

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет  
имени И. Т. Трубилина»

А. В. Осипов

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ И СОЛЕВОГО РЕЖИМА  
РИСОВЫХ ПОЧВ СОВРЕМЕННОЙ ДЕЛЬТЫ  
РЕКИ КУБАНИ

Монография

Под общей редакцией В. Н. Слюсарева

Краснодар  
КубГАУ  
2016

УДК 631.445.52:633.18(282.247.38)

ББК 40.3

О-74

**Рецензенты:**

**Н. М. Тишков** – зав. лабораторией агрохимии  
Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур,  
д-р с.-х. наук;

**В. Н. Паращенко** – ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии  
и почвоведения Всероссийского научно-исследовательского института риса,  
канд. с.-х. наук

**Осипов А. В.**

**О-74** Изменение свойств и солевого режима почв современной дельты  
реки Кубани : монография / А. В. Осипов; под общ. ред. В. Н. Слюса-  
рева. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 131 с.

**ISBN 978-5-00097-166-6**

В монографии представлены данные многолетних исследований  
солевого режима рисовых почв современной дельты Кубани, выявлены  
изменения их свойств при сельскохозяйственном использовании, рас-  
смотрены адаптивные технологии и даны предложения по воспроиз-  
водству плодородия рисовых почв и повышению продуктивности  
сельскохозяйственных угодий.

Предназначена для студентов-бакалавров и магистрантов, аспи-  
рантов, научных сотрудников, специалистов в области сельского хо-  
зяйства, агроэкологии, биологии.

УДК 631.445.52:633.18(282.247.38)

ББК 40.3

© Осипов А. В., 2016

© ФГБОУ ВО «Кубанский  
государственный аграрный  
университет имени  
И. Т. Трубилина», 2016

**ISBN 978-5-00097-166-6**

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная дельта реки Кубани является естественным аккумулятором солей, что привело к широкому распространению засоленных почв в данном регионе. Это предопределило сооружение рисовых оросительных систем (РОС) в Краснодарском крае, поскольку рис является фитомелиорантом для засоленных почв и важнейшей продовольственной зерновой культурой.

В 1996–2001 гг. рисоводство края испытывало серьезные трудности. Существенное улучшение в отрасли начало наблюдаться с 1999 г. под влиянием интенсивной эксплуатации рисовых оросительных систем различных конструкций. Однако длительное использование мелиорируемых земель привело к изменению солевого режима почв дельты реки Кубань, что способствовало нарушению экологической безопасности водных бассейнов реки Кубань, Азовского моря и агроландшафтов рисоводческих зон. Поэтому изучение почвенно-мелиоративных условий рисовых оросительных систем, а также общих закономерностей почвообразовательного процесса для разработки мероприятий, снижающих негативные последствия затопления на мелиорируемые земли дельты Кубани, является актуальным.

Целью данной работы является установление особенностей изменения свойств и солевого режима почв современной дельты Кубани при их сельскохозяйственном использовании на примере Азовской рисовой оросительной системы (АРОС).

В процессе осуществления поставленной цели изучались изменения химических, физических, физико-химических свойств рисовых аллювиальных болотных почв при длительной эксплуатации РОС, были получены количественные данные динамики уровня грунтовых вод (УГВ) и их минерализации (МГВ) АРОС в многолетнем плане, исследованы особенности солевых процессов в почвах при многолетнем сельскохозяйственном использовании, обоснована интенсивность процессов рассоления почвогрунтов АРОС и определены элементы их прогноза, дана оценка урожайности риса в зависимости от мелиоративной эффективности рисовых карт Азовского и Краснодарского типов.

Научная новизна заключается в том, что в условиях современной дельты Кубани на примере Азовской рисовой оросительной

системы дана характеристика свойств почв, проведена количественная оценка солевой динамики, обоснована интенсивность опреснения грунтовых вод и почвогрунтов, выявлено влияние природных и антропогенных факторов на этот процесс, а также определены пути прогноза солевого режима грунтовых вод и почвогрунтов.

На основании проведенных исследований даны предложения рисосеющим хозяйствам Краснодарского края по оптимизации почвообразовательных процессов посредством эксплуатации карт Азовского типа, которые способствуют более интенсивному рассолению почвогрунтов и опреснению грунтовых вод.

# **1 ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ПРОБЛЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РИСОВЫХ ПОЧВ**

## **1.1 История изучения засоленных почв дельты Кубани**

Изучение почв дельты реки Кубани началось фактически только в послереволюционный период. Наиболее же интенсивно изучение этих почв проводилось в годы организации коллективных хозяйств и совхозов на Кубани.

Впервые на засоленность некоторых почв Закубанских плавней указал профессор В. С. Богдан [33]. Он отмечал некоторую солонцеватость плавнево-луговых почв в районах станиц Троицкой и Мингрельской.

В. С. Богдан связывал ее с близостью грунтовых вод. С. И. Тюремнов [195] на основании рекогносцировочного обследования Закубанских плавней от устья Афипса до старого устья Кубани (Кизилташский лиман) указывает также на наличие здесь солонцеватых почв, болотных солонцов коренных плато и плавнево-солонцеватых почв в пойме.

Е. С. Блажний [26] отмечает слабую солонцеватость луговых почв Закубанских плавней в районе Абинской и Северской. Там же, в долине реки Иль у хутора Красного, им описаны солонцы под названием столбчатовидных солончаковатых солонцов и деградированных содовых солончаков-солонцов.

А. Л. Казинцев [84] на основании предварительных исследований засоленности почв Закубанских плавней и Петровско-Анастасиевского Массива Приазовских плавней пришел к выводу, что у большинства Закубанских плавней имеются следы солонцеватости.

Засоление Закубанских плавней А. Л. Казинцев определяет за счет деятельности реки Кубани и горных речек, а в приморской части Старо-Кубанских плавней – за счет деятельности моря.

Л. И. Иозефович [83] указывает на хлоридное морское засоление приморской части Приазовских плавней, убывающее по интенсивности на восток от моря и переходящее во вторичное степное сульфатное засоление.

А. Л. Казинцев [84] указывает, что Петровско-Анастасиевский массив Приазовских плавней имеет незначительное засоление почв и грунтов, за исключением самой западной части, где наблюдается слабое засоление почв и заметное засоление грунтов хлористыми солями.

В районе древней дельты реки Кубани по западинам Е. С. Блажний [27, 28, 29] выделил лугово-черноземные солонцеватые почвы и лугово-черноземные солонцы. Наибольшее их распространение он отмечает к юго-западу от станицы Староджерелиевской. В районе станицы Ивановской, среди дельтовых черноземов, также распространены их слабосолонцеватые разновидности.

По западной окраине древне-дельтового района и непосредственно прилегающим к плавням их выделены лугово-черноземовидные солонцы, солонцеватые и солончаковатые почвы. Наличие в этом районе солонцов и солонцеватых почв указывает и А. Н. Изюмов [79].

В современном дельтовом районе наибольшее распространение имеют солончаки. Реже встречаются солонцы-солончаки. Солонцы в этом районе мало распространены. Но некоторая солонцеватость присуща многим почвенным разновидностям, в особенности плавнево-луговым, залегающим на территории переходной к древней дельте [27, 29].

А. Н. Изюмовым [79] при исследовании участка почв в районе станицы Новомышастовской, захватывающего часть древней дельты и второй правобережной террасы Кубани, описаны солонцеватые черноземы и солонцы. Так же, как Е. С. Блажний [26, 27, 28, 29], он указывает на более резкое уменьшение содержания перегноя в солонцах с глубиной, по сравнению с окружающими несолонцеватыми почвами.

Е. В. Тонконоженко [189, 190] детально исследовал низовья Кубани и установил, что солонцы здесь встречаются в комплексе с солонцеватыми почвами и приурочены обычно к пониженным элементам рельефа. Они в большинстве могут быть отнесены к подтипу луговых и реже степных. Он указывает, что в солонцовых комплексах террас Кубани главным образом второй, и в части древней дельты, граничащей с коренными террасами, распространены содовые солонцы-солончаки, сульфатно-содовые и содово-

сульфатные солонцы и содовые солонцеватые почвы. В остальной части древней дельты хлоридно-сульфатные солонцы и солонцеватые почвы и значительно реже – сульфатно-хлоридные и содово-сульфатные. Почвы современного дельтового района включают солончаки, солонцы-солончаки и значительно реже – солонцы, обычно сульфатно-хлоридные, иногда хлоридно-сульфатные.

Вопрос о генезисе и эволюции почв дельты реки Кубани представляет весьма важное значение для практики, так как правильное освещение его позволяет наметить пути более рационального освоения дельтово-пойменных земель.

Впервые С. И. Тюремнов [195] высказал взгляд, что плавневые почвы эволюционируют в пользу черноземов. Л. И. Иозефович [83] более подробно развил эту мысль, расположив почвенные типы дельты Кубани в следующий эволюционный ряд: береговые ракушечные выносы – плавнево-заболоченных почв – почвы, переходные от плавнево-заболоченных к плавнево-луговым – плавнево-луговые – плавнево-степные – приазовский чернозем.

В. А. Ковда [101, 102, 103] на основе личных наблюдений и литературных данных также отметил историко-генетическую связь между пойменно-дельтовыми почвами Кубани и черноземами Западного Предкавказья. Причем, в более поздней работе он указывает, что для дельты Кубани в качестве обязательного начального звена почвообразования специфическую «лесную фазу», которую последовательно меняют стадии: болотная, лугово-дерновая, солончаковая и, наконец, черноземная (со степными солонцами).

И. В. Иванов [80], основываясь, главным образом, на литературных данных, считает, что почвы дельты при своем развитии в сторону черноземов прошли не только стадию болотных (плавневых) почв, но также стадии солончаков, солонцеватых и осолодевших почв. Е. С. Блажний [27, 29], на основе изучения географии и топографии почв, их строения и свойств, установил, что почвообразование в пойме и дельте может сразу начинать по луговому типу, минуя болотную (плавневую) стадию. Местом формирования таких почв являются положительные элементы рельефа. Он считает, что эволюционный ряд на таких элементах рельефа дельты и поймы Кубани представляет в таком виде: слабо затронутые почвообразованием аллювиальные наносы (зачаточные поч-

вы) – аллювиально-луговые почвы – лугово-черноземовидные почвы – лугово-черноземные почвы – сверхмощные черноземы Западного Предкавказья.

Более сложный путь развития проходят дельтовые почвы по отрицательным элементам рельефа. Схему эволюционного ряда на них можно представить следующим образом: болотные почвы (плавневые) – болотные солончаковатые – лугово-болотные солончаки (или солончаковатые почвы) – луговые солончаки-солонцы (или солончаковые почвы) – луговые солонцы (или солонцеватые почвы) – лугово-черноземовидные – лугово-черноземные солонцеватые (иногда осолоделые) – лугово-черноземные уплотненные почвы – слитые черноземы.

Е. С. Блажний [28], первым источником накопления солей, приводящего к засолению почв дельты реки Кубани с последующим образованием засоленных почв считает речные воды. В результате разлива этих вод соли поступают в грунтовые воды. После разливов вода застаивается в различных депрессиях, а при ее испарении на их днищах скопляется некоторое количество солей, приводящих к постепенному засолению почв.

Вторым источником накопления солей и образования засоленных почв в дельте Кубани являются воды Азовского и отчасти (в районе Старокубанских плавней) Черного моря.

Е. В. Тонконоженко [189] указывает, что в засолении грунтовых вод и последующим образованием солонцов на пойменной и надпойменной террасах и в части дельты, граничащей с коренными террасами, основная роль принадлежит слоям поверхностного и грунтового стока с высших террас и водоразделов, так как аллювиальные отложения реки Кубани и ее притоков, из которых развился современный почвенный покров террас, были пресными. Современные аллювиальные отложения реки Кубани также обычно несоленосны.

В результате изучения динамики солевого состава засоленных почв в низовьях Кубани (1951–1954) Е. В. Тонконоженко [189], установил, что обогащение верхних слоев почвы слоями происходит в период летне-осеннего иссушения, когда в почве развиваются восходящие токи воды. В зимне-весенний период, когда в почве



преобладает нисходящее передвижение влаги, происходит некоторое опреснение верхних горизонтов почв.

В связи с большим расширением посевов риса в дельте реки Кубани значительные площади засоленных земель оказались занятыми этой культурой. Возможности рассоления почв с помощью культуры риса в дельте реки Кубани представляет значительный интерес, так как дает возможность освоить почвы максимально высоких степеней засоления и получить в первый же год высокую продукцию. Кроме того, засоленные земли, прошедшие через культуру риса, могут с успехом в последующем использоваться под другие сельскохозяйственные культуры, оставаясь при условии высокой агротехники и правильного орошения незасоленными.

## **1.2 Распространение и специфика почвообразования рисовых почв**

К типу рисовых относятся все почвы, используемые в рисовом севообороте. Специфические условия и происходящие в этих почвах процессы связаны с культурой риса.

Возделывание риса в дельте Кубани в значительных масштабах началось в 30-е гг. в начальный период развития отсутствовали инженерные рисовые системы. Чеки были различной конфигурации и размеров. Водоподача и водоотвод были примитивны. В первую очередь под рис осваивались равнинные участки, требующие минимальных планировок. К 1965 г. площадь рисовых оросительных систем достигла в дельте 47 тыс. га. Своего пика расширение РОС достигло в период 1974–1980 гг., когда под рис было освоено 100 тыс. га приазовских плавней, низкоплодородных земель, которые ранее не использовались в сельскохозяйственном производстве. Площадь РОС в дельте Кубани достигла 258 тыс. га.

В настоящее время в дельте Кубани сформированы три массива орошения со своими водохозяйственными комплексами:

1. Марьяно-Чебургольский, площадь 109,4 тыс. га (в том числе рисовых полей 85,9 тыс. га).

2. Междуреченский, площадью 88,9 тыс. га (в том числе рисовых полей 63,2 тыс. га).

3. Закубанский, площадью 59,9 тыс. га (в том числе рисовых полей 41,6 тыс. га).

*Марьяно-Чебургольский массив.* Он расположен между правыми берегами Кубани и Протоки и второй надпойменной террасой р. Кубани. В геоморфологическом отношении он приурочен к трем элементам: первой надпойменной террасе р. Кубани, древней и современной дельте Кубани.

Первая надпойменная терраса в геологическом отношении представлена лессовидными отложениями; древняя дельта – преимущественно аллювиальными отложениями, реже лессовидными деградированными отложениями; современная дельта представлена аллювиальными и озерно-лиманскими отложениями.

Почвенный покров массива формировался в тесной связи с геоморфологическим строением территории и рельефом. На первой надпойменной террасе формировались почвы черноземного типа – черноземы и лугово-черноземные почвы. По балкам и при-террасным понижениям формировались луговые и лугово-болотные почвы. Почвы массива характеризуются большой мощностью гумусовых горизонтов (обычно А+В более 100 см), относительно высокими запасами гумуса, хорошими и удовлетворительными водно-физическими свойствами и высоким потенциальным плодородием почв.

В древней дельте формировались почвы гидроморфного ряда – луговые и аллювиальные луговые насыщенные, реже аллювиальные лугово-болотные почвы.

Наиболее характерные их черты – разнообразие по гранулометрическому составу и мощности. Выявляется классическая зависимость грансостава почв от их положения по рельефу: повышенные элементы (гряды, прирусловые повышения) представлены почвами легкого грансостава: западины, днища бывших лиманов – почвами тяжелого грансостава.

В современной дельте распространены почвы только гидроморфного ряда – аллювиальные луговые и лугово-болотные. Они отличаются широким разнообразием по гранулометрическому составу, мощности, слоистости, гумусности. Потенциальное плодородие их значительно ниже, чем почв первой надпойменной террасы.

*Междуреченский массив.* Он расположен в междуречье Кубани и Протоки и приурочен в геоморфологическом отношении к современной дельте Кубани. Основными элементами рельефа явля-

ются приеричные гряды, русла ериков, равнинные пространства и депрессии – в основном днища бывших и существующих лиманов. На массиве распространены аллювиальные отложения.

Почвенный покров массива формировался по гидроморфному типу. При частых в недалеком прошлом разливах рек, затапливающих значительную часть массива, на поверхности происходило отложение свежих аллювиальных отложений, что приводило к омолаживанию поверхности и прерывистости почвенного процесса, следствием чего явились большая пестрота почв по гранулометрическому составу, несглаженная почвообразовательным процессом слоистость и широкое распространение погребенных горизонтов почв. В таких условиях сформировались почвы аллювиального ряда – аллювиальные луговые, лугово-болотные и болотные (торфяно-глеевые, перегнойно-глеевые). Четко прослеживается зависимость грансостава почв от рельефа – на повышениях (гривах, прирусловых валах) распространены почвы легкого грансостава, в депрессиях – тяжелые глинистые почвы. Потенциальное плодородие аллювиальных луговых почв среднее, лугово-болотных и болотных почв – низкое.

*Закубанский массив.* Он вытянут вдоль левого берега Кубани и в геоморфологическом отношении приурочен к трем элементам: первой надпойменной террасе, древней дельте и современной дельте Кубани. Первая надпойменная терраса пересечена реками, берущими начало в предгорьях Кавказского хребта. Сток этих рек зарегулирован Шапсугским, Октябрьским, Крюковским и Варнавинским водохранилищами, являющимися источниками орошения рисовых систем. Почвенный покров террас представлен полугидроморфными и гидроморфными почвами – лугово-черноземными, луговыми, аллювиальными луговыми и лугово-болотными.

Древняя и современные части дельты левобережья по геоморфологическому строению и рельефу аналогичны правобережной части дельты Кубани. Выявляются те же элементы рельефа – прирусловые валы и гривы, плоские равнинные пространства и лиманобразные замкнутые понижения. Почвенный покров представлен луговыми (на древней дельте) и, в основном, аллювиальными луговыми и лугово-болотными почвами. Наблюдается обычная для дельт зависимость грансостава почв от рельефа: повышения сложены легкими почвами, понижения – тяжелыми почвами.

Среди особенностей рисовых почв необходимо назвать антропогенную преобразованность их профиля. В процессе строительства рисовых систем проводились капитальные планировки, т.е. искусственное преобразование рельефа, сопровождавшееся перемещением громадных масс почвогрунтов. Срезки почв на повышениях и засыпка понижений в процессе нивелировки поверхности существенно изменили исходное морфологическое строение большинства почв. Строительство рисовых систем сnivelировало естественные элементы мезо- и микрорельефа. Большинство мелких грив срезано, а понижений засыпано. Однако элементы макрорельефа в определенной мере сохранились: плоские обширные депрессии сохранили свои минимальные отметки местности, а на местах прирусловых валов-ериков выявляются наиболее высокие чеки. Обычно выделяются следующие категории чеков, высотное различие которых составляет 0,25–0,5 м : высокие, средневысокие, средние, низкие и очень низкие чеки.

Как и в нетрансформированных условиях (вне рисовых систем), так и на РОС, территории с высокими отметками сложены почвогрунтами преимущественно легкого гранулометрического состава; наиболее низкие территории сложены тяжелыми глинистыми почвогрунтами. На переходных элементах антропогенно-преобразованного рельефа возможны разнообразные варианты. В одних случаях такой профиль имеет двух-трехчленное строение, в других небольшой почвенный слой (0,25–0,3 м) лежит непосредственно на материнской породе без переходных горизонтов.

Но главная особенность рисовых почв – их водный и воздушный режим. В теплый период года, с мая по сентябрь, на рисовых полях искусственно создается болотный режим. В условия затопления в почве окислительные процессы из-за недостатка кислорода сменяются восстановительными. Общим показателем интенсивности аноэробных процессов является величина окислительно-восстановительного потенциала (ОВП). До затопления рисовых почв величина ОВП в зависимости от генезиса почв и содержания гумуса составляет +300–400 МВ. При этом считается, что полное окисление восстановительных продуктов достигает при ОВП +360–370 МВ. Через три дня после затопления рисовой почвы ОВП снижается на 60–90 МВ. Через 10 дней под залитым полем в почве уже отсутствует свободный кислород, и ОВП снижается

до +200 МВ. Далее происходит его постепенное снижение до отрицательных значений. При ОВП менее –20 МВ начинается восстановление соединений железа. При значениях примерно –100 МВ наблюдается распад белков, и в почве появляется сероводород. В конце вегетации, когда ОВП может опускаться ниже –150 МВ, происходит восстановление сульфатов. При ежегодном возделывании риса по рису обнаруживается явная тенденция к возрастанию суммы недоокисленных продуктов, в том числе и двухвалентного железа, к началу вегетации.

Значительная часть веществ (двухвалентное железо, сероводород, метан и др.), появившиеся в почве вследствие преобладания восстановительных процессов, токсичны для риса, что приводит к снижению его урожайности. При постоянном использовании почв под рис, независимо от исходного генезиса почв и типов рисовых карт, на 3–4 год значительно падает урожайность. Запасов кислорода в рисовой почве, создаваемого во вневегетационный период (октябрь–апрель), недостаточно для преобладания аэробных процессов в последующем вегетационном периоде.

Для борьбы с этим явлением применяется рисовый севооборот, предусматривающий периодическую смену посевов риса (после 2–3 лет) и сопутствующих незатапливаемых культур (в основном люцерны в течении 2 лет). В таком севообороте в среднем 62–67% площади РОС ежегодно занято посевами риса.

Циклическая смена окислительных и восстановительных процессов является ведущим фактором почвообразования на рисовых системах. Но, учитывая различный генезис используемых в рисовом севообороте почв, влияния и последствия указанной цикличности на них имеют отличия.

Затопление почв под рисом в течение вегетационного периода (пять месяцев) резко изменили направление почвообразовательного процесса не только для полугидроморфных (лугово-черноземных и луговых), но и для типично гидроморфных (лугово-болотных и болотных) почв. Для полугидроморфных почв искусственно созданный длительный болотный режим изменил направление почвенных процессов в сторону сильного гидроморфизма.

В бывших болотных почвах, в связи с дренированием территории и осушением их в осенне-зимне-весенний период, длительность болотного режима в годовом цикле сократилась: по водному

режиму они стали аналогичны лугово-болотным нерисовым почвам. Исследованиями ВНИИ Риса было установлено, что искусственный болотный режим трансформирует один из главнейших диагностических признаков почв – состав гумуса.

В лугово-черноземных и луговых почвах это выражается в увеличении доли фульватов в составе гумуса и сокращении доли гуматов. В болотных почвах происходит обратный процесс. В зависимости от исходного генезиса почв процесс установления динамического равновесия гумусового состояния и, соответственно, формирования типичных рисовых почв довольно длителен – от 30–40 лет для болотных и лугово-болотных почв до 100–150 лет для лугово-черноземных почв (Бочко и др., 1993). В почвах гидроморфного генезиса, сформировавшихся на аллювиальных отложениях, при длительном использовании под рис наблюдается существенное утяжеление гранулометрического состава – возрастает доля илистой фракции. Ведущей причиной этого процесса является принос в почву илистых частиц с поливной водой. Но не исключено некоторое изменение минералогического состава почвогрунтов вследствие внутрипочвенных процессов и появления минералов монтмориллонитовой группы.

В черноземах и лугово-черноземных почвах, сформировавшихся на лессовидных отложениях, при использовании их под рис происходит значительное и необратимое изменение водно-физических свойств, резко уменьшается пористость и водопроницаемость, возрастает плотность и объемная масса. В подстилающих лессовидных отложениях происходят аналогичные процессы: они деградируют. Почвы и бывшие лессовидные отложения приобретают склонность к набуханию при переувлажнении и к трещиноватости при иссушении.

Это косвенные признаки изменения минералогического состава почвогрунтов, повышения в их составе доли минералов монтмориллонитовой группы; именно последние придают указанные ниже свойства почвам и подстилающим породам. Наиболее интенсивно эти изменения происходят в первые 4–6 лет использования почв под рис. В дальнейшем активность этих изменений затухает.

Основанием для выделения рисовых почв в отдельный тип является специфический, искусственно создаваемый водный и воздушный режим, приводящие к существенным, а иногда и карди-

нальным изменениям исходных почв. Причем мощность воздействия этого специфического режима такова, что почвы различного генезиса и возраста начинают приобретать одинаковый облик и свойства. Физически, рисовые почвы – это тип искусственных гидроморфных почв.

К рисовым лугово-черноземным почвам отнесены небольшие площади бывших черноземов типичных и дельтовых, вовлеченных в рисовый севооборот. Под рисом существование чернозема как типа почв невозможно: он становится лугово-болотной почвой.

К рисовым аллювиальным лугово-болотным почвам отнесены встречающиеся до строительства РОС по днищам лиманов аллювиальные болотные почвы. После включения их в рисовый севооборот, что сопровождалось значительным изменением их морфологии в результате уничтожения торфяного горизонта, продолжительность затопления их значительно сократилась и стала соответствовать лугово-болотному режиму. По морфологическим признакам, агрохимическим и водно-физическим характеристикам бывшие болотные почвы аналогичны лугово-болотным почвам.

### **1.3 Солевой режим почв при культуре риса и мелиорирующее значение его посевов**

Мелиорация засоленных почв при культуре затопляемого риса широко применяется, как в зарубежных странах – Индия, Румыния, Франция, Вьетнам, Египет, США [202, 210, 211, 213, 216, 217, 220, 221], так в России и СНГ [71, 191, 192, 208].

В. А. Ковда, В. Р. Волобуев и др. отмечают, что выращивание риса в сочетании с дренажем понижает содержание солей в верхней двухметровой толще до 33–50 % по плотному остатку и до 1,6–2,5 % по хлору в сравнении с первоначальным количеством [122].

Л. В. Скрипчинская считает, что культура риса с затоплением в почвенно-геологических условиях дельты Дуная обеспечивает промывку засоленных почв и повышение их плодородия [181].

По данным А. К. Бекбудова, культура риса в Кура-Араксинской низменности приводит к промывке тяжелых засоленных почв на глубину до 5 м [25].

Рассоляющая роль культуры риса отмечалась при освоении солончаков центральной Ферганы [110], на почвах дельты Терека [22] и Волги [116]. Высокий расселяющий эффект при культуре риса отмечены на засоленных почвах в южных районах Украины [115], Краснознаменской оросительной системы Херсонской области [95], на сильносолончаковатых сероземно-луговых почвах в Чуйской впадине [23], на засоленных сероземах Казахстана [161], в условиях левобережной дельты Дуная [147].

Рассоление почв с помощью культуры риса дает наиболее экономичный эффект, так как позволяет не только повысить плодородие почвы, но и получить урожай риса на землях не пригодных для возделывания других сельскохозяйственных культур [15].

Однако, сведения о мелиорирующей роли культуры риса не всегда однозначны. Многие отечественные и зарубежные исследователи отмечают, что недочет природных почвенно-мелиоративных условий при проектировании, строительства и эксплуатации рисовых систем, снижает мелиорирующую роль культуры риса и даже делает возможным вторичное засоление и заболачивание почв рисовых полей и прилегающих территорий [18, 20].

З. Ф. Тулякова проводит пример засоления и заболачивания почв на слабо-дренажной системе, где за межполивной период грунтовой воды не опускалось ниже 0,50–0,75 м [191].

Низкий мелиоративный эффект при культуре риса на засоленных почвах отмечены на Лисковской оросительной системы в Придунайских плавнях [136], на рисовых системах Гудермеской низменности [205] на лугово-болотных и луговых солончаках дельты Терека [54], на Краснознаменском орошаемом массиве Херсонской области [171].

В. М. Легостаев и В. С. Коньков утверждают, что в бездренажных условиях культура риса совершенно не допустима, а в дренажных условиях приносит «больше вреда, чем пользы» [117]. В результате инфильтрации большого объема оросительных вод при культуре риса через зону аэрации в ней происходят обменные реакции между ионами кальция и поливных вод и ионами натрия почв, в результате образована двууглекислая, реже нормальная сода [120].



Дискуссионным остается вопрос о солевом режиме почв при возделывании культур рисового севооборота. Одни авторы указывают, что введение трав (люцерны и др.) в севооборот на орошаемых почвах, является приемом, способствующим снижению уровня грунтовых вод и предупреждению засоления почв [122]. Другие отмечают быструю реставрацию засоления почв при возделывании люцерны и других культур рисового севооборота [156, 161].

Рассмотрим литературные сведения о результатах исследований мелиорирующей роли культуры риса в условиях засоленных почв дельты Кубани.

Е. С. Блажний отмечает, что рисосеяние на засоленных почвах дельты реки Кубани является одновременно и средством их рассоления [29].

А. П. Джулай, Е. П. Алешин, Е. Б. Величко считают, что в Краснодарском крае на рационально спроектированных и хорошо построенных оросительных системах культура риса способствует быстрому рассолению почв и предупреждению их вторичного засоления [60]. А. И. Степовой [185] при исследовании вопроса освоения торфяно-глеевых почв низовьев Кубани отмечает рассоление почв под влиянием культуры риса со сбросами воды в период вегетации. Однако рядом авторов установлено, что опреснение почв и грунтовых вод при культуре риса на пониженных участках плавневой зоны идет крайне медленно и неустойчиво как в пространстве, так и во времени [20, 21, 150].

Исследование Е. В. Тонконоженко и Р. Ф. Аль-Шайеб показали, что возделывание риса в течение четырех лет на содовых солонцах-солончаках способствует их рассолению, но не вызывает коренного их улучшения [190].

В. А. Ковда полагает, что для устойчивого расслоения почв необходимо помимо опреснения последних на глубину 1–2 м, также рассоление минерализованных грунтовых вод [103].

Существует и другое мнение: например, в Японии считают возможным проводить пересадку риса, если в результате предварительного затопления рисовых полей опресняется верхний слой почвы в 10 см [75].

Однако, многими авторами установлено, что при залегании минерализованных грунтовых вод выше критического уровня

в межвегетационный период, а также при возделывании культуры рисового севооборота происходит вторичное засоление почв [68, 191]. Нет единого мнения о величине засоления почв, вызывающего угнетение риса.

Одни авторы считают, что рис, в связи со слабой солевыносливостью, резко снижает урожай при содержании в почве 0,1–0,5 % солей [71, 98]. Другие отмечают возможность получения урожая риса на сильнозасоленных почвах и солончаках [191, 208].

Согласно рекомендации ВНИИ риса содержание солей в корнеобитаемом слое при возделывании риса на засоленных землях после промывки не должно превышать при хлоридном и сульфатном засолении 0,5 %. По данным А. И. Степового, в условиях дельты Кубани при слабом засолении почв теряется около 25 %), среднем – 25–50 %, сильном – 50–80 % и очень сильном более 80 % от урожая [166].

Исследованиями А. Я. Ачканова, В. К. Бугаевского, Н. С. Тура, проведенными в низовьях реки Кубани на почвах хлоридно-сульфатного типа засоления, установлено, что значительное изреживание посевов риса наблюдается при концентрации солей в почве в пределах 0,25–0,50 % [21].

По мнению Т. Н. Кириенко, разноречивость в сведениях о солевыносливости риса связана с тем, что критерием оценки у многих авторов являются данные по засолению почв, основанные на результатах анализа водной вытяжки. Для более объективной оценки солевыносливости риса предлагается изучение почвенных растворов, как среды, с которой корневая система риса взаимодействует непосредственно. Ею установлено, что угнетение риса отмечается при увеличении токсичности концентрации почвенного раствора до 6,43–9,57 г/л, что в пересчете на содержание токсичных солей в водной вытяжке оставляет 0,35–0,53 % [94].

Рассмотрим литературные сведения о влиянии культуры риса на динамику минерализации грунтовых вод.

Некоторыми авторами установлено, что от весны к осени минерализация грунтовых вод под рисовым полем снижается [100].

За 4 года возделывание риса с постоянным затоплением на солонцовых почвах юга Украины не произошло заметного опреснения грунтовых вод [144].

Имеются сведения о возрастании минерализации грунтовых вод при возделывании риса [156]. Н. С. Тур отмечает, что под рисовой системой уменьшается общее содержание солей в грунтовых водах, особенно в период их смыкания с поливными водами.

При этом сульфатно-хлоридный тип засоления грунтовых вод переходит в хлоридно-сульфатный [192]. В некоторых работах, выполненных в условиях рисовых систем дельты Кубани, отмечается возрастание минерализации грунтовых вод к концу вегетации риса [140]. И. В. Подлесный отмечает уменьшение минерализации почвенно-грунтовых вод под лугово-болотными почвами на повышенных элементах рельефа, в то время как под перегнойно-глеевыми почвами на пониженных участках процесс рассоления затруднен [150].

Обзор литературных данных по вопросам рассоления почв и грунтовых вод при возделывании риса свидетельствует об их интенсивном рассолении в одних случаях и замедлении этого процесса или даже засоление почв и грунтовых вод в других.

Недостаточно исследованным остается вопрос о негативных последствиях рассоления почв в связи с возможностью при определенных условиях их осолонцевания или содового засоления.

Многие авторы образование солонцов в низовьях реки Кубани связывают с рассолением солончаков по схеме К. К. Гедройца [97, 160]. В то же время В. А. Ковда считает, что в условиях дельты и пойм справедливо положение В. Р. Вильямса о первичном происхождении солонцов, которых в период засоления территорий является генетическим предшественником солончаков [102].

Для условий низовьев Кубани наиболее приемлемой является схема эволюции засоленных почв, предложенная Е. В. Тонконоженко и состоящая в том, что процессы засоления здесь могут развиваться разнообразно, в одних случаях приводя к образованию солончака из солонца, в других на оборот. Не исключена и возможность самостоятельного образования солонца или солончака и последующего их остепнения [189].

Промывка почв при культуре риса, сопровождаясь обычно сокращением запасов солей не однозначно влияет на почвенный поглощающий комплекс (ППК) почвы.

В одном случае культура затопляемого риса способствует уменьшению содержания обменного натрия в ППК по всему профилю [143, 161]. В других, возделывание риса в течении ряда лет не приводит к коренному улучшению солонцов, а иногда даже отмечается вторичное осолонцевание хлоридных солонцов за счет внедрения в ППК катионов натрия из концентрированных хлоридно-натриевых и содосодержащих почвенных растворов [157].

З. Ф. Тулякова считает, что процесс рассолонцевания идет только в том случае, когда солонцы содержат достаточное количество извести и гипса, при условии хорошей дренированности, обеспечивающий вынос продуктов обмена [191].

Глубокий анаэробнозис почв, возникающий при возделывании риса, расширяет возможность проявления содообразования биохимическим путем [30, 165].

Однако сода на орошаемых землях появляется не всегда [30]. Это связано с тем, что почвы обладают различной устойчивостью к содовому засолению, когда зависит от количества и качества солей в почве, в особенности гипса, состава поглощенных оснований, активности почвенных биологических процессов, наличия органических кислот и других соединений нейтрализующих соду [30, 165].

Отметим, что степень выщелачивания солей и их качественный состав изменяются в широких пределах в зависимости от исходного уровня засоленности почв и его химизма, гранулометрического состава почв, уровня залегания и минерализации грунтовых вод, типа водного режима и условий дренированности РОС.

Кроме изменения в солевом режиме почв, длительное затопление нарушает весь ход традиционных почвообразовательных процессов, характерных для естественных ландшафтов, что приводит к изменению скорости миграции соединений и элементов, свойств и плодородия почв и общих закономерностей их эволюции [94].

Одни авторы связывают, снижение плодородия почв и падения урожая риса с деградацией почв [108, 175, 212, 218]. Другие указывают на направление почвенных процессов при возделывании риса в сторону оглеения, заболачивания, слитизации [150, 155].

Под деградацией принято понимать образование белесого, чаще всего пахотного горизонта почв, характеризующую легким гранулометрическим составом низкой емкостью катионного обме-

на, малым содержанием гумуса, повышенным содержанием кремнезема и неблагоприятным и физическими свойствами [94, 108]. Дегградация почв рисовых полей происходит в результате элювиирования и внутригоризонтной сегрегации подвижных продуктов восстановительной среды [108].

Э. А. Корнблюм и И. Н. Любимова рассматривают элювиальный процесс как совокупность процессов мобилизации почвенных компонентов, обретающего подвижность в восстановительной среде и переносу этих компонентов [108].

Мобилизация соединений и элементов является характерным условием почвообразования в «рисовых» почвах. Перенос же подвижных компонентов происходит только при фильтрации влаги через затопленную почву [214]. И. С. Кауричев отмечает, что в почвах с застойным сезонным переувлажнением и слабой водопроницаемостью, процессы выноса подвижных соединений и формирование элювиального горизонта ослабевают. В этих условиях подвижные продукты сезонного оглеения будут накапливаться в элювиальных горизонтах [87].

Исследованиями Т. Н. Кириенко установлено, что эволюция почв под влиянием культуры затопляемого риса может протекать в следующих направлениях: интенсивное развитие элювиально-глеевого процесса, приводящее к развитию дегградационных явлений: усиление интенсивности природно-глеевого процесса, вызывающее заболачивание почв; развитие процессов вторичного засоления при близком залегании минерализованных грунтовых вод; формирование естественно-антропогенного (культурного) общеобразовательного процесса на участках применения комплекса агротехнических, агрохимических и мелиоративных мероприятий [94].

Следовательно, различия направленность почвообразовательных процессов в почвах рисовых полей их плодородие и эволюция в значительной мере определяются генезисом почв, их фильтрационными свойствами, дренированностью, глубиной залегания и минерализацией грунтовых вод, уровнем агротехники.

Большинство авторов при характеристике почвенно-мелиоративных условий РОС используют такие показатели, как уровень, минерализация грунтовых вод и засоление почв. Это нашло отражение в «Инструкции по ведению мелиоративного када-

стра» [82]. Однако такой подход недостаточен, так как он не учитывает гранулометрический состав и фильтрационные свойства почв, которые в значительной мере определяют направленность почвообразовательных процессов и плодородия « рисовых» почв [12, 138, 172, 214].

Повышение дренированности участков дельты в результате строительства РОС, приводит к усилению миграции солевых компонентов почв и грунтовых вод [9, 163].

В. Р. Волобуев отмечает, что наиболее универсальная миграция земного вещества осуществляется в ионной форме. При изучении миграции водорастворимых солей особый интерес представляет характеристика ионной миграции галлофилов ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ), т. е. элементов составляющих основную массу в наружной оболочке земли [50].

Обзор литературы показал, что возможности кубанского рисоводства позволяют получать высокие урожаи риса, значительное количество зерна озимых и продукции пропашно-технических культур, кормов для животноводства. Непременным условием реализации этих возможностей является сохранение рисовых оросительных систем и всего водно-мелиоративного комплекса, строгое соблюдение рисовых севооборотов, которые позволяют использовать рис как мелиорирующую культуру на рисовых оросительных системах дельты Кубани. Однако вопросы последствий влияния длительной эксплуатации оросительных систем на почвенно-экологические процессы изучены недостаточно и поэтому они не регулируются.

В результате происходит засоление не только почв и грунтовых вод, но и водоприемников, в частности такого важного народнохозяйственного объекта, как Азовское море. Поэтому интересы охраны окружающей среды требуют исследования ионной миграции солевых компонентов почв и грунтовых вод в дельте Кубани с целью их регулирования.

## 2 УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

### 2.1 Геоморфология, климат и агроклиматические условия в годы проведения исследований

Дельта Кубани располагается в юго-западной части Краснодарского края. По форме она приближается к треугольнику, с вершиной на меридиане станицы Марьянской и основанием, упирающимся в побережье Азовского и частично, Черного морей.

Западной границей дельты являются Ахтанизовский, Кизилташский и Витязевский лиманы, Северо-западной – берег Азовского моря. С юга и юго-запада дельта ограничена склонами северо-западной оконечности Кавказского и левым берегом реки Сухой Аушед. На северо-востоке дельту отделяют берега Скелеватого озера и малого Кирпильского лимана, на востоке – южная окраина Кучеровой плавни, правая сторона Глубокого и Ангелинского ериков и Ангелинский канал до станицы Марьянской. В указанных границах дельта имеет площадь около 700 тыс. га [29].

#### *Геоморфологическая характеристика.*

В пределах дельтового пространства Кубани Е. С. Блажний [29] выделяет следующие морфологические районы.

Плавневый, наиболее молодой и крупный район дельты включает Приазовские, Чебургольские и Прикубанские плавни. Район занимает самые пониженные приморские и приречные участки дельты. Характерными особенностями района является выраженный аллювиально-аккумулятивный рельеф с прирусловыми повышениями – грядами и межгрядовыми плоскими депрессиями с широким распространением болот. Абсолютные отметки местности по отдельным опускаются до –1,5 м, по прирусловым грядам поднимаются до 1–2,5 м. Наиболее высокие отметки в районе 4–5 м имеет Прирусловый вал Протоки.

Район, переходный к старой дельте, расположен в основном в правобережье Кубани. От плавневого района он отличается более старым возрастом, большей высотой над уровнем моря, более ярко выраженными чертами аллювиально-аккумулятивного рельефа. Наиболее высокие абсолютные отметки – 6–8 м отмечаются в юго-восточном углу района. К западу местность понижается и на стыке

с плавневым районом абсолютные отметки приближаются к нулю. Для района характерна густая сеть прирусловых повышений – гряд и междугрядовых депрессий, которые менее заболочены, чем в плавневом районе.

Старая (древняя) дельты на левом и правом берегах Кубани. По сравнению с плавневым и переходным районами древняя дельта более приподнята над уровнем моря, в правобережье ее абсолютные отметки достигают 12–14 м, в левобережье при переходе в пойму 12–16 м. Для древней дельты также как переходного района характерны прирусловые гряды и межрусловые понижения.

Темрюкско-Курчанская гряда находится в правобережной западной части дельты. Массив напоминает складчатые гряды Таманского полуострова с абсолютными отметками от 40 до 120 м.

Благовещенская гряда расположена у берега Черного моря, между Витязевским и Кизилташским лиманами. Восточная часть гряды имеет абсолютные отметки 20–30 м, западная 5–6 м.

Территория Азовской рисовой оросительной системы (АРОС) располагается в границах Темрюкского района и занимает его северо-восточную часть. На юге исследуемый массив примыкает к южному магистральному сбросному каналу, на западе – к Курганскому лиману. Северной и восточной границами массива служит река Курка. Общая площадь, занимаемая АРОС, составляет 10 000 га. Землепользователем оросительной системы является ГСП «Светлый путь».

В геоморфологическом отношении территория АРОС представляет собой обширную низменную равнину с незначительными колебаниями абсолютных высот местности от –0,3 до –0,7 м. Западная часть АРОС входит в состав подрайона Приазовских плавней и представляет собой обширное понижение, которое, до проведения здесь инженерно-мелиоративных работ, было покрыто водой. Восточная часть – несколько более возвышена по сравнению с западной и отличается более выраженными чертами аллювиально-аккумулятивного рельефа: наличием выположенных межлиманных гряд и замкнутых лиманных понижений. Восточная часть массива входит в состав района, переходного к старой дельте, который представляет более старую по возрасту фазу формирования дельты. На юге АРОС отграничена от подрайона Прикубанских



плавней Темрюкско-Курчанской третичной грядой, вытянутой в широтном направлении.

До проведения мелиоративных работ почти вся территория массива в зимний период и весной затапливалась водой и окончательно освобождалась от нее только в середине лета.

В настоящее время, в результате проведения инженерно-мелиоративных работ, рельеф местности исследуемого массива спланирован, водный режим зарегулирован и находится под контролем.

### *Климат региона исследования*

По температурному режиму климат в дельте Кубани умеренно теплый. Особенности его являются умеренная континентальность, мягкость зимы и значительная продолжительность вегетативного периода [29].

Изменение среднегодовой температуры в различных частях дельты незначительно от 10,2 °С до 10,9 °С. Экстремальные значения наиболее холодного месяца января колеблются от –1,6° до –3,1°С, а самого теплого – июля – от +22,8° до +23,8°С [6].

Зима мягкая, сравнительно короткая (в среднем от 60 до 70 дней) и малоснежная, со средней температурой не ниже –2,2 °С. Снежный покров в дельте неустойчив. Среднее число дней со снежным покровом изменяется от 26 в западной части дельты до 39–45 дней на ее остальной территории. Характерной особенностью температурного режима почв является то, что в 50 процентах всех зим они не промерзают глубже 25 см и лишь в отдельные годы глубина промерзания достигает 60 см.

Продолжительность безморозного периода в приморских районах дельты колеблется от 205 до 228 дней. На остальной территории продолжительность безморозного периода меньшая и изменяется от 179 до 197 дней [29].

Вегетационный период характеризуется значительной длиной в дельте Кубани. Продолжительность периода со среднесуточной температурой выше 10 °С (средний вегетационный период) составляет от 190 до 198 дней.

Сумма активных выше 15 °С, хотя в отдельные годы имеется отличие от многолетней тенденции. По данным А. И. Степового, раннеспелые и среднеспелые сорта риса в дельте реки Кубани

обеспечены суммой активных температур, в то время как средне-позднеспелые сорта обеспечены на 80 %, а позднеспелые сорта пять лет из десяти теплом не обеспечены [185].

Осадки на территории дельты выпадают неравномерно. Наибольшее их количество отмечается в юго-восточной части дельты. Для остальной территории, охватывающей преимущественно правобережную дельту, характерно меньшее увлажнение.

Наибольшие значения относительной влажности воздуха в пределах дельты Кубани отмечается в зимние месяцы, наименьшие – в летние, что позволяет отнести ее годовой ход к континентальному типу. Однако в приморских районах дельты континентальность климата снижается и режим относительной влажности здесь складывается благоприятно для сохранения влаги в почве, чем на остальной территории [29].

Климат на территории АРОС характеризуется данными метеостанции г. Темрюка. Средняя годовая температура воздуха составляет 10,9 °С. Продолжительность безморозного периода 228 дней, продолжительность периода с температурой выше 10 °С – 190 дней. Сумма активных температур за вегетационный период риса 2543 °С. Среднее годовое количество осадков 459 мм, коэффициент обеспеченности осадками за вегетационный период составляет 0,8, т.е. система располагается в засушливой зоне дельты Кубани.

Современное сочетание элементов климата в дельте Кубани должно способствовать при естественном течении процессов развития здесь черноземного типа почвообразования. Однако влияние зонально-климатических условий на процесс почвообразования в значительной степени затушевывается в них действием повышенного поверхностного и грунтового увлажнения [29].

## **2.2 Гидрология, растительность и почвообразующие породы**

### *Гидрография и гидрология*

В дельте Кубани грунтовым водам, наряду с паводковыми, принадлежит исключительно важная роль, которая проявляется в процессах засоления и заболачивания почв [28]. Низовья Кубани представляют область транзита и частичного рассеивания грунто-

вый поток направлен к Азовскому морю, где он компенсируется испарением [64].

Грунтовые воды дельты Кубани гидравлически взаимосвязаны с русловыми потоками поверхностных вод, а также с напорными водоносными горизонтами третичных отложений [64].

Основным источником питания грунтовых вод в дельте Кубани являются воды реки Кубани и ее левобережных притоков. В приморской части дельты существенное влияние оказывают нагонные воды моря. На фоне этих источников вполне определенное значение имеют и атмосферные осадки [28].

Введение в эксплуатацию рисовых систем существенно изменило гидрологический режим в пойме и дельте Кубани [107]. В связи с этим в питании грунтовых вод значительную роль стали играть оросительные воды рисовых систем [18, 177]. Некоторые авторы считают, что под влиянием рисосеяния формируются почвенно-грунтовые воды, через которые собственно грунтовые воды могут смыкаться с поверхностными [64].

На участках дельты, находящихся вне зоны влияния моря и рек, отмечаются закономерные сезонные колебания уровня грунтовых вод: подъем в зимне-весенний период и снижение в летне-осенний. На территориях, прилегающих к руслам рек, берегам морей и приморских лиманов на сезонные изменения уровня грунтовых вод накладывается влияние паводков и нагонных морских вод. Кроме того на рисовых системах существенную роль в колебаниях уровня грунтовых вод играет режим орошения риса.

Плавневому району дельты свойственен наиболее высокий уровень грунтовых вод – от 0 до 150 см от поверхности. Лишь на высохших участках они опускаются до глубины 200–250 см.

В переходном районе дельты грунтовые воды залегают на глубине 150–350 см. Причем наиболее высокий уровень характерен для межрядовых депрессий, а наиболее низкий для повышенных равнинных участков и прирусловых гряд. Территория древней правобережной дельты отличается более глубоким залеганием грунтовых вод 3–4 м от поверхности [28].

Характерно, что в пониженно-равнинных местах и депрессиях дельты, сложенных тяжелыми глинистыми грунтами, в результате подпора со стороны реки Кубани, ее притоков и ериков, а также

подпитывающего влияния грунтовых потоков с вышерасположенных территорий, грунтовые воды, как правило, являются напорными и застойными [28, 29].

В. Б. Зайцев и А. Н. Семененко описали две принципиально различные схемы уровня грунтовых вод под затопленным рисовым полем в дельте Кубани [75, 177]. По первой схеме после смыкания оросительных и грунтовых вод создается сплошное водное тело под напором уровня воды в чеке. В результате под чеком образуется зона застойных вод. Это грозит коренным ухудшением почвенного плодородия. По второй схеме в течении всего оросительного сезона не происходит смыкания оросительных и грунтовых вод и пьезометрическое давление в грунтовых водах не зависит от уровня воды в чеке. Несмыкание поверхностных и грунтовых вод может быть обусловлено двумя причинами:

1. Наличием в почвах водоупорного слоя между оросительными и грунтовыми водами.

2. Глубоким залеганием грунтовых вод, которые не успевают за вегетационный период подняться до смыкания с оросительными водами.

По наблюдениям В. Б. Зайцева на рисовых системах Кубани в 85 % случаев отмечается несмыкание грунтовых вод с оросительными [75]. Отметим, что в связи с высоким залеганием уровня грунтовых вод на рисовых системах дельты Кубани, несмыкание обусловлено первой причиной.

По сведениям Е. С. Блажного [28, 29] в дельте Кубани максимальная минерализация грунтовых вод характерна для приморско-лиманной полосы плавневого района и прилегающего к нему участка переходного района. В этих частях дельты минерализация колеблется от 7 до 25 г/л. Учитывая, что минерализация в водах Азовского и Черного морей не превышает 12–17 г/л, столь высокая минерализация грунтовых вод объясняется их сильным испарением. По химическому составу грунтовые воды этих частей дельты относятся к хлоридному и сульфатно-хлоридному типам.

Минерализация грунтовых вод в переходном районе и на территории древней дельты колеблется в пределах от 2 до 5 г/л, изредка опускаясь до 1 г/л и ниже. При минерализации грунтовых вод более 4 г/л химический состав вод хлоридно-сульфатный, при

более низкой минерализации гидрокарбонатно-сульфатный, сульфатно-гидрокарбонатный. В катионном составе этих вод преобладают кальций или натрий, реже магний.

Е. С. Блажний приходит к выводу о существующей зональности в степени и типе минерализации грунтовых вод, которая проявляется в том, что по мере перехода от поймы Кубани к приморской части ее дельты минерализация грунтовых вод постепенно нарастает. Соответственно изменению минерализации изменяется, и солевой состав грунтовых вод от гидрокарбонатно-сульфатного в пойме через хлоридно-сульфатный в древней дельте к сульфатно-хлоридному и хлоридному в современной ее части [28, 29].

Гидрологические условия АРОС определяются, прежде всего, слабой естественной дренированностью территории и преобладающими отрицательными отметками рельефа, что обуславливает бессточный характер грунтовых вод.

На исследуемом массиве, до начала инженерно-мелиоративных работ, грунтовые воды вскрывались на глубине до 3 м в восточной части системы и до 1 м в западной плавневой части, непосредственно примыкающей к Курчанскому лиману. Уровень залегания грунтовых вод имел сезонные колебания с наивысшим стоянием в марте-мае и максимальной глубиной залегания в июне-июле. Кроме того, колебания уровня залегания грунтовых вод определялись характером микро- и мезорельефа.

Основными источниками питания грунтовых вод были атмосферные осадки, нагон вод Азовского моря и подпор сбросными водами Петровско-Анастасиевской системы через южный магистральный сбросной канал и Курчанский лиман. В западной части массива с высоким уровнем залегания грунтовых вод по замкнутым депрессиям имело место заболачивание почв.

Степень минерализации грунтовых вод пространственно варьировала на территории АРОС от 1,5 до 30 г/л и определялась различиями гидрологического режима, геоморфологическими и литологическими особенностями массива. Наименее минерализованные грунтовые воды были приурочены к западной плавневой части системы, а также к близлежащим пространствам реки Курки и южного магистрального сбросного канала. Наибольшая минерализа-

ция грунтовых вод наблюдалась в центральной и восточной частях массива. Состав грунтовых вод – сульфатно-хлоридный.

В настоящее время, при наличии действующей системы оросительных, сбросных и дренажных каналов, уровень залегания грунтовых вод снизился до 2–3 м, однако степень их минерализации по-прежнему высока. Колебание степени минерализации грунтовых вод в течение года определяется режимом орошения системы.

Наибольшее засоление грунтовых вод наблюдается в весенний период до начала затопления рисовых чеков. В летние месяцы, когда функционируют оросительные, сбросные и дренажные каналы, степень минерализации грунтовых вод, как правило, снижается в 1,5–4 раза и более. После сброса вод с системы степень минерализации грунтовых вод несколько возрастает.

Высокий уровень грунтовых вод поверхностного стока, наличие замкнутых понижений, приводили к подтоплению массива в весенне-зимний период, когда отмечается наибольшее количество атмосферных осадков и максимальные уровни в реке Кубань. Летом и осенью, благодаря преобладанию процессов испарения, массив обсыхал и заболоченность сохранялась только в пределах лиманов.

Культура риса существенно изменила гидрологический режим в дельте Кубани, что безусловно повлияло на гидрологическую обстановку изучаемой территории. Однако до сих пор этот вопрос изучен недостаточно.

### *Растительность*

На территории Западно-Предкавказского геоботанического округа помимо степей представлены луга и тростниковые плавни, расположенные в древней дельте Кубани и по берегам Азовского моря. Флористический состав тростниковых плавней довольно беден. Помимо тростниковых выделяются рогозно-травянистые и осоковые сообщества. Из разнотравья к доминантам присоединяются подмаренник болотный, мята водяная, горец щавелелистный. Окраины плавней заняты влажными тростниково-вейниковыми, настоящими овсяницевыми и остепненными клеверно-мятликовыми и свинойными лугами. На засоленных участках встречаются галофиты в составе пырейно-солончаково-

попынных лугов. По окраинам плавней распространены также предплавневые луга с перелесками из лиственных пород.

Строительство и последующая эксплуатация АРОС привели к коренному изменению природной обстановки. Торф и тростник были выжжены как мешающие планировочным работам. Строительные планировки, срезки и насыпки почвогрунтов снивелировали рельеф и изменили морфологический облик почв.

Часть территории оросительной системы, используемая в богарном земледелии, распахивается и практически лишена естественной растительности, сохранилась она лишь на пастбищах и представлена следующими растениями: мятлик луговой, подорожник, пырей ползучий, щетинник сизый и зеленый, донник желтый, тысячелистник, цикорий. Из сорняков на пашне встречаются: амброзия, осот полевой, мышей, куриное просо и клубнекамыш.

На рисовой системе по валам и валикам в основном произрастают: тростник, камыш, реже пырей ползучий и амброзия. На системе, занятой под сопутствующие культуры, из сорняков произрастают в основном канатник, подорожник, амброзия.

#### *Почвообразующие и подстилающие породы*

Почвообразующие породы в дельте Кубани в основном представлены современными аллювиальными наносами, которые в приморской зоне сменяются современными морскими осадками. Подстилающими породами для современных аллювиальных и морских осадков служат лессовидные отложения. Причем по мере приближения к морю увеличивается глубина залегания лессовидных пород и мощность аллювиальных, озерно-лиманных, а затем морских отложений. Мощность современных осадков колеблется от 1–2 м на границе древней дельты с Прикубанской равниной до 10–15 м в правобережной дельте. В левобережной дельте мощности современных аллювиальных наносов превышает 10 м [29].

По гранулометрическому составу среди современных аллювиальных наносов встречаются все разновидности от иловатых глин до песков включительно. Пространственное распределение этих разновидностей увязывается с формами рельефа. Причем прирусловые повышения сложены легкими, собственно-аллювиальными породами, с преобладанием легких суглинков, супесей и песков, а межрядовые депрессии тяжелыми озерно-

аллювиальными (озерно-лиманскими) осадками, представленными главным образом иловатыми и тяжелыми суглинками.

Различие в строении этих пород Е. С. Блажний [29] видит в том, что у собственно-аллювиальных пород резко выражена слоистость вертикального профиля, тогда как у озерно-аллювиальных пород слоистость почти отсутствует. Первые, как правило, карбонаты и имеют светлую окраску. Содержание физической глины изменяется от 14 до 40 %, а мелкого песка от 36 до 77 %. Вторые окрашены темнее и заметно оглеены, карбонаты в верхних слоях часто отсутствуют. Отличительной особенностью озерно-аллювиальных пород является высокое содержание физической глины (30–90 %) при минимальном содержании песчаной фракции. Такой гранулометрический состав обуславливает низкие фильтрационные свойства озерно-аллювиальных пород, их плохую аэрацию и развитие процессов оглеения.

Генезис собственно-аллювиальных пород связан с оседанием крупнозернистых наносов в местах, прилегающих непосредственно к руслу водотоков.

Происхождение озерно-аллювиальных пород обязано отложением мелкозернистых осадков из медленно текущих или стоячих вод в депрессиях рельефа.

Наряду с собственно-аллювиальными и озерно-аллювиальными породами, на территории дельты Кубани широко распространены смешанные отложения, в которых чередуется аллювиальные осадки. Генезис этих пород связан с миграцией русел рек и ериков, изменением скорости движения талых вод и другими факторами.

По гранулометрическому составу смешанные осадки характеризуются большой неоднородностью вертикального профиля и значительным содержанием в отдельных прослойках физической глины (60–70 %) и ила (23–35 %). Современные морские отложения являются почвообразующими породами в приморской части современной дельты, Е. С. Блажний подчеркивает, что характерным признаком морских осадков служит присутствие в их толще раковин морских моллюсков [29].

По гранулометрическому составу среди морских отложений преобладают легкие разновидности: суглинки, иловатые супеси



и пески. Лессовидные отложения, в пределах дельты, находятся в погребенном состоянии и играют роль подстилающих пород для современных аллювиальных и морских осадков. Мощность их составляет от 3 до 20 м и более.

Лессовидные отложения характеризуются отсутствием слоистости, бурой или палево-серой окраской, рыхлым тонкодисперсным сложением, наличием жилок углекислой извести. Они отличаются однородным глинистым и тяжелосуглинистым гранулометрическим составом.

Геологический облик исследуемого массива складывается в непосредственной связи с регрессивно-трансгрессивными движениями Азовского и Черного морей в конце третичного времени и тектоническими процессами, происходящими в течении всего четвертичного периода. Все это сыграло решающую роль в развитии процессов осадконакоплений и привело к аккумуляции осадков различных генетических типов.

Толща осадочных пород на территории АРОС представлена до глубины 5–6 м современными лиманами, аллювиально-лиманными и аллювиальными отложениями, имеющими илистый и иловато-глинистый характер. Эти отложения перемежаются прослоями и линзами песков и супесей. Следует отметить, что наиболее распространены на территории АРОС аллювиально-лиманные отложения, тогда как лиманные и, особенно, аллювиальные осадки встречаются гораздо реже, занимая соответственно западную и центральную части системы.

Нимфейские слои подстилаются современными континентальными отложениями, представленными глауконитовыми песками мощностью до 6 м. Время аккумуляции этих осадков соответствует фанагорийской фазе регрессии Азовского моря.

Ниже залегают лиманные отложения новочерноморской фазы осадконакоплений. Они представляют собой сравнительно однородную толщу темно-серых илов мощностью от 5 до 12 м, накопление которых происходило в условиях прибрежного мелководья Азовского моря.

С глубины 17–24 м илы сменяются континентальными желтовато-бурными тяжелыми суглинками, реже глинами и супесями, мощность которых достигает 9 м. Эти осадки аккумуляровались в результате интенсивного формирования северного склона Тем-

рюкско-Курчанской гряды и являются переотложенными аллювиально-делювиальными аналогиями нижеплейстоценовых лессовидных желтовато-бурых глин, слагающих поверхность склона.

Коренные отложения вскрываются с глубины 26–32 м и представлены плотными карбонатными глинами и тяжелыми суглинками с линзами и прослоями супесей и песков. В кровле этого слоя глина и суглинки приобретают иловатый характер.

Таким образом, породы, слагающие исследуемый массив, аккумуляровались под непосредственным воздействием вод Азовского моря и, вследствие этого, обогащены солями. Это, в свою очередь, способствует повышенной минерализации грунтовых вод и почв, сформированных на территории АРОС.

### **3 ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЮЧЕВЫХ УЧАСТКОВ АЗОВСКОЙ РИСОВОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА**

В результате рекогносцировочного обследования территории Азовской рисовой оросительной системы (АРОС) в 1976 г. были выбраны ключевые участки, характеризующие основные природные и инженерные особенности системы.

Исследуемая территория характеризуется чрезвычайным разнообразием литолого-гидрологических и почвенных условий. Кроме того, ввиду проектирования на территории АРОС карт двух типов: Краснодарского и Азовского, условия дренирования почв в различных частях системы не одинаковы. Наконец, разновременный ввод в эксплуатацию отдельных участков АРОС позволяет проследить в динамике изменения гидрологического режима, солевого баланса и мелиоративного состояния почв в различные периоды функционирования системы.

Перечисленные условия потребовали выбора и исследования на территории АРОС, по крайней мере, четырех ключевых участков, характеризующих те или иные литолого-гидрологические почвенные и инженерные особенности системы.

Прежде всего, следует отметить различие карт Краснодарского и Азовского типов. Карта Краснодарского типа занимает площадь от 10 до 30 га и разделена поперечными валиками на чеки. Ширина карты составляет 200–250 м при длине от 700 до 1200 м. Картовые оросители проектируются, как правило, двухсторонней схемы командования. При этом обслуживаются чеки, расположенные по обе стороны от оросителя. Затопление чеков осуществляется одновременно по всей карте и так же сбрасываются оросительные воды в сбросные каналы. Таким образом, оросители на картах Краснодарского типа чередуются со сбросами, вследствие чего междренные расстояния составляют 500 м. В условиях тяжелого гранулометрического состава почв и подстилающих пород, а также их высокого засоления, наряду с высокой минерализацией грунтовых вод такие параметры дренажа, как правило, не в силах обеспечить рассоление почв и отвод дренажных вод. Кроме того, картовый ороситель, проходящий по центру междренного пространства,

способствует подпору грунтовых вод и может вызвать подтягивание их к поверхности.

Карта Азовского типа представляет собой, соответственно, карту-чек площадью 5–10 га, нередко объединенных по два. Ширина карты составляет 200–230 м, длина – 380–400 м. Особенностью жарты Азовского типа является размещение оросителя и сброса на коротких сторонах карты-чека, тогда, как на картах Краснодарского типа ороситель и сброс проходят вдоль длинных сторон карты. Это позволяет размещать между картами вдоль длинных сторон дренажные каналы, вследствие чего междренные расстояния сокращаются до 200 м. Кроме того, нарезка дренажно-сбросных канав по периметру карты-чека или, по крайней мере, вдоль оросителя позволяет снизить подпорное влияние картового оросителя и улучшить условия дренирования и отвода дренажных вод. Следует отметить также, что в отличие от чеков карт Краснодарского типа, карты-чеки Азовского типа оснащены двумя выпускными сооружениями. Это позволяет быстрее и интенсивнее сбрасывать оросительные воды и создает благоприятные условия для аэрации почв в межвегетационный период.

Выбранные ключевые участки располагаются в северо-восточной, центральной и западной частях территории АРОС, функционирующей в настоящее время. Участки попарно заняты картами Краснодарского и Азовского типов.

**Участок № 1** расположен в северо-восточной части системы и занят четырьмя картами Кубанского типа. Площади карт составляют от 7,1 га до 7,6 га, междренные расстояния колеблются в пределах от 214 м до 225 м. Карты оснащены двумя выпускными и двумя выпускными сооружениями и дренажно-сбросной канавой вдоль оросителя. Абсолютные отметки высот варьируют от –0,25 до –0,35 м при общем направлении уклона участка с севера на юг. Участок введен в эксплуатацию в 1976 г. и занят посевами риса.

Почвенный покров участка представлен сильнозасоленными перегнойно-глеевыми почвами глинистого и тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

Почвообразующими породами являются современные аллювиально-лиманские отложения, представленные бурыми глинами и тяжелыми суглинками с прослоями и линзами пылеватых песков.

**Участок № 2** расположен в южной части АРОС, занят четырьмя картами Краснодарского типа. Площади карт составляют 32–36 га, междренные расстояния достигают 480–500 м. Поперечными валиками карты разделены на 3–4 чека, оснащенных двумя впускными и одним выпускным сооружением.

Общее направление участка – с севера на юг. Участок эксплуатируется с 1973 г. С 1975 по 1977 гг. был занят посевами люцерны. В течение первых двух лет эксплуатации и в настоящее время он используется под посевы риса.

Почвенный покров участка представлен, главным образом, перегнойно-глеевыми почвами глинистого и тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

Почвообразующими породами являются, в основном, современные лиманные отложения, представленные бурыми оглеенными глинами, сформированные на месте бывшего лимана Подстепный.

Луговые почвы сформировались на аллювиальных отложениях, представленных глинами с переслаиванием суглинками.

**Участок № 3** располагается в центральной части системы и занят четырьмя картами Краснодарского типа. Площади карт колеблются от 23,9 га до 24,3 га, междренные расстояния составляют 450–470 м.

Четыре чека, объединенные в карту, оснащены двумя впускными и одним выпускным устройствами каждый. Абсолютные отметки высот колеблются от –0,18 до –0,53 м при общем направлении уклона с юго-запада на северо-восток. Участок эксплуатируется с 1975 г. и занят посевами риса.

Участок представлен перегнойно-глеевыми глинистыми и тяжелосуглинистыми почвами. Материнские породы представлены современными аллювиально-лиманными отложениями в виде бурых глин и тяжелых суглинков.

**Участок № 4** расположен в западной прилиманной части АРОС и занят двумя картами-чеками Азовского типа. Площади карт-чек около 8,4 га. Междренные расстояния составляют 200–220 м. Каждая карта-чек оснащена одним впускным и двумя-тремя выпускными сооружениями. Абсолютные отметки высот составляют от –0,06 до –0,17 м при общем уклоне с севера на юг. Уча-

сток спланирован и обеспечен оросительно-росной сетью лишь в 1976 г. и не был ещё введен в эксплуатацию.

Почвы, сформированные на территории участка, перегнойно-глеевые глинистые. Почвообразующими породами являются аллювиально-лиманные и аллювиальные отложения, представленные иловатыми глинами и бурыми глинами местами с прослоями и линзами супесей.

Почвы на территории всех исследуемых ключевых участков засоленные, главным образом, в сильной степени с преобладанием в составе солей хлоридов и сульфатов натрия. Высокая аккумуляция солей почвенно-грунтовой толщей обусловлена наличием на территории АРОС засоленных почвообразующих пород, высокоминерализованных грунтовых вод, залегающих близко к поверхности и первичным засолением почв.

Как видно из краткого описания выбранных ключевых участков, они характеризуют доминирующей на исследуемой территории тип почв и почвообразующих пород. При этом, участки различаются степенью засоления почв и пород, уровнем минерализации и глубиной залегания грунтовых вод, режимом орошения, условиями дренирования почв, а также характером и стадиями севооборота. Такой набор различных параметров, оказывающих влияние на произрастание риса, позволит в дальнейшем выявить характерные особенности функционирования Азовской рисовой оросительной системы и дать необходимые практические рекомендации.

Одно из первых описаний почв Кубанской дельты приводит И. З. Имшенецкий, он дал им название «плавневых почв» [81]. Сведения о почвах левобережной дельты и поймы опубликованы В. С. Богданом и Б. А. Шумаковым [33], которые выделили на территории Закубанских плавней следующие генетически связанные типы почв: 1) малоразвитые плавневые; 2) почвы мокрых плавней; 3) почвы плавнищ; 4) черноземы. Исследование плавневой территории позволили Л. И. Иозефовичу выделить по возрастному признаку следующие группы почв: 1) приморские береговые ракушечные наносы; 2) заболоченные почвы плавней; 3) переходные почвы; 4) плавнево-луговые почвы [83].

Результаты дальнейшего изучения почв дельты Кубани изложены во многих работах [26, 27, 28, 29, 102, 189, 190], из которых следует особо подчеркнуть работу В. А. Ковды [102], в которой

дан ряд ценных обобщений об особенностях почвообразования в дельте Кубани, исследования водного и солевого режима солонцовых почв низовьев Кубани, проведенные Е. В. Тонконоженко [189] и монографию Е. С. Блажного [29], включающую описание свойств почв поймы и дельты Кубани, их систематику и эволюцию.

Согласно последней работы, на территории древней дельты и по наиболее повышенным участкам поймы расположены лугово-степные почвы. Эти почвы развиваются преимущественно под влиянием нисходящих токов атмосферных вод и некотором участии грунтовых и изредка паводковых вод. В нижних горизонтах почвы этой группы сохраняют слабые признаки заболоченности (ржавые пятна, примазки и пр.). Однако по общему облику они близки к черноземам. По степени выраженности признаков черноземного типа в этой части дельты и поймы выделяют лугово-черноземные почвы.

В пониженных участках поймы и в плавневом районе дельты преимущественно распространение получили гидроморфные почвы, которые развиваются в условиях избыточного грунтового и паводкового увлажнения. К ним относятся болотные, лугово-болотные и луговые почвы, более молодые по возрасту, чем лугово-степные.

Самая молодая группа почв, приуроченная к приморской полосе, а также к прилиманным и прирусловым участкам, представлена слабозатронутыми почвообразованием наносами.

Далее Е. С. Блажный [29] отмечает, что в низовьях реки Кубани также распространены засоленные и солонцеватые почвы. Преобладающими среди дельтово-пойменных почв являются луговые, занимающие площадь 295,5 тыс. га (33,9 % всей территории). Почти такую же площадь занимают болотные почвы – 298,8 тыс. га (33,6 %). На долю лугово-степных почв приходится 160,7 тыс. га (18,4 %), на солонцы и солончаки – 13,2 тыс. га (1,5 %).

Почвенный покров территории АРОС чрезвычайно разнообразен и сформирован в условиях гидроморфизма. Под влиянием высокоминерализованных грунтовых вод на исследуемом массиве развились почвы лугового и болотного типов, различной степени засоленности.

Почвы лугового типа формируются, главным образом, в восточной части системы в условиях сравнительно глубокого уровня залегания грунтовых вод и представлены лугово-черноземными,

луговыми и лугово-болотными разностями, минерализованными в различной степени. Площади почв, распространенных на АРОС, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Площади почв Азовской оросительной системы

№ п/п	Название почвы		Занимаемая площадь	
	Зональные	По классификации почв РФ	га	процент от площади АРОС
Почвы лугового типа				
1	Лугово-черноземные	Рисовые лугово-черноземные	379	4,0
2	Луговые	Рисовые аллювиальные луговые насыщенные	1043	10,0
3	Лугово-болотные	Рисовые аллювиальные лугово-болотные	855	
Итого почв лугового типа:			2277	23
Почвы болотного типа				
4	Перегноино-глеевые	Рисовые аллювиальные болотные перегноино-глеевые	5630	56
5	Торфяно-глеевые	Рисовые аллювиальные болотные иловато торфяно-глеевые	2093	21
Итого почв болотного типа			7723	77
Общая площадь массива			10000	100

В западной и частично центральной частях АРОС расположены почвы болотного типа, представленные засоленными перегноино-глеевыми, торфяно-глеевыми разностями, минерализация их различной степени.

Преобладающими почвами АРОС являются болотные, занимающие 77 % ее площади, на долю луговых почв приходится 23 % территории массива. Перегноино-глеевые почвы являются доминирующим типом почв на территории АРОС. Они располагаются, главным образом, в западной приплавневой части, однако, небольшими контурами залегают и в центральной части массива.

Специфический водный режим рисового поля обуславливает многие особенности пищевого режима почв, вызванный тем, что



вскоре после затопления из почвы исчезает свободный кислород и начинают развиваться сильно выраженные восстановительные процессы. Такие условия по-разному отражаются на динамике содержания доступных растениям элементов минерального питания (таблица 2).

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика пахотного 0–20 см слоя рисовых почв Кубани

Показатель	Лугово-черноземная	Луговая	Аллювиальная луговая	Лугово-болотная	Перегноин-глеевая
Гумус, %	3,0–4,0	2,5–6,0	2,4–3,2	2,5–7,0	2,4–10,0
Запасы гумуса, т/га	300–450	200–400	115–240	140–300	–
Азот общий, %	0,14–0,26	0,20–0,25	0,14–0,16	0,25–0,28	0,27–0,37
Фосфор общий, %	0,13–0,20	0,18–0,20	0,17–0,19	0,18–0,20	0,18–0,20
Фосфор подвижный, мг/100г	4,00–6,00	4,90–5,80	5,20–6,40	4,00–6,20	4,80–6,30
Калий общий, %	1,20–1,70	1,10–1,45	1,10–1,40	1,30–2,00	1,40–1,60
Калий обменный, мг/100 г	20,0–27,0	22,0–25,0	25,0–27,0	24,0–31,0	38,0–44,0
Кремний подвижный, мг /100г	55,7–72,4	54,3–70,6	55,4–68,6	60,4–74,5	46,5–60,7
Магний обменный, мг-экв./100г	8,12–9,32	8,04–9,12	7,66–8,20	8,28–9,56	6,75–7,44
Сера валовая, мг/100г	34,8–38,6	32,8–36,5	31,9–35,5	30,7–34,7	35,6–40,4
Сера подвижная, мг/100г	1,24–1,94	1,20–1,87	1,17–1,81	1,30–2,06	1,06–1,52
Кальций обменный, мг-экв./100г	27,8–38,5	26,7–36,4	26,8–32,4	25,4–30,6	25,8–34,0
Железо ( $Fe^{2+}+Fe^{3*}$ ), мг/кг	150–250	164–230	188–216	108–262	155–320
Бор общий, мг/кг	30,5–41,6	29,4–38,5	28,5–37,3	26,4–40,5	28,4–34,5
Кобальт общий, мг/кг	8,8–12,6	9,0–11,4	7,7–11,8	9,2–13,4	8,1–9,8
Марганец общий, мг/кг	445–858	410–715	430–680	520–875	338–524
Медь общая, мг/кг	19,5–21,5	20,4–21,0	19,8–21,0	20,0–20,8	18,5–19,5
Цинк общий, мг/кг	48,5–52,4	48,5–80,0	48,8–50,2	48,5–49,5	46,5–47,6

Затопление почвы рисового поля создает благоприятные условия для питания и роста растений риса, так как при этом:

1) рационально используются органические вещества почвы, интенсивность минерализации которых в значительной степени

оказывается зависимой от аэрации почвы корнями риса, а растение риса само является мощным фактором мобилизации почвенного плодородия;

2) облегчается поступление элементов питания к корням риса благодаря диффузии восстановленных форм элементов питания к окисленным зонам близ корней риса;

3) устраняется вредное действие восстановленных продуктов, образующихся в большом количестве в затопленной почве, значительная часть этих продуктов окисляется в ризосфере до соприкосновения их с корнями риса, который использует для питания как окисленные, так и восстановленные соединения элементов.

В настоящей работе тип и степень засоления почв определялась по классификации Н. И. Базилевич и Е. И. Панковой [20]. Степень солонцеватости по И. Н. Антипову-Каратаеву [12]. Классификация поверхностных и грунтовых вод по химическому составу проводилась по О. А. Аленкину [9]. Солевой баланс рассчитывался по методике Д. М. Катца [67].

При обработке данных по засолению почв и минерализации грунтовых вод использовались два метода:

1) метод сравнения вариационных рядов исходного и конечного содержания солей в почвах и грунтовых водах путем построения интегральных кривых распределения признака по накопленным частностям [98, 110];

2) метод оценки изменения содержания солей в почвах и грунтовых водах путем расчета и сравнения статистических показателей [49]. При этом мы исходили из следующих принципов, обоснованных А. Т. Морозовым [110]:

1) если нельзя считать обоснованным различие засоления на площадках в несколько гектар, то, объединив их в немногие группы по тысячам га и увеличив тем самым использованное число выработок в каждой группе, можно обосновать различия между этими крупными группами;

2) если при данной вариабельности нельзя обосновать различия в засолении многих мелко взятых слоев почвенного профиля (например, 0–25, 25–50, 50–75 см и т. д.), то можно обосновать полуметров, или метров объединив анализы в пределах каждого полуметра или метра в одну выборку;

3) если нельзя обосновать различия в засолении за отдельные месяцы, годы, то возможно выявление общих основных тенденций в изменении засоления за более длительный промежуток времени.

В этой связи данные содержания солей в солях 0–25, 25–50, 50–75, 75–100 см по каждому подтипу почв были объединены нами в выборки более достоверно характеризующие слои 0–50, 50–100 и 0–100 см, а данные по слоям 100–150 и 150–200 см объединены соответственно в выборки, характеризующие слой 100–200 см каждого подтипа почв.

При расчете солевого баланса почв и грунтовых вод мелиорированного ландшафта, выборки по каждому подтипу почв, сгруппированные вышеописанным способом, были нами объединены в две достаточно большие выборки. Характеризующие засоленность почв всего орошаемого массива в зоне аэрации (0–160 см) и в зоне насыщения (160–200 см). Такой подход позволил получить статистически обоснованные характеристики запасов солей в почвах и грунтовых водах балансового слоя, несмотря на высокую вариабельность в них содержания солей.

Оценка гумусного состояния почв производилась по системе показателей гумусного состояния почв, разработанной Л. А. Гришиной и Д. С. Орловым (1978 г.).

В полевых условиях выполнены следующие виды работ:

1) Вынесение в натуру 6 створов скважин по схеме рабочей программы. Зафиксирование местоположения 40 точек по 6 створам (два по 10 скважин-точек и четыре по 5 скважин-точек).

2) Оборудование 10 точек отбора поровых растворов с закладкой на глубины 0–25, 25–50, 50–75 и 75–100 см бакфильтров с выводом шлангов на поверхность земли.

3) Солевая съемка в масштабе 1 : 2000. По створам до затопления рисового поля из 40 скважин отобрано по стандартным глубинам  $40 \times 60 = 240$  образцов почвогрунтов. По центральным створам в середине вегетации риса из 20 скважин отобраны образцы почвогрунтов тоже по стандартным глубинам:  $20 \times 6 = 120$  образцов. После сброса воды с рисовых полей (октябрь) произведена осенняя съемка с заложением 40 скважин (аналогично весеннему отбору) и отбором  $40 \times 6 = 240$  образцов. Всего отобрано и проанализировано 600 образцов почвогрунтов и 34 пробы грунтовых вод.

Для этой цели на двух типах карт (участки № 2 и 3) закладывались скважины по трем створам. Каждый из створов располагался в определенной зоне рисовой карты:

1) в зоне, примыкающей к дренажно-сбросной сети, занимающей 20 % площади карты (нижние створы по 5 скважин).

2) в зоне, примыкающей к водопадающему каналу – распределителю, занимающей 20 % площади карты (верхние створы по 5 скважин);

3) в Центральной зоне, занимающей 60 % площади рисовой карты (центральные створы по 10 скважин).

Из 40 скважин весной (перед затоплением) и осенью (после сброса воды из рисовых полей) отбирались образцы почвогрунтов по стандартным глубинам (0–25, 25–50, 50–75, 75–100, 100–150, 150–200 см.) и образцы грунтовых вод. В летний период образцы отбирались на затопленном рисовом поле по центральным створам.

Сравнение статистически обработанных аналитических данных по содержанию токсичных солей в водных вытяжках позволило судить о направлении и интенсивности солевой динамики под залитым рисовым полем по трем зонам рисовых карт двух конструктивных типов.

### **Изучение сезонной динамики минерализации и уровня грунтовых вод**

В скважинах солевой съемки весной и осенью производится замер УГВ и отбираются образцы ГВ на анализы. Сравнение результатов повторных замеров и анализов позволит оценить эффективность работы дренажа на двух типах карт.

### **Изучение многолетней солевой динамики двух типов рисовых карт**

Производится статистическая обработка данных о послонном содержании токсичных солей на осень 1985 г. и осень 1984 г. Сопоставление данных и расчет по прогнозной формуле Волобуева показывает направление и интенсивность содовой динамики в многолетнем плане по двум типам рисовых карт.

### **Изучение сезонной динамики состава почвенного поглощающего комплекса (ППК)**

В образцах почвы из скважин центрального створа участка № 3 (Кубанский тип карты) по глубинам 0–25 и 25–50 см на периоды весна и осень определяется состав ППК. Сопоставление статически

обработанных данных до затопления рисового поля и после вегетации риса позволяет судить о динамике состава ППК.

### **Изучение зависимости концентрации поровых растворов от солесодержания почвогрунтов**

Параллельно с солевой съемкой производится отбор поровых растворов по центральному створу участка № 3. Сопоставление статистически обработанных данных содержания токсичных солей в водных вытяжках и поровых растворах в одних и тех же точках и в одно и то же время позволит выявить зависимость концентрации порового раствора и отдельных ионов и катионов от солесодержания почвогрунтов. Количественное выражение такой зависимости необходимо для получения исходной информации, используемой в прогнозных расчетах солевого режима на ЭВМ по специальным программам, основанным на теориях гидравлики пористых сред и тепло-массопереноса.

## **4 ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ И СОЛЕВОГО РЕЖИМА РИСОВОЙ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ**

### **4.1 Химические и физико-химические свойства рисовых аллювиальных болотных иловато торфяно-глеевых почв при длительной эксплуатации АРОС**

Затопление почв на длительный срок (120–150 дней), создание в них в этот период обстановки глубокого анаэробнозиса существенно влияет на направленность процессов гумусообразования, обуславливая изменение как запасов гумуса в почвах рисовых полей, так и его качественного состава. Последнее обстоятельство может существенно повлиять на процесс почвообразования и, в первую очередь, на миграцию ряда соединений в почвах. Учитывая, что при рисосеянии искусственно создаются условия для усиления миграционного потока, знание путей трансформации органического вещества для составления прогноза изменения почв при периодическом затоплении их, представляется весьма важным. В связи со сказанным, в наши исследования были включены работы по изучению гумусного состояния почв.

При изучении органического вещества почв, как правило, изучают вещества специфической гумусовой природы – гуминовые и фульвокислоты, которые «...определяют главные, типовые признаки почв» (Орлов, 1974).

В настоящее время основная площадь перегнойно-глеевых почв находится под рисовой системой. В результате производственной планировки в строении их профиля и в распределении в нём гумуса не всегда прослеживается строгая закономерность.

Содержание гумуса в пахотном слое варьирует от 3,2 до 4,6 %, в то время как на целинных землях перегнойно-глеевых почв в верхнем горизонте «А» количество его составляет 5,7 %.

С глубиной происходит резкое уменьшение гумуса как в пахотных, так и на целинных землях и в горизонте «ВС» колеблется от 1,4 до 1,8 %. В почвообразующей породе (в горизонте «С») содержание гумуса не превышает 1,2 % (0,6–1,2 %). Описываемые почвы в верхних горизонтах слабо насыщены карбонатами каль-

ция, и лишь в почвообразующей породе, где встречается местами ракушечник, насыщенность достигает 3,22–8,74 % (таблица 3).

Таблица 3 – Средние показатели химических свойств рисовых перегноино-глеевых глинистых почв различной степени засоления (1995)

Количество разрезов	Горизонты	Глубина образца, см	Гигроскопичная вода, %	Гумус, %	CaCO <sub>3</sub> , %	pH H <sub>2</sub> O
Слабосолончаковые						
5	Ап	0–21	3,4	4,6	1,15	8,0
	BC	21–36	3,2	1,5	0,46	8,1
	С	36–74	3,1	1,2	0,46	8,0
Среднесолончаковые						
6	Ап	0–23	4,0	3,9	0,092	8,0
	BC	25–35	3,3	1,8	8,76	8,3
	С	35–70	–	1,0	–	8,2
Сильносолончаковые						
4	Ап	0–22	4,0	3,9	2,76	8,1
	В	22–29	4,4	1,7	3,22	8,3
	С	29–66	2,6	0,6	–	8,5
Очень сильносолончаковые (целина)						
3	А <sub>1</sub>	0–21	4,6	5,7	0,69	7,3
	В	21–31	4,2	2,6	0,69	8,1
	BC	31–45	–	1,8	0,69	7,9
	С	45–60	–	1,0	–	7,9

Реакция почвенной среды в верхнем горизонте перегноино-глеевых почв от нейтральной до среднещелочной (рН 7,3–8,4). В местах скопления ракушечника реакция почвенной среды сдвигается до сильнощелочной (рН составляет 8,9–9,2).

Запасы гумуса в 0,5-метровой толще почв колеблются от 113,6 до 305,3 т/га, причем 60–70 % этого количества содержится в верхнем гумусовом горизонте.

Наибольшие запасы гумуса находятся в целинных (305,3 т/га) и наименьшие в пахотных землях (113,6 т/га) (таблица 4).

С глубиной общие запасы гумуса, как и его процентное содержание, значительно снижается. Для изучения влияния степени хозяйственного использования рисовых перегноино-глеевых почв на содержание и запасы гумуса нами проводилось определение его содержания в почвах на одних и тех же точках в течение 3 лет.

Таблица 4 – Запасы гумуса в рисовых перегнойно-глеевых глинистых почвах

Название почв	Запасы гумуса, т/га	
	В горизонтах А+В	В 0,5-метровой толще почвы
Слабосолончаковые глинистые	110,7	168,7
Среднесолончаковые глинистые	113,1	150,5
Сильносолончаковые глинистые	123,6	143,7
Очень сильносолончаковые глинистые	262,1	305,3

Анализ массового материала позволил выявить четко выраженную тенденцию падения гумусности почв в первые годы использования их под культуру риса (таблица 5).

Таблица 5 – Содержания гумуса в рисовых перегнойно-глеевых слабосолончаковых почвах в зависимости от хозяйственного использования (1995–1997)

Глубина, см	Продолжительность возделывания риса		
	Люцерна	1-й год	2-й год
0–20	5,32	4,62	3,51
20–40	1,81	1,44	1,07
40–60	1,00	0,95	0,75

Данные почвы характеризуются значительной вариабельностью по содержанию гумуса. Причиной этого может быть специфика условий формирования почв дельты, сложность рельефа дельтовой поверхности, наличие блюдцеобразных понижений, в которых формируются почвы с более высоким содержанием органического вещества. Такая неравномерность может возникнуть также в результате проведения планировочных работ, когда с повышенных участков гумусированный горизонт почв срезается, а понижения засыпаются этим материалом.

Изучение группового и фракционного состава органического вещества почв в течение 3-х лет показало, что состав гумуса под люцерной существенно отличается от почв под рисом, особенно второго года после люцерны (таблица 6).

Если гумус почв под люцерной имеет ярко выраженный гуматный характер (Сгк : Сфк в среднем порядка 3), то для почв под рисом больше характерен фульватно-гуматный тип (Сгк : Сфк от 2 до 1,5).



Иной тип гумуса затапливаемых почв обусловлен сокращением доли гуминовых кислот в составе гумусовых кислот и возрастанием суммы фульвокислот.

Таблица 6 – Групповой состав гумуса в рисовых перегнойно-глеевых почвах в зависимости от хозяйственного использования

Хозяйственное использование	Глубина, см	Углерод общий, %	Гуминовые кислоты, %		Фульвокислоты, %		Углеродостатка, %	$\frac{C_{ГК}}{C_{ФК}}$
			связанные с Са	сумма	связанные с Са	сумма		
Люцерна	0–20	2,68	0,98	1,16	0,22	0,41	1,11	2,76
	20–40	2,08	0,71	0,94	0,11	0,22	0,92	3,70
Рис 1-го года	0–20	3,60	0,98	1,77	0,41	0,73	1,10	2,00
	20–40	2,59	0,75	0,81	0,32	0,49	1,29	1,60
Рис 2-го года	0–20	3,97	0,60	1,03	0,54	0,99	1,95	1,22
	20–40	3,11	0,55	0,92	0,39	0,67	1,52	1,36

Четких закономерностей в изменении типа гумуса, связанных с длительностью использования почв под культуру риса и сезонных изменений выявить не удалось.

Отмечено увеличение в почвах рисовых полей негидролизуемого остатка (на 5–12 %).

Данное явление может быть обусловлено частично связыванием подвижных гуминовых кислот минеральной частью почв, а также накоплением негидролизуемых соединений неспецифической природы в виду того, что в целом биологическая активность и интенсивность дыхания почвы при затоплении подавляются.

Анализ фракционного состава гумуса изучаемых почв показал, что наибольшие изменения наблюдаются в группе гуминовых кислот. Происходит уменьшение (примерно в 1,5 раза) содержания группы гуминовых кислот, связанных с Са<sup>2+</sup>. Очень высокое содержание отмечается под рисом (91–82 % к сумме ГК).

В почвах под рисом содержание этой фракции высокое и среднее (от 74 до 53 % от суммы ГК). Учитывая, что гуминовые кислоты этой фракции составляют в исследуемых почвах до 33–36 % от общего углерода почвы, отмеченные потери гуминовых кислот, связанных с Са<sup>2+</sup>, представляют ощутимую величину.

Учитывая, что на рисовых системах постоянно существует нисходящий ток влаги и отток почвенных растворов, можно предположить, что это уменьшение связано с вымыванием данной фракции из верхних горизонтов почвы.

Аналогичная картина для луговых и других почв, используемых в рисовых севооборотах, была отмечена А. И. Болдыревым и Б. И. Матюшенко (1968), Е. И. Горшковой (1971), Г. М. Майнашевой и С. А. Николаевой (1975), которые связывают данные явления, с одной стороны, с преобразованием части гуминовых кислот в восстановительных условиях в фульвокислоты.

С другой стороны, гидролиз и восстановление могут обусловить трансформацию фракции гуминовых кислот в негидролизуемый остаток.

Кроме того, можно предположить, что в анаэробных условиях, вызванных длительным затоплением, когда в почвах присутствуют в достаточно больших количествах ионы аммония, а также и натрия, что имеет место в изучаемых нами почвах, могут идти обменные реакции, в результате которых кальций в гуматах замещается на щелочные катионы с образованием гуматов аммония и натрия.

Последние отличаются высокой миграционной способностью и могут выноситься за пределы почвенного профиля, уменьшая тем самым количество углерода данной фракции гуминовых кислот. Некоторые авторы (Пономарева, Плотникова, 1975) отмечают повышенную растворимость в воде гуминовых кислот, связанных с  $\text{Ca}^{2+}$ , что также может быть причиной уменьшения содержания этой фракции в повышено-увлажненных почвах.

После сброса воды в почву устанавливается окислительный режим. При этом происходит накопление значительного количества свежесаженных гидратированных полуторных окислов, на поверхности которых, как считают Л. Н. Александрова (1962) и Г. А. Левашкевич (1966), возможно химическое поглощение гуминовых кислот.

Кроме того, эти окислы, по мнению Л. Н. Александровой и М. О. Надь (1958), являются своеобразными мостиками между гумусовыми веществами и кристаллической решеткой глинистых минералов. Они способствуют образованию глинно-гумусовых

комплексов, которые в зависимости от прочности связей попадают в данную группу, либо в группу негидролизуемого остатка.

Гидролиз и восстановление, вероятно, приводят к освобождению функциональных групп, а также изменению характера этих групп, что может явиться причиной увеличения количества гуминовых кислот, вступивших в прочную связь с минеральной частью почвы.

В группе фульвокислот также отмечены изменения, но не столь очевидные, как в группе гуминовых кислот.

Труднее здесь установить и какие-либо закономерности и взаимозависимости.

Обусловлено это высокой миграционной способностью всех фракций фульвокислот. Однако, факт возрастания суммы фульвокислот в затопливаемых почвах очевиден.

При полевых исследованиях не всегда удастся уловить это накопление фульвокислот, в то время как в модельных опытах оно отмечается всегда.

Видимо, то обстоятельство, что изучаемые почвы отличаются чрезвычайно тяжелым гранулометрическим составом и слабой водопроницаемостью, препятствует полному выносу их за пределы почвенного профиля и способствует накоплению в горизонте 0–20 и 20–40 см.

Четко прослеживается тенденция увеличения содержания прочносвязанных фульвокислот в почвах под рисом – до 30,8 % к их содержанию в гумусе почв под люцерной.

Таким образом, смена анаэробного режима на аэробный в почвах рисового севооборота, когда на смену рису приходит культура люцерна, не требующая постоянного затопления, ведет к накоплению фракции гуминовых кислот, прочно связанных с кальцием (до 31–33 %).

Большое значение в рисовых почвах имеет изучение влияния возделывания этой культуры на качество и состояние почвенно-поглощительного комплекса (ППК), который является своего рода «центром управления» почвенной системой.

Особенно это актуально при смене гидрологических условий, которые характерны при смене водного режима почвы под рисом в сравнении с целиной.

Перегноино-глеевые почвы характеризуются высокой суммой поглощенных оснований (таблица 7).

Сумма поглощенных оснований, как показывают данные таблицы 7, колеблется в верхнем горизонте от 29,0 до 39,7 мг-экв на 100г почвы. Поглощающий комплекс на 53–66 % насыщен катионами кальция.

Таблица 7 – Средние показатели суммы поглощенных оснований в перегноино-глеевых глинистых почвах различной степени засоления (1995)

Кол-во разрезов	Генетические горизонты	Глубина образца, см	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Сумма поглощенных оснований	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
			мг-экв на 100 г почвы			процент от суммы	
Слабосолончаковые							
5	A <sub>п</sub>	0–21	23,7	13,2	36,9	64,0	36,0
	C	36–74	10,6	14,3	24,9	42,0	58,0
Среднесолончаковатые							
6	A <sub>п</sub>	0–23	22,5	11,8	34,3	66,0	34,0
	C	35–70	21,2	5,1	26,3	80,0	20,0
Сильносолончаковые							
4	A <sub>п</sub>	0–22	15,8	13,2	29,0	55,0	45,0
	C	29–66	10,6	13,1	23,7	45,0	55,0
Очень сильносолончаковые (целина)							
3	A <sub>1</sub>	0–21	20,8	18,9	39,7	53,0	47,0
	C	45–60	23,9	11,3	35,2	70,0	30,0

Следует отметить, что с увеличением степени засоления почв содержание обменного кальция уменьшается, а количество поглощённого магния практически мало изменяется.

Количество легкорастворимых солей в перегноино-глеевых почвах варьирует от 0,104 % в слабосолончаковатых до 2,121 % в очень сильносолончаковых видах.

С глубиной засоление, как правило, почти во всех случаях увеличивается (таблица 8).

Тип засоления почв разнообразный: хлоридный, хлоридно-сульфатный, сульфатно-хлоридный и содово-сульфатный.

Таблица 8 – Анализ водной вытяжки рисовых перегноино-глеевых почв

Обоз- на- чение гори- зонта	Глубина взятия образца, см	Плотный остаток, %	Мг-экв на 100 г почвы						
			щелочность		Cl	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> по разн.
			CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>					
Слабосолончаковые глинистые									
A <sub>п</sub>	0–21	0,495	–	1,13	1,26	5,41	2,77	1,47	3,56
BC	35–45	0,238	–	0,92	1,46	1,58	0,92	0,52	2,52
C	36–74	1,054	–	0,42	0,98	14,56	0,58	2,87	3,51
Среднесолончаковатые глинистые									
A <sub>п</sub>	0–23	0,947	–	0,50	6,71	8,17	4,16	3,53	7,69
BC	25–35	0,589	–	0,20	9,30	1,52	4,05	5,72	1,25
C	35–70	0,559	–	0,58	6,34	2,43	0,54	1,12	7,69
Сильносолончаковые глинистые									
A <sub>п</sub>	0–22	0,349	–	1,14	3,81	1,01	0,20	0,35	5,41
C	56–66	0,202	–	0,94	1,51	0,98	0,37	0,41	2,65
Очень сильносолончаковые глинистые									
A <sub>п</sub>	0–21	1,322	–	2,88	16,13	3,40	1,06	1,21	20,14
C	45–60	1,105	–	0,51	12,44	5,03	0,53	0,49	16,26

#### 4.2 Гранулометрический состав и физические свойства почв при эксплуатации рисовых карт различных конструкций

Гранулометрический состав является важнейшей характеристикой почв. Особое значение имеет содержание ила, в состав которого входит вся поверхностно-активная коллоидная часть почвы. Вместе с тем высокое содержание илистых частиц способствует развитию в почвах явлений слитогенеза [35].

Значительную роль в гранулометрическом составе болотных почв массива играют пылеватые частицы (0,05–0,001 мм) среднее содержание которых изменяется соответственно в профиле перегноино-глеевых от 51,41 до 53,62 %, лугово-болотных от 46,26 до 49,22 %. Песчаная фракция играет подчинённую роль в гранулометрическом составе перегноино-глеевых и лугово-болотных почв. В торфяно-глеевых почвах ее роль несколько возрастает.

Высокое содержание в почвах рисовых полей илистых частиц способствует их разбуханию при затоплении и сжатию при иссушении, что приводит к формированию слитости [114].

Следовательно, в глинистых разновидностях почв массива с высоким содержанием ила и низкими фильтрационными свойствами, при существующей направленности почвообразовательных процессов, следует ожидать образования слитых генетических горизонтов.

Результаты гранулометрического анализа рисовых перегноино-глеевых почв, имеющих преимущественное распространение на территории АРОС, свидетельствуют, что все исследуемые почвы характеризуются тяжелым гранулометрическим составом и относятся по классификации Н. А. Качинского к пылевато-иловато-глинистым почвам (таблица 9).

Почвенный профиль отличается однородностью. Чередование слоев различного гранулометрического состава, характерное для почв пойм и дельт многих рек, здесь практически отсутствует. Трехметровая толща почвогрунтов имеет глинистый гранулометрический состав с небольшими вариациями: от легко- до тяжело-глинистого. Содержание частиц физической глины колеблется от 94 до 61 %, с чрезвычайно высоким содержанием в их составе илистых частиц (37–61 %). Достаточно много содержится частиц мелкой пыли (0,005–0,001 мм) – в верхних горизонтах до 20 %.

Частицы физического песка, составляющие в массе от 10 до 30 % (в отдельных горизонтах до 40 %), представлены, главным образом, крупной пылью (0,05–0,01 мм); песчаных частиц содержится мало или они отсутствуют совсем, отсутствует также скелетная часть.

Анализ результатов гранулометрического состава почв позволяет нам сделать заключение, что все важнейшие физические и химические свойства почв (сложение, структура, водопроницаемость, катионный обмен, питательный режим и др.) будут определяться, главным образом, свойствами илистых частиц, поскольку они содержатся в почве в наибольшем количестве.

Известно, что указанные частицы, присутствуя в почве в большом количестве, обуславливают высокую набухаемость почв, слабую водопроницаемость, образование слитой корки на поверхности почвы при периодическом высоком увлажнении и последующем иссушении почв, высокое капиллярное поднятие, большую величину недоступной влаги и т.д.

Таблица 9 – Гранулометрический состав рисовых перегнойно-глиевых почв в зависимости от положения по рельефу

Участок, название почвы по гранулометрическому составу (высота н. у. м.)	Глубина взятия образца, см	Размер фракций, мм и содержание их, %						Физическая глина (<0,01 мм)
		0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001	
Участок 1 Перегнойно-глиевая тяжелоглинистая пылевато-иловая почва(+0,25м)	0–10	–	9,28	15,96	10,02	19,05	45,69	74,76
	20–30	0,20	7,58	24,99	11,19	10,98	45,06	67,23
	40–50	0,20	4,90	24,44	7,66	16,21	46,59	70,46
	60–70	–	–	24,10	14,64	11,59	49,67	75,90
	80–90	0,20	5,66	11,96	17,65	10,51	54,02	82,18
	100–110	–	4,72	13,00	8,00	18,42	55,86	82,28
	120–130	–	0,59	14,18	14,84	13,47	56,92	85,23
Участок 2 Перегнойно-глиевая тяжелоглинистая пылевато-иловатая почва(–0,25м)	0–10	0,34	18,79	12,33	20,08	48,46	48,46	80,87
	20–30	–	2,48	14,02	11,75	13,36	58,39	83,50
	40–50	–	5,56	23,67	12,18	11,17	46,42	69,77
	60–70	–	10,78	15,19	12,02	18,31	43,70	74,03
	80–90	–	5,88	18,45	14,57	15,79	45,31	75,67
	100–110	–	11,91	19,38	5,46	15,75	47,50	68,71
	120–130	–	3,28	22,51	13,82	10,07	50,32	74,21
	140–150	–	1,06	23,07	9,20	14,32	52,35	75,87

Эти же свойства сообщают почвам и частицы мелкой пыли. Изучение основных параметров физических свойств показало тесную зависимость их от гранулометрического состава почв.

Плотность твердой фазы почв определяется средней величиной удельных весов минеральной и органической части почв (таблица 10). Для большинства почв изучаемого массива она составляет 2,6–3,0 г/см<sup>3</sup> с небольшими колебаниями по профилю почв.

Меньше она в верхней части почвенного профиля, что вполне естественно, так как эти горизонты содержат больше органического вещества.

Таблица 10– Водно-физические свойства рисовых перегнойно-глеевых почв в зависимости от хозяйственного использования

Участок	Глубина, см	Полевая влажность, %	Плотность твердой фазы, г/см <sup>3</sup>	Плотность сложения, г/см <sup>3</sup>	Общая пористость, %
Участок 1 люцерна	0–21	32,31	2,82	1,05	62,77
	35–45	35,19	2,94	1,30	55,78
	36–74	27,60	2,97	1,47	50,50
	100–110	31,01	2,95	1,45	50,85
Участок 2 рис 1 год	0–23	32,40	2,44	1,10	54,92
	25–35	37,64	2,36	1,10	53,39
	35–70	42,62	2,57	1,18	54,09
	100–110	28,89	2,62	1,50	42,75
Участок 3 рис 2 год	0–22	27,98	2,61	1,32	49,43
	22–29	33,15	2,59	1,30	49,81
	29–66	45,22	2,36	1,19	49,42
	100–110	31,44	2,57	1,43	44,36
Участок 4 рис 3 год	0–21	24,53	2,67	1,41	47,19
	21–31	29,90	2,67	1,43	46,44
	31–45	33,40	2,55	1,34	47,45
	100–110	30,82	2,82	1,42	49,65

Плотность сложения почвы является важной агрофизической характеристикой, отражающей состояние почвы в момент ее изучения. Она указывает на сложение почвы, ее уплотнение. Участки, на которых нами проводились исследования почв, в весенний период 1995 г. были подготовлены под посевы риса 1 года (участок 2), 2 года (участок 4) и 3 года (участок 3).



Плотность сложения была определена также на участке под люцерной. Различное использование почв определило большую вариабельность плотности сложения верхнего горизонта изучаемых почв. Так, на участке, который в течение 3-х лет был занят посевами люцерны и первый год рисом, верхняя 20–25-сантиметровая толща достаточно рыхлая ( $1,05\text{--}1,3\text{ г/см}^3$ ), ниже почва уплотнена ( $1,45\text{--}1,50\text{ г/см}^3$ ).

Почвы же, используемые под культуру риса в течение трех (участок 4) и двух (участок 3) лет, характеризуются значительно более высокими показателями плотности сложения пахотного горизонта почв  $1,3\text{--}1,4\text{ г/см}^3$ . Подобное уплотнение почв обуславливает неудовлетворительную пористость этих почв и затрудненную аэрацию их в межвегетационный период.

Показатели пористости почв также являются чрезвычайно важной агрофизической характеристикой почв, особенно орошаемых. Пористость почв определяет их водопроницаемость и режим аэрации. Оба эти показателя при рисосеянии являются основными при определении почвенно-мелиоративного состояния территории.

Общая пористость исследуемых почв колеблется в пределах 40–62 %. Наиболее высокие величины пористости отмечены для гумусовых горизонтов почв занятых под люцерной и почв, вышедших год назад из-под посевов люцерны – 53–62 %. В более глубоких горизонтах общая пористость падает. На участках с посевами риса второго и третьего годов – пористость почв около 50 %. С агрономической точки зрения такая пористость (50 %) не может считаться удовлетворительной.

Для почв рисовых полей, где складываются совершенно особые водно-солевой и окислительно-восстановительный режимы, регулирующие все основные биохимические процессы, протекающие в почвах, особенно большое значение имеет соотношение различных видов пористости, так как, в конечном итоге, активные поры и поры аэрации определяют возможность снижения засоленности почв и степень восстановленности почв.

В исследуемых нами почвах доля активных пор значительно ниже допустимой. Пористость аэрации пахотного горизонта составляет не более 10 %, с глубины 25 см она уменьшается до 3–6 %. Учитывая, что оптимальной величиной пористости аэрации в почвах является 25–30 %, можно сделать заключение, что почвы

исследуемого массива чрезмерно уплотнены, соотношение различных видов пористости явно неудовлетворительное.

Это обуславливает и затруднённое промывание почв, и недостаточную аэрацию их. Улучшение этих почв может быть достигнуто путем увеличения количества активных пор и пар аэрации.

В. А. Ковда (1973) рекомендует для этой цели закладку на орошаемых массивах кротового дренажа, основной целью которого является отвод избыточных поверхностных или грунтовых вод, а также обеспечение нормальной аэрации почвенной толщи.

#### **4.3 Деградационные почвенные процессы при эксплуатации оросительной рисовой системы**

Особенно глубокие изменения почв рисовых полей связаны с элювиальным переменнo-глеевым процессом и слитообразованием [84]. Изучение этих процессов можно считать задачей особой актуальности, так как их последствия ведут к резкому снижению плодородия почв и угнетению риса.

Оценку интенсивности развития элювиально-глеевого процесса и степени деградации почв мы проводили по методике Т. Н. Кириченко [71]. Для этого рассчитанного коэффициентом деградированности почв, представляющие отношения процентного содержания в пахотном горизонте почв илистых частиц ( $K_g 1$ ), гумуса ( $K_g 2$ ), а также запасов солей (т/га) в слое 0–50 см ( $\frac{S_1}{S_2}$ ) в конце периода наблюдений к их содержанию в начале этого периода. Изучались морфологические изменения почвенного профиля, как результат развития элювиально-глеевого процесса, и изменения ряда свойств и физико-химических показателей почв.

За период исследований произошли неоднозначные изменения содержания илистых частиц и гумуса в пахотном горизонте исследуемых почв (таблица 11). В торфяно-глеевых и перегнойно-глеевых почвах отмечено существенное ( $t_f > t_t$ ) увеличение илистых частиц.

Это обусловлено тем, что резкая смена окислительных условий восстановительными вызывают разрушения почвенных минералов, повышает степень их дисперсности и способствует развитию элювиально-глеевого процесса [32].

Таблица 11 – Изменение содержания илистых частиц и гумуса в пахотном горизонте почв за 1977–1997 гг.

Ключевые участки	Илистые частицы <0,001 мм, %				Гумус, %			
	1977	1997	tт	tф	1977	1997	tт	tф
Участок 1 (+0,25м)	24,6	45,6	1,9	2,0	4,9	3,7	2,7	3,4
Участок 2 (-0,25м)	29,7	58,2	2,1	2,8	4,5	3,2	3,7	4,0

Однако в торфяно-глеевых и перегнойно-глеевых почвах массива, характеризующихся преимущественно глинистыми гранулометрическим составом, низкими фильтрационными свойствами и слабой дренированностью, вынос илистых частиц затруднен.

И. С. Кауричев отмечает, что в почвах со слабой водопроницаемостью, подвижные продукты сезонного оглеения будут накапливаться в самих элювиальных горизонтах [66].

По мнению В. Ф. Валькова, в почвах с невыраженным элювиально-иллювиальными явлениями, оглинивание обнаруживается по накоплению илистых частиц.

Увеличение глинистости почвенной массы является главным генетическим итогом оглинивания [34]. Увеличение в профиле почв рисовых полей илистых частиц (оглинивание) понижает водопроницаемость и водоотдачу почв, способствует их переувлажнению, заболачиванию, слитизации [128].

В этих условиях в почвах интенсивно развиваются глеевые процессы, приводящие к образованию и накоплению большого количества восстановленных токсичных соединений, что приводит к снижению плодородия почв и урожайности риса.

В пахотном горизонте аллювиально-луговых почв, за период исследований, отмечено существенное уменьшение илистых частиц, обусловленное тем, что образующиеся при длительном затоплении риса подвижные продукты неосинтеза глинных минералов в условиях средней и повышенной водопроницаемости этих почв, выносятся в нижележащие горизонты, что свидетельствует о развитии аллювиально-луговых почвах элювиально-глеевого процесса. Влияние водопроницаемости почв на направленность почвообразовательных процессов отмечает В. Ф. Вальков [34].

В пахотном горизонте лугово-болотных и луговых почв массива не отмечено существенных изменений содержания илистых частиц. Это на наш взгляд, связано с тем, что в этих подтипах почв, отличающихся сравнительно лучшей дренированностью, процесс увеличения илистых частиц в результате глеевого процесса менее выражен и в настоящее время компенсируется их выносом в результате элювиального процесса.

Однако, в связи с преимущественно глинистым гранулометрическим составом и низкой водопроницаемостью, эти почвы в межвегетационный период часто бывают переувлажнены за счет застоя на поверхности атмосферных осадков. Это со временем может привести к преобладанию в них глеевых процессов.

В пахотном горизонте всех подтипов почв кроме луговых, отмечено существенное уменьшение содержания гумуса.

Снижение запасов гумуса в почвах рисовых полей объясняется частичным вымыванием, растворением гуминовых кислот с повышением щелочности почвенного раствора, образованием в условиях низких значений ОВП более растворимых органических соединений и использованием гумусовых веществ почв анаэробными микроорганизмами [72].

Несущественное снижение содержания гумуса в луговых почвах объясняется менее выраженным развитием в них восстановительных процессов.

Морфологические изменения почв не отмечены. Однако, задолго до того, как элювиальные процессы дадут морфологический эффект, проявления деградации, в том числе вынос элементов питания, могут привести к снижению плодородия почв [85].

Сопоставляя коэффициенты деградации почв с их классификационными значениями, отметим, что только в аллювиально-луговых почвах отмечена тенденция к развитию деградации.

Учитывая, что потеря тонкодисперсных частиц считается одной из основных составляющих деградаций почв рисовых полей [85], отметим, что остальные подтипы почв, несмотря на снижения в них содержания гумуса ( $Kg < 2$ ) и запасов лей ( $\frac{S_1}{S_2} < 1$ ) отнести к деградированным нельзя, так как содержание в них илистых частиц или существенно не изменилось, или увеличилось.

Уменьшение содержания гумуса в этих подтипах почв следует относить не столько за счет его вымывания в нижележащие горизонты, сколько за счет разложения анаэробными микроорганизмами и отрицательного баланса органического вещества при монокультуре риса, исключая развитие биогенно-аккумулятивных почвообразовательных процессов.

Таким образом, при существующих условиях почвообразования эволюция торфяно-глеевых и перегнойно-глеевых почв будет направлена в сторону их дальнейшего оглеения и заболачивания.

Эволюция элювиально-луговых почв определяется развитием в них элювиально-глеевого процесса, что со временем может привести к их деградации.

В лугово-болотных и луговых подтипах почв глеевый и элювиально-глеевый процессы протекают без заметного преобладания одного из них.

Однако, в связи с низкой водопроницаемостью этих почв они переувлажнены не только в вегетационный, но, что особенно важно, в межвегетационный период. В связи с этим эволюция этих почв в направлении к зональным существенно замедляется.

На выделенных участках с критическими сочетаниями уровней и минерализации грунтовых вод, возможно развитие процессов вторичного засоления почв.

Следовательно, направленность почвообразовательных процессов в почвах массива, определяемая в целом их длительным затоплением, зависит от генетических особенностей почв и таких показателей их почвенно-мелиоративного состояния, как гранулометрический состав, водопроницаемость, условия дренированности, уровень и минерализация грунтовых вод.

Возвращаясь к выполненному почвенно-мелиоративному районированию массива, отметим, что принятые при его проведении такие критерии оценки МСП, как содержание физической глины, водопроницаемость почв и уровень грунтовых вод, определяют и направленность в них почвообразовательных процессов.

Поэтому выделенные почвенно-мелиоративные группы объединяют почвы, характеризующиеся одинаковым мелиоративным состоянием, идентичной направленностью почвенных процессов и требующие однотипных мероприятий по их оптимизации.

В связи с этим, оптимизацию почвенно-мелиоративных условий и почвообразовательных процессов на РОС дельты Кубани необходимо проводить дифференцированно, на основании почвенно-мелиоративного районирования.

Принятый в настоящее время подход в вопросах улучшения почвенно-мелиоративных условий РОС без учета специфики и направленности почвообразовательных процессов, является основной причиной противоречия между все возрастающими затратами на повышение производительности почв РОС и их отдачей.

Проведенные исследования позволяют сформировать основные принципы оптимизации почвообразовательных процессов при культуре затопляемого риса в мелиорированных ландшафтах дельты Кубани.

Они состоят: во-первых, в создании оптимальной фильтрации почв, препятствующей развитию в них элювиально-глеевых и глеевых процессов; во-вторых, в понижении грунтовых вод ниже критических уровней, при которых не происходит вторичного засоления и заболачивания почв; в третьих, в недопущении накопления в пахотном горизонте почв более 0,3 % токсичных солей.

Эффективность мероприятий, отвечающих этим принципам, во многом зависит от создания при культуре затопляемого риса условий для биогенного-аккумулятивного почвообразовательного процесса, возможного только на участках выдержанного севооборота.

Обеспечение оптимальных условий фильтрации в глинистых слабопроницаемых почвах второй почвенно-мелиоративной группы, возможно путем проведения их кротования, щелевания, понижения уровня грунтовых вод в межвегетационный период до 1,5–2 м, путем устройства закрытого дренажа, и предотвращения их подпора в вегетационный период регулирования уровня воды в коллекторной сети [131, 138, 149, 150].

На легких, сильнофильтрующих почвах третьей почвенно-мелиоративной группы необходимо создание регулируемого подпора грунтовых вод в вегетационный период за счет уровня воды в картовом сбросе, а так же проведение противофильтрационных мероприятий. Создание оптимальных условий фильтрации почвах будет, также способствовать улучшению их физико-химических свойств, путем внесения кальций содержащих веществ (сыромоло-

того известняка) в дозе 2,5–2,7 т/га под основную обработку почвы один раз в три года [48, 138].

На участках с содержанием в пахотном горизонте почв токсичных солей более 0,3 %, необходимо проведение от одной до трёх водосмен в зависимости от степени засоления.

На участках с глинистыми, слабоводопроницаемыми почвами с обязательным предварительным кротованием [138].

На участках с критическими сочетаниями уровней и минерализации грунтовых вод необходимо устройство закрытого дренажа на глубине 2,0–2,5 м для понижения грунтовых вод ниже критического уровня [138].

#### **4.4 Солевые процессы в рисовых почвах при многолетнем сельскохозяйственном использовании АРОС**

На ключевых участках засоление охватывает всю площадь исследуемых карт.

Тип засоления преимущественные хлоридно-сульфатный и сульфатно-хлоридный, редко хлоридный и сульфатный. Слой почвы 0–25 см преимущественно незасолен и слабозасолен. С глубины 25–50 см преобладают сильная и очень сильная степень засоления по токсичным солям, реже средняя степень.

Несмотря на высокое солесодержание почвогрунтов, урожайность риса (бункерный вес) составила на картах Краснодарского типа (участок № 2) 40,4–45,4 ц/га и на картах Кубанского типа (участок № 3) 51,5–61,6 ц/га.

Этому способствовали благоприятные погодные условия периода вегетации. Обеспеченность поливной водой была в 1994 г. достаточной, но уровень воды в чеках поддерживался выше обычного на 10–15 см.

Рекомендованная технология возделывания риса (подготовка почвы, посев, затопление, поддержание уровня поливной воды, обработка гербицидами и т. д.) в основных положениях была выдержана.

Изучение сезонной солевой динамики почвогрунтов двух типов рисовых карт в 1995 г. показало следующее: на картах Краснодарского типа (участок 2, карты 9,10) в верхней, примыкающей

к водораспределителю и центральной части с глубины 50 см до 200 см преобладают высокая и очень высокая степень засоления почвогрунтов; нижняя часть карт, примыкающая к сбросу-коллектору характеризуется как слабозасоленная (реже средnezасоленная) в толще 50–200 см (таблицы 12, 13).

Таблица 12 – Сезонная динамика солей на рисовых картах Краснодарского и Кубанского типов (1995)

Глубина, слой, см	Содержание токсических солей %							
	Весна	Осень	Весна	Осень	Весна	Осень	Весна	Осень
	створ. 1 орос.		створ. 2 серед.		створ. 3 сброс		в среднем по карте	
Карты Краснодарского типа (участок 2, карты 9 и 10)								
0–25	0,22	0,38	0,14	0,26	0,07	0,14	0,14	0,26
25–50	0,54	0,84	0,41	0,51	0,16	0,16	0,39	0,51
50–75	0,84	1,03	0,82	0,75	0,23	0,19	0,71	0,69
75–100	0,94	1,18	1,04	0,77	0,27	0,23	0,87	0,74
100–150	0,98	1,11	1,03	0,73	0,26	0,25	0,87	0,71
150–200	1,05	1,16	1,08	0,64	0,32	0,29	0,92	0,67
0–100	0,64	0,86	0,60	0,57	0,18	0,18	0,52	0,55
100–200	1,02	1,14	1,06	0,69	0,29	0,27	0,90	0,69
0–200	0,83	1,00	0,83	0,63	0,24	0,23	0,71	0,62
Карты Кубанского типа (участок 3, карты 16 и 17)								
0–25	0,05	0,07	0,13	0,16	0,07	0,11	0,10	0,13
25–50	0,11	0,08	0,46	0,48	0,21	0,20	0,34	0,34
50–75	0,14	0,15	0,77	0,75	0,40	0,58	0,57	0,59
75–100	0,28	0,37	0,67	0,74	0,51	0,54	0,56	0,63
100–150	0,31	0,37	0,45	0,59	0,37	0,53	0,41	0,53
150–200	0,25	0,35	0,44	0,56	0,26	0,41	0,37	0,49
0–100	0,15	0,17	0,51	0,53	0,30	0,35	0,40	0,42
100–200	0,28	0,36	0,45	0,58	0,32	0,47	0,39	0,51
0–200	0,22	0,27	0,48	0,56	0,31	0,41	0,40	0,47

За период вегетации в верхней части карт в толще 0–2 м соле-содержание возросло по всем горизонтам в среднем на 17–20 %.

В верхней части карты в слоях 0–25 см и 25–50 см преобладают сильное и очень сильное засоление, в центральной части карты толща 0–25 см слабозасолена, а толща 25–50 см преимущественно средnezасолена : в нижней части карты слой 0–25 и 25–50 см незасолены или слабозасолены.



Таблица 13 – Пространственное распределение солей в пределах чеков рисовых карт Краснодарского и Кубанского типов

Глубина, слоя, см	Содержание токсических солей			
	Осень 1996 г.			В среднем по картам Осень 1996 г.
	Створ 1	Створ 2	Створ 3	
Карты Краснодарского типа (участок 2, карты № 9 и 10)				
0–25	0,38	0,26	0,14	0,26
25–50	0,84	0,51	0,16	0,51
50–75	1,03	0,75	0,19	0,69
75–100	1,18	0,77	0,23	0,74
100–150	1,11	1,73	0,25	0,75
150–200	1,16	0,64	0,29	0,67
0–100	0,86	0,57	0,18	0,55
100–200	1,14	0,69	0,27	0,70
0–200	1,00	0,63	0,22	0,63
Карты Кубанского типа (участок 3, карты № 16 и 17)				
0–25	0,07	0,16	0,11	0,13
25–50	0,08	0,48	0,20	0,34
50–75	0,15	0,75	0,53	0,59
75–100	0,37	0,74	0,54	0,63
100–150	0,37	0,59	0,53	0,53
150–200	0,35	0,56	0,41	0,49
0–100	0,17	0,53	0,35	0,42
100–200	0,36	0,58	0,47	0,51
0–200	0,27	0,55	0,41	0,47

### *Многолетний солевой режим почвогрунтов АРОС*

Исследование солесодержания проводилось в толще почвогрунтов 1,5–2 м. Толща представлена почвенными горизонтами мощностью 25–40 см, подстилаемыми аллювиальными и озерно-лиманными преимущественно глинистыми отложениями.

Сравнение солесодержания почвогрунтов проводилось по сумме водорастворимых солей в процентах, так как на 1975–1977 гг. оно было выражено только в указанной форме. Приведенное в таблице 14 содержание солей определено как послойное среднеарифметическое для площади исследуемых рисовых карт без разделения их на рисовые чеки. В сущности, приводимые величины отражают послойные запасы солей на площадях ключевых участков.

Таблица 14 –Солесодержание почвогрунтов ключевых участков АРОС

Слои почво- грунтов	Участок № 1				Участок № 2				Участок № 3				Участок № 4			
	1976	1997			1977	1997			1976	1997			1976	1997		
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\sigma_{n-1}$	$-\beta$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\sigma_{n-1}$	$-\beta$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\sigma_{n-1}$	$-\beta$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\sigma_{n-1}$	$-\beta$
0–50	1,19	0,23	0,14	-0,078	0,71	0,14	0,08	-0,081	0,69	0,50	0,32	-0,015	0,62	0,24	0,10	-0,045
50–100	1,90	0,39	0,20	-0,075	1,41	0,23	0,24	-0,091	0,96	0,52	0,27	-0,029	0,70	0,27	0,09	-0,045
100–150	2,11	0,45	0,22	-0,074	1,61	0,36	0,28	-0,075	1,20	0,65	0,35	-0,029	0,87	0,35	0,08	-0,043
0–100	1,55	0,31	0,17	-0,077	1,06	0,19	0,19	-0,086	0,83	0,51	0,30	-0,023	0,66	0,26	0,10	-0,044
0–150	1,74	0,36	0,20	-0,075	1,24	0,24	0,23	-0,082	0,95	0,56	0,33	-0,025	0,73	0,29	0,09	-0,044

Примечания:

$\bar{x}$  – среднее арифметическое содержание водорастворимых солей, %;

$\sigma_{n-1}$  – среднее квадратическое отклонение (стандарт);

$-\beta$  – показатель интенсивности опреснения.

Величины стандарта отражают значительное варьирование солесодержания в пределах каждого участка. За 20–21 г. использования почв в рисовом севообороте солесодержание на всех ключевых участках значительно уменьшилось. Практически полностью был рассолен пахотный (0–25 см) слой. Процесс опреснения охватил толщу 0–1,5 м. Интенсивность рассоления на ключевых участках была различна. На первом и втором участках содержание солей в толще 0–1 м уменьшилось в 5–5,6 раза, на третьем – в 1,6 раза, на четвертом – в 2,5 раза. Однако кратность уменьшения содержания солей не может достоверно отражать динамику солевых масс почвогрунтов

#### *Возможность содового засоления почв и их содоустойчивость*

Наблюдения за солевым режимом почв на АРОС показали, что интенсивное (методом затопления) орошение этих почв сопровождается, как правило, не только рассолением почвогрунтов или перераспределением солей по почвенному профилю, но и метаморфизацией состава почвенного раствора. В результате после промывок характер засоления почв меняется с хлоридно-сульфатно-натриевого (такой тип засоления имеет подавляющее большинство почв на АРОС) на сульфатно-хлоридно-кальциево-натриевый, а иногда и на гидрокарбонатно- или даже содово-хлоридно-натриевый.

В последнем случае в составе водной вытяжки появляются ион  $\text{CO}_3^{2-}$ , а сумма ионов  $\text{CO}_3^{2-}$  и  $\text{HCO}_3^-$  превышает сушу  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Данное явление свидетельствует о том, что в изучаемом регионе существует реальная опасность появления почв содового засоления почв, обладающих наименьшим плодородием, мелиорация которых наиболее затруднена.

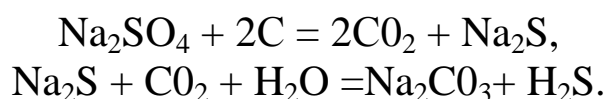
Было отмечено, что сода появлялась в почвах и водах (грунтовых и дренажных) в первые годы орошения и через несколько лет, в основном, эпизодически. Отмечалась она либо только в поверхностных горизонтах, либо на глубине. Могла появляться в почвах и отсутствовать в водах, и наоборот. Подобное разнообразие комбинаций появления соды в почвах и водах дельты Кубани может свидетельствовать: во-первых, о том, что пути образования соды в почвах разнообразны; во-вторых, что буферные свойства почвы, способность её активно противодействовать появлению соды

в почвенном растворе (Бобков, 1969) – также отличаются чрезвычайным разнообразием.

Различные варианты образования соды в почвогрунтах, в поверхностных и грунтовых водах описаны рядом авторов (Гедройц, 1927; Ковда, 1937, 1947, 1948; Антипов-Каратаев и др., 1948, 1953; Егоров, 1961; Иванова, 1939; Орловский, 1948 и др.).

Большинство указанных исследователей отмечают, что в пределах одного региона образование сода может идти несколькими путями с преобладанием какого-либо одного или с равной долей участия всех возможных путей. Причем, во времени источники образования соды в почве могут меняться. Количественное соотношение соды, образовавшейся в почве тем или иным путем, установить практически невозможно.

Учитывая биогеохимическую обстановку, складывающуюся в изучаемых почвах при использовании их под культуру риса, и, в первую очередь, существование здесь в течение всего периода затопления почв анаэробных условий можно предположить, что биохимический путь образования соды будет здесь одним из ведущих (но не единственным). Микробиологические исследования, проведенные нами ранее в данном районе, показали активную деятельность сульфат-восстанавливающих и сульфатобразующих бактерий, восстанавливающих сернокислые соединения, которые содержатся в почвах в больших количествах в присутствии органического вещества.



Восстановление сульфатов может осуществляться также химическим путем (Бунеев, 1956; Гуревич, 1958) углеводородами, например, метаном  $\text{CH}_4$ , который в заболоченных почвах образуется в избытке.

Перегноино-глеевые почвы, составляющие основу почвенного покрова на АРОС, по нашим данным характеризуются высоким содержанием  $\text{Na}$  в почвенном поглощающем комплексе (ППК): до 20 % от суммы поглощенных оснований. В то же время в почвах имеются карбонаты кальция. Поэтому, вполне возможно образование здесь соды и в результате обменных реакций между ППК и почвой (по Гедройцу, 1927). Реальность образования соды таким

путем возрастает в данном случае в результате сдвига карбонатного равновесия в затопленных почвах в сторону возрастания количества более растворимого бикарбонат-иона из-за повышения содержания растворимого  $\text{CO}_2$  в затопленных почвах.

Сказанное свидетельствует о том, что появление соды в водах и почвах исследуемого региона вполне возможно. В связи с этим, вопросы прогнозирования появления соды приобретают особое значение. Нами было проведено определение содоустойчивости почв или содового иммунитета (СУ), т. е. суммы защитных свойств почв, противодействующих содовому засолению.

Метод лабораторного определения содоустойчивости почвогрунтов разработал В. П. Бобков (1971). Результаты анализа почв по содоустойчивости дают нам очень ценные сведения о мелиоративном состоянии изучаемой территории, показывают направленность почвенных процессов.

Каждая почва в той или иной степени обладает устойчивостью к содовому засолению, величина которой зависит от количества и качества солей в почве, емкости поглощения, состава поглощенных оснований, гранулометрического состава почв.

Наименьшей водоустойчивостью в апреле 1979 г. обладала почва участка 3 .

В самом верхнем десятисантиