье была специально организована экскурсия. В ней приняли участие и местные почвоведы (в том числе и автор данного сообщения). Закладывались почвенные разрезы по створу от берегов Сиваша к югу, на более высокие отметки, охватывая почвы с разным уровнем минерализованных грунтовых вод. В некоторых разрезах вскрывался солонец, с четко выраженными элювиальным и иллювиальным горизонтами, которые могли ранее образоваться только при опреснении почвы, с выносом из верхних горизонтов водорастворимых солей. Только тогда поглощенный натрий мог способствовать диспергации и пептизации коллоидов с образованием иллювиального горизонта. А в обнаруженных профилях солонцов на их поверхности находилась корочка водорастворимых солей. Такие почвы Д.Г. Виленский называл реградированными солонцами.

Появление такого вида почвы он объяснял процессом естественного вторичного засоления ранее образовавшегося солонца поднявшимися грунтовыми водами после тектонического опускания территории Присивашья. Виленский поддерживал мнение почвоведов о возможности подъема грунтовых вод после начала орошения, если на территории не будет построен дренаж.

Несколько позже в Крым приезжал Ковда Виктор Абрамович. Он был одним из руководителей так называемого комитета содействия великим стройкам (по вопросам ирригации). На заседание этого комитета приглашались почвоведы, занимавшиеся вопросами ирригации. Довелось быть там с отчетом о полученных результатах исследований

и автору этих строк. В.А. Ковда руководил также лабораторией борьбы с засолением в Почвенном Институте им. В.В. Докучаева. Участвуя в многочисленных экспедициях и стационарных исследованиях, он собрал и творчески обобщил огромный фактический материал. Выявил генезис солончаков и солонцов. Предложил свою классификацию почв засоленного ряда и наметил возможные приемы их мелиорации. Все это изложил в книге «Солончаки и солонцы» (1939 г.). В другой 2-х томной монографии «Происхождение и режим засоленных почв» (1946-1947 гг.) рассматриваются вопросы появления солей на земном шаре в поверхностных, грунтовых водах и почвах. В тесной увязке с глубиной грунтовых вод и сезонными и многолетними циклами погоды, он рассматривает особенности миграции солей. Предлагает интегральный показатель оценки направленности процессов засоления-рассоления (коэффициент сезонной аккумуляции). Анализирует процессы воздействия солей на растения, их солевыносливость. Обосновывает мероприятия по борьбе с засолением, в числе которых главное место отводится дренажу.

Эта последняя монография стала крупным событием не только в Союзе, но и за рубежом. Она была настольной книгой почвоведов, особенно работающих в области ирригации. Можно без преувеличения считать, что именно В.А. Ковда создал отечественную школу почвоведов-мелиораторов. Многие (в их числе автор этих строк), не проходя у него аспирантской подготовки, все равно считают его своим учителем. Большое влияние В.А. Ковда оказал и на зарубежных исследователей, что с особой силой проявилось в 1959-1964 годах, когда он стал работать директором Департамента естественных и точных наук ЮНЕСКО. Под его редакцией была подготовлена многотомная монография «Международное руководство по ирригации и дренажу». Позднее он стал научным руководителем проекта «Земельные ресурсы мира» и организовал Международные курсы для специалистов развивающихся стран Азии и Африки по вопросам мелиорации засоленных почв. Несколько позже В.А. Ковда вышел из узких рамок почвенной мелиорации и посвятил себя проблемам общего почвоведения. Это вопросы направленного регулирования почвенных процессов системой комплексных мелиораций, проблемы биосферы и биологической продуктивности почв и другие. Стал заниматься охраной почв и окружающей среды от загрязнения. Среди его последних работ выделяется двухтомная монография «Основы учения о почвах», являющаяся теоретическим обоснованием современных знаний о почвах мира.

Нельзя не отметить, что В.А. Ковда был очень внимательным к почвоведом всех республик, помогал их научному росту. Был простым и доброжелательным в общении.

Но вернемся к периоду начала ирригации на Украине. В.А. Ковда также приезжал в Крым в период острой дискуссии о возможности вторичного засоления и необходимости проектирования дренажа. Он осматривал почвенные разрезы, заложенные в Присивашье и на Керченском полуострове, знакомился с программой и результатами исследований по засолению и борьбе с солонцеватостью и согласился с необходимостью устройства дренажа в зоне предстоящего орошения. Посоветовал нам заблаговременно организовать многолетние стационары по наблюдению за сезонной динамикой солей, что было выполнено и позволило получить ценнейший материал о воздействии «большой воды» на гидрогеологические условия и водно-солевой режим почв.

Следует отметить, что последующая история развития ирригации в Украине показала правомерность опасения почвоведов в отношении подъема грунтовых вод и засоления в бездренажных условиях в пониженной части приморской низменности. В первые же годы орошения на Краснознаменской оросительной системе произошел быстрый подъем грунтовых вод, подтопление части орошаемых земель и даже некоторых населенных пунктов. Возникло очаговое вторичное засоление на площади около 100 тыс. га. Появилось вторичное засоление и в зоне Северо-Крымского канала, хотя и на меньшей площади. Это вынудило Укргипроводхоз пересмотреть подходы к проектированию. Был разработан проект мелиоративного улучшения орошаемых земель на юге Украины. В соответствии с ним оросительные каналы стали делать с водонепроницаемой защитой. Была построена дренажно-коллекторная сеть, предусмотрена строгая подача воды для орошения и др. мероприятия. Нашей лаборатории мелиорации поручили разработать метод, а затем и прогноз вторичного засоления. В окончательном виде был предложен поливариантный метод прогноза, позволяющий выбрать такое сочетание водного баланса и минерализации грунтовых вод, при котором можно было не допустить вторичного засоления. Разработан также и метод промывки почв от солей путем дождевания для территорий с почвами легкого механического состава.

В последующем проектировались и строились технически совершенные оросительные системы, с устройством дренажа. Вопрос вторичного засоления был снят. В итоге же большие затраты на орошение были вполне компенсированы высокими урожаями. Цель ирригации была достигнута, засушливые степи преобразились, зазеленели. Конечно же орошение вызвало некоторые негативные изменения в направлении почвообразовательных процессов. Но усилиями большого коллектива были разработаны комплексные приемы, позволяющие разрешить эту проблему. Необходимо было поддерживать гидросооружения в хорошем состоянии и выполнять рекомендации.

В Почвенном институте им. В.В. Докучаева была лаборатория физико-химии и мелиорации солонцов, возглавляемая академиком Иваном Николаевичем Антиповым-Каратаевым. Он был известным химиком, разработавшим ряд коллоидно-химических методов исследований почв (электродиализ, электрофорез, коагуляция и пептизация почвенных коллоидов). Провел исследования природы почвенной структуры, механизма поглощения ионов почвами, с определением констант обмена, установил зависимость поглощения катионов от кислотно-основных свойств растворов. Предложил метод динамического определения обменной адсорбции. Большие успехи получены им при исследовании генезиса, географии и мелиорации солонцов. Он разработал первую количественную классификацию солонцов по поглощенному натрию, которая используется до сих пор. Среди многочисленных публикаций И.Н. Антипова-Каратаева наиболее значимой является книга «Мелиорация солонцов в СССР». Он был ответственным редактором книги и автором большей части текста. В ней излагаются результаты работы по происхождению, закономерностям распространения солонцов и по ряду теоретических вопросов (интенсивность осолонцевания при действии нейтральных солей натрия и соды; применимость к почвам закона действующих масс; обоснование предложенной классификации солонцов по поглощенному натрию данными исследования коллоидных свойств и др.). В конце приведены материалы исследований по мелиорации солонцов Заволжья, в частности, предложен так называемый агробиологический метод мелиорации солонцов полупустынной зоны в условиях орошения. В него входят плантажная вспашка, с извлечением карбоната кальция самой почвы, орошение, травосеяние, внесение органических и минеральных удобрений. Этот метод проходил производственную проверку, поэтому И.Н. Антипов-Каратаев проявил интерес к аналогичным опытам в Украине, в том числе в Крыму, в сухостепной зоне. Он приезжал на Херсонщину, где проводились опыты С.П. Семеновой-Забродиной, а затем в Крымское Присивашье и Керченский полуостров на наши опыты. Сделал ряд замечаний и предложил применять методы математической статистики при изучении динамики солей с целью получения достоверных результатов.

В общении с ним в полевых условиях поражало непритязательное, простое отношение, скромность в быту и физическая выносливость пожилого уже человека. Он активно помогал научному росту почвоведов, приглашал на совещания с докладами, способствовал публикации статей. В 1965 году при Почвенном Институте создается Координационный совет по мелиорации солонцов. Первым председателем его был И.Н. Антипов-Каратаев, а после ухода его из жизни – К.П. Пак, затем П.Н. Панов. На заседаниях совета рассматривались научно-

исследовательские планы всех республик, где солонцовые земли занимали заметную площадь. Ежегодно заслушивались научные отчеты. Министерство сельского хозяйства, ВАСХНИЛ и Почвенный институт регулярно проводили в разных республиках совещания по мелиорации солонцов, с осмотром опытов по улучшению солонцов, научными диспутами. Участие в работах Координационного совета способствовало творческому обмену полученных данных, развитию дискуссий. Важно, что все материалы регулярно издавались. Разрабатывались зональные рекомендации по мелиорации солонцов, что способствовало быстрейшему внедрению в сельскохозяйственное производство.

**Создание научного центра по почвоведению. Украинский НИИ почвоведения и агрохимии. А.Н. Соколовский.
А.М. Можейко**

С 1960 года автору этих строк пришлось переехать в Харьков для работы в созданном Украинском научно-исследовательском институте почвоведения в должности заведующего лабораторией мелиорации. Директором института был академик Алексей Никанорович Соколовский. Он пользовался большим уважением Украинского правительства и научных сотрудников. Как создатель школы почвоведов сельскохозяйственного профиля, ученик Д.Н. Прянишникова и В.Р. Вильямса, последователь воззрений П.А. Костычева, он считал, что в почвоведении важно изучать взаимоотношение почвы с растениями и найти пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

В начале своей научной деятельности А.Н. Соколовский исследовал воздействие разных катионов на почвенные коллоиды. Установив, что кальций способствует созданию хорошей структуры почвы, он считал его стражем плодородия. Поэтому большое внимание уделял солонцовым почвам и улучшению их плодородия внесением гипса. По его инициативе с 30-х годов в Украине стали создавать многолетние стационары по изучению генезиса и приемов мелиорации солонцов. На таких стационарах трудились его ученики – Г.Н. Самбур (Северная Лесостепь), А.М. Гринченко (Центральная Лесостепь) и А.М. Можейко (Южная Лесостепь). Позже такие же стационары были организованы на юге в степной зоне в Херсонском Присивашье (С.П. Семенова-Забродина), Крымском Присивашье и Керченском полуострове (А.В. Новикова) и в других местах. В результате на Украине раньше, чем, например, в Сибири или Казахстане, были разработаны коллективные рекомендации по мелиорации солонцов и началось внедрение мероприятий в сельскохозяйственное производство. Именно к этому и призывал А.Н. Соколовский.

На основе данных о диспергирующем воздействии на почву поглощенного натрия, А.Н. Соколовский предложил оригинальный метод борьбы с фильтрацией воды в прудах и каналах путем осолонцевания мелкоземистой части бортов и днищ. Этот метод получил в по-

следствии широкое внедрение в промышленности, как метод предотвращения загрязнения грунтовых вод токсическими отходами производства, находящимися в отстойниках.

Из многочисленных работ А.Н. Соколовского следует отметить его статью о недровых источниках солей на земном шаре (соляные купола и др.), являющихся причиной появления засоленных почв. Кроме того, им написан учебник по сельскохозяйственному почвоведению, на котором воспитывалось несколько поколений почвоведов. Он был прекрасным педагогом и помогал некоторым одаренным студентам, выплачивая из личных средств дополнение к стипендии. Воспитанная им школа и создала возможность в организации Национального научного центра по почвоведению и агрохимии в г. Харькове.

В созданном Институте почвоведения и агрохимии все лаборатории возглавлялись в основном учениками А.Н. Соколовского. Среди них автору этих строк больше всего приходилось общаться с Алексеем Михайловичем Можейко, который одновременно заведовал кафедрой земледелия в Харьковском сельскохозяйственном институте и был первым руководителем лаборатории мелиорации в научно-исследовательском институте. Он был прекрасным лектором и обаятельным человеком. Студенты и сотрудники очень уважали его и просто любили за человеческую обаятельность. Научные интересы его были обширные: вопросы земледелия, мелиорация солонцов, воздействие минерализованных вод на осолонцевание почв и, наконец, генезис и повышение плодородия дерново-подзолистых глеевых почв Прикарпатья. Он умело сочел лекторскую работу в вузе с научно-исследовательскими работами в институте почвоведения. Ездил на ряд стационаров, особенно на главный свой, Кременчугский стационар по мелиорации солонцов в Среднем Приднепровье, где наблюдения проводились более 20-ти лет. У него было немало аспирантов, в том числе приехавших из-за рубежа. В период подготовки к предстоящим наблюдениям по орошению, мы вместе с ним и его аспиранткой из Китая ездили в Азербайджан на Джафарханскую опытную станцию по орошению, где еще в 20-е годы был построен горизонтальный дренаж. Знакомились с методикой длительных наблюдений на дренажных системах за грунтовыми водами и динамикой солей в почвах. Тогда стояла 50-ти градусная жара в тени, работать в поле можно было только ранним утром. Все изнемогали от жары и только Алексей Михайлович был неутомим. Ознакомились с историей создания опытной станции, осмотрели ирригационные сооружения. Поездка была очень полезной для составления подробной программы исследовательских работ по орошению на юге Украины. Будучи первым заведующим лабораторией мелиорации в научном институте, он много сил отдавал оснащению ее новыми приборами, оборудованием, а также постановкой глубоких исследовательских работ.

А.М. Можейко оставил большой след в науке, прежде всего, по мелиорации солонцов. На созданном им Кременчугском стационаре изучил генезис гидроморфных солонцов Лесостепной зоны. Вместе с А.М. Гринченко разрабатывал методику опытного дела на почвах с

сильно выраженным микрорельефом. Этот метод, с некоторыми дополнениями, используется до сих пор. Он установил оптимальные дозы гипса для повышения плодородия местных почв, которые вошли в рекомендации по Украине. Большие исследования проведены им по воздействию минерализованных вод на почвы юга. Вместе с Т.К. Воротником им была разработана классификация вод, пригодных к орошению, и приемы предупреждения снижения плодородия почв внесением гипса перед проведением поливов.

В последующие годы этой проблемой занялись совместно несколько институтов на Украине: Институт почвоведения и агрохимии. Институт орошаемого земледелия и Институт гидротехники и мелиорации. В результате был составлен ГОСТ на оросительные воды, разработан прием внесения гипса вместе с водой специальной машиной, предложены другие химические мелиоранты. На юге, в Херсонщине, он первый показал на модельном опыте возможность применения плантажной вспашки вместо гипсования. В последующем, после проведения другими авторами ряда опытов на разных комплексах солонцов, было установлено - в каких условиях метод мелиоративной плантажной вспашки может дать положительные результаты. Метод получил широкое внедрение, особенно, в Крымском Присивашье (на площади более 220 *тыс. га*). Таким образом, идеи А.М. Можейко продолжают свое дальнейшее развитие в работах последующих поколений почвоведов.

Заканчивая краткие воспоминания, охватывающие период с 20-40-х до 80-х годов XX века отмечу следующее.

Главной чертой эпохи, в которой пришлось жить нашей стране, являлась идея, что на первое место ставились интересы государства, в то время, как личные - на второе место. Однако, государственные интересы включали социальную защиту населения, повышение его материального благосостояния. Эта идея и объединяла общество, раскрывала творческие возможности и вызывала энтузиазм.

Такая идейная направленность была и у почвоведов, стремящихся разработать новые пути повышения плодородия почв, повысить урожайность сельскохозяйственных культур для удовлетворения запросов населения. Крупные ученые, о которых говорилось выше, обладали ярким природным дарованием и большим трудолюбием. Они также стремились воплотить в жизнь свои идеи на благо своего государства и народа. Это им вполне удалось сделать. Они оставили свои научные школы, продолжающие развиваться как их, так и новые идеи, а труд их был на пользу своему отечеству.

С.А. ЗАХАРОВ И ЕГО НАУЧНЫЙ ВКЛАД В ОТЕЧЕСТВЕННОЕ ПОЧВОВЕДЕНИЕ (личные воспоминания к 130-летию со дня рождения)¹

¹ Статья опубликована в сб. «Агрохімія і ґрунтознавство», вып. 70. Харьков ННЦ ИПА, 2009. С. 150-154.

Сергей Александрович Захаров родился в 1878 году в г. Тифлисе в семье художника-преподавателя.

Он учился в Московском университете на естественном отделении физико-математического факультета, где, прослушав публичные лекции В.В. Докучаева, заинтересовался новой наукой - почвоведением. Изучал почвы реки Куры на одном из участков ее долины. Большие его творческие способности и трудолюбие обращают внимание к нему руководителя кафедрой А.Н. Сабанина. По просьбе В.В. Докучаева порекомендовать ему помощника в третье путешествие по Кавказу, А.Н. Сабанин советует пригласить С.А. Захарова. В 1900 г. в должности сотрудника-практиканта С.А. Захаров отправляется вместе с В.В. Докучаевым на Кавказ. Он продолжает общаться с В.В. Докучаевым и после этой поездки до конца его жизни.

Всю дальнейшую жизнь С.А. Захаров посвятил почвенной науке. Он работал в Москве, Петербурге, Краснодаре и в 30-х годах переехал в Ростов-на-Дону, где создал кафедру почвоведения в Ростовском университете.

Автору этих строк довелось в те годы учиться в Ростовском университете и оказаться в составе самой первой группы выпускников почвоведов (1939 г.). С.А. Захаров читал курс общего почвоведения, географию почв и другие дисциплины. Лекции его слушали с большим интересом, потому, что он излагал материал простым и ясным языком, иллюстрировал отдельные положения не только готовыми таблицами и графиками, но и писал и рисовал на доске, приносил на лекции монографии исследователей по конкретному вопросу и знакомил с ними студентов.

В те годы в стране стала создаваться сеть Государственных сортоучастков. С.А. Захаров возглавил работу по обследованию почв участков, отведенных под сортоиспытание. Наша производственная практика состояла из проведения детальной почвенной съемки на конкретном сортоучастке. Мне довелось обследовать Усть-Джегутинский сортоучасток в Кабардино-Балкарии.

После окончания университета мне было предложено поступить в аспирантуру.

По совету С.А. Захарова мне предстояло заняться изучением горно-луговых почв Кавказа. Ездил на Высокогорный стационар АН СССР, отобрала образцы почв, развернула в лаборатории университета аналитическую работу, но вскоре началась Великая Отечественная война. Университет эвакуировался в Киргизию. Лишь после окончания войны и получения вызова из университета, удалось продолжить учебу в аспирантуре, но уже по другой теме (прежние материалы были утрачены). Сергей Александрович помогал, как мог в это трудное послевоен-

ное время. Сам он потерял двух сыновей на войне. Помещение кафедры почвоведения было разрушено, надо было все восстанавливать. Здоровье С.А. Захарова пошатнулось, он слег. Диссертацию мне удалось написать и защитить в 1948 г. А в январе 1949 г. С.А. Захарова не стало.

Это было большой потерей для университета, сотрудников кафедры, студентов и аспирантов. Ушел из жизни не только крупный ученый, но и глубоко порядочный человек, деликатный и мягкий по натуре, помогавший всем.

Но остались его труды и память о нем, как сооснователе почвенной науки. И хотя прошло уже много лет, и почвоведение встало на более высокий уровень развития, но вклад Захарова в эту науку забыть нельзя. Поэтому хотелось бы напомнить современникам о тех важных положениях в почвоведении, которые впервые были разработаны им.

Учение о морфологии почв. Как известно, каждый объект органической и неорганической природы имеет свойственные ему морфологические показатели. Докучаев и его соратники отмечали ряд таких признаков, но они не систематизировали их. Одной из важных заслуг С.А. Захарова является не просто систематизация, а разработка цельного учения о морфологии почв. Со свойственной ему дотошностью он не только выделил отдельные морфологические признаки, но и, во-первых, увязал их с генезисом почв и, во-вторых, привел количественные показатели там, где это было необходимо.

К числу морфологических признаков он отнес: окраску, структуру, сложение, новообразования, почвенный «скелет», органические остатки и включения, мощность почвы в целом и отдельных генетических горизонтов, строение или общий облик почвы.

Он отмечает, какие из веществ придают окраску почвам. Выделяет главные типы окраски, отражает их разнообразие.

Структуру почв он характеризует по формам и размерам структурных агрегатов. Разрабатывает классификацию структурных элементов (типы, виды и роды структуры). Приводит рисунки отдельных видов структуры. Строго увязывает появление типов структур с тем или иным почвообразовательным процессом.

И самое важное - Захаров приводит названия генетических горизонтов, которые полностью используются в современном почвоведении (гумусоаккумулятивный, элювиальный, иллювиальный, переходный, горизонт почвообразующей породы). Приводит индексы горизонтов почв (А,В,С), которые до сих пор используются в России и других государствах, но изменены в Украине по рекомендации А.Н. Соколовского на такие индексы, которые полностью согласуются с названием этих горизонтов (гумусовый - Н, элювиальный - Е, иллювиальный - I, порода - Р). Если в горизонте отмечаются несколько процессов, то это выражается несколькими индексами.

Говоря в целом, можно отметить, что учение С.А. Захарова о морфологии почв находит свое отражение и в самых последних работах. Оно полностью воспринято отечественным почвоведением (с некоторыми дополнениями).

Учение о почвообразовательных процессах. Образование почв из почвообразующих пород С.А. Захаров рассматривает, как воздействие ряда процессов, которые он подразделяет на основные, типовые и элементарные. К основным он относит такие процессы, которые вызывают дифференциацию почвы на генетические горизонты.

В результате основных процессов образуются перегнойно-аккумулятивные, элювиальные и иллювиальные горизонты. Но в каждом из них совершаются особые типовые процессы. К примеру, в первом из вышеназванных горизонтов происходит гумификация, аккумуляция зольных элементов и другие процессы, в элювиальных - выщелачивание, вымывание и др., в иллювиальных - иллювиация (солонцеобразование, карбонатизация и др.). Элементарные процессы разделяют на три группы: физические, химические и биологические.

Эти особенности генезиса почв, детальная характеристика процессов получили свое дальнейшее развитие и в современных работах. Так в России вышла монография «Элементарные почвообразовательные процессы» (1992), а несколько позже. (2006) «Почвообразовательные процессы». В этих книгах - истоки учения С.А. Захарова о почвообразовании.

Хотелось бы отметить важную мысль С.А. Захарова, в отношении того, что почвы не представляют собой нечто застывшее, а происходит их постепенное изменение под влиянием внутренних процессов, т.е. совершается эволюция почв (например, переход слабоподзолистых в сильноподзолистые) или метаморфизм почв при изменении внешних условий (при продвижении леса на степь происходит переход черноземов в серые лесные почвы).

Эта идея об эволюции почв получила свое развитие в работах А.А. Роде (1947), В.А. Ковды (1937), Е.Н. Ивановой и В.М. Фридлянда (1954) и других. Мало того, она воспринята в современной классификации солонцов (луговые, лугово-степные, степные).

Жизнь почвы. С.А. Захаров впервые в почвоведении ввел понятие «жизнь почвы». Под этим термином он понимал периодические изменения состава и свойств почв под влиянием внешних условий и процессов почвообразования. Он считал необходимым изучать такие режимы в почвах: тепловой, водный, воздушный, динамику почвенных растворов, питательного режима, состав поглощающего комплекса, физические свойства и другие.

Эта идея полностью реализуется и в современное время. Пожалуй, нет показателей состава и свойств почв, которые не изучались бы в динамике. Результативность таких исследований показана В.А. Ков-

дой в его монографии «Происхождение и режим засоленных почв» (1946). Изучение режимов осуществляется и почвоведом Украины, в том числе, в связи с изучением влияния орошения на солевой режим (А.В. Новикова, 1962 и др.).

В последние годы появился новый термин «мониторинг». Он означает периодические наблюдения на одном объекте за изменением состава и свойств почв, особенно необходимые для контроля возможного загрязнения природной среды отходами промышленного производства. Ныне рекомендуется осуществлять мониторинг на солонцовых землях для прогнозирования изменения их плодородия и на других почвах.

Закон корреляции в почвоведении. С.А. Захаров в 20-е годы ввел понятие о законе корреляции в почвоведении. Он подметил, что между отдельными показателями состава почв существует корреляционная связь, например между цеолитной частью и количеством поглощенных оснований. Этот метод исследования почв в те годы был новым. В последующее время корреляционный анализ нашел широкое применение, были изданы соответствующие учебники по математическим методам. Даже в шестидесятые годы прошлого столетия в некоторых институтах читались специальные лекции по математической статистике, для широкого использования ее в почвоведении. В настоящее время этот метод получил широкое распространение в почвенных исследованиях. Так предложенный автором этих строк новый метод определения степени солонцеватости по иллювированности опирается на данные корреляционного анализа (А.В. Новикова, 2007).

Разработка проблемы окультуривания почв. С.А. Захаров имел, кроме почвенного, ещё и агрономическое образование. Поэтому он занимался и проблемой повышения плодородия почв, их окультуривания. Считал, что необходимо разработать методы повышения плодородия почв применительно к каждой почвенной зоне.

Он отмечал, что плодородие почв определяется не только составом самого верхнего горизонта, но и составом ниже залегающих горизонтов. Для выяснения вопроса об уровне плодородия всех генетических горизонтов, он предложил так называемый метод развернутого разреза. Это микрополевой мелкоделяночный опыт, с размером делянки около одного метра и такой же глубиной. Выкапывается траншея, масса каждого горизонта складывается отдельно и помещается в траншею в изолированные друг от друга отсеки. Высеваются растения, учитывается урожай. На основании данных химического анализа и учета урожая определяется уровень плодородия каждого генетического горизонта. Такие опыты проводились С.А. Захаровым и сотрудниками кафедры на черноземах и каштановых почвах Ростовской области, а также и нашей лабораторией на солонцах Крымского Присивашья.

Было установлено, что нижние горизонты обладают более низким плодородием по сравнению с верхними, но со временем оно повышается. Опыт позволяет выявить потребность растений в элементах питания в каждом генетическом горизонте, ряд других показателей (по мелиорирующим веществам и т.д.).

Учение о вертикальной зональности почв. Известно, что В.В. Докучаев впервые открыл, что почвы располагаются на равнинной территории в соответствии с изменением климата и растительности, образуя горизонтальную зональность. После его путешествия на Кавказ, он установил, что и там прослеживается зональное изменение почвенного покрова, т.е. существуют вертикальные почвенные зоны.

Вместе с тем, ряд почвоведов обнаружили, что местами такая зональность строго не выдерживается и на одной и той же высоте могут встречаться разные почвы.

С.А. Захаров сам родился на Кавказе и очень часто совершал поездки в отдельные его регионы. Многие годы он посвятил выявлению закономерностей почвообразования в горах, распределению почв на разной высоте, поискам причин нарушения зональности и, по существу, разработал целое учение о вертикальной зональности.

Главную причину появления вертикальных зон он видит в изменении климата: с повышением изменяется инсоляция, снижается температура, меняется относительная влажность. Образуются климатические пояса. С изменением климатических условий меняется растительность и почвы. Большое значение имеет экспозиция склонов - на южных образуются горно-степные почвы, на северных - лесные. Выявляется существенная закономерность в появлении почв на разной высоте: вертикальные зоны в горах начинаются внизу с той горизонтальной зоны, почвы которой сформировались у подножия горной системы. Так по южному склону Кавказских гор расположена зона сероземов, а в южном Закавказье - зона каштаново-бурых почв. Захаров выделяет ряды, серии или системы вертикальных почвенных зон. Вводит новые понятия, об *инверсии* почвенных зон (нижние зоны расположены выше, чем это должно быть в горизонтальных зонах), *миграции* почвенных зон (внедрение одной зоны в другую по долинам рек и вершинам хребтов), *интерференции* почвенных зон (выклинивание отдельных зон в системе нормальных рядов). Впервые устанавливает изменение почв по формам макро- и микрорельефа.

Разрабатывает классификацию горных почв. Выделяет агропочвенные районы на Кавказе. Это учение Захарова широко используется другими почвоведом при исследовании почв горных систем Крыма (М.А. Кочкин, 1967), Карпат (Г.А. Андрищенко, 1969) и гор Средней Азии.

Учебник почвоведения С.А. Захарова был написан в двадцатых годах прошлого столетия и несколько раз переиздавался. Не будет пре-

увеличением сказать, что многие годы это был самый лучший из подобных учебников. По своему содержанию и объему (550 страниц) он больше походил на монографию, с приведением большого фактического материала своих исследований и других почвоведов. Написан учебник простым и понятным языком, сопровождался многочисленными таблицами, графиками и рисунками. В нем представлены такие разделы, как учение о морфологии почв, учение о почвенной массе, почвообразование или генезис почв, выветривание, почвенная классификация, систематика, география почв и жизнь почвы. Приложена карта почвенных зон СССР. Этот учебник представляет большой интерес даже в настоящее время.

Краткое изложение нами отдельных положений учения о почвах, разработанных С.А. Захаровым, убеждает в большой значимости работ этого крупного ученого в становлении и последующем развитии отечественного почвоведения. Имя С.А. Захарова, как и имя В.В. Докучаева не будет забыто и следующими поколениями почвоведов.

О жизни и научной деятельности С.А. Захарова написано немало работ. В наиболее полной книге И.А. Крупенникова (1979), приводится полный список работ С.А. Захарова. Мы же приводим список некоторых работ С.А. Захарова.

1. Кора выветривания и горные черноземы. - Почвоведение, 1906, т.8, № 1-4. - С. 91-159.
2. Особенности почвообразовательных процессов в горных областях. Докл. на XII съезде естествоиспытателей и врачей в Москве. - Почвоведение, 1911, № 1. - С. 136-137.
3. Курс почвоведения. Изд. второе, М-Л, 1931. - 550 с.
4. Вертикальная зональность почв на Кавказе. - Почвоведение, 1934, № 6. - С. 795-823.
5. О культурных почвах и плановом создании их в разных почвенно-климатических зонах. - Почвоведение, 1936, № 4. - С. 540-561.
6. Почвы Предкавказья. - В кн. Почвы СССР. Т. 3, 1939. - С. 297-355.
7. Эволюция почвообразования в связи с историей земной коры. - Почвоведение, 1945, № 1. - 54 с.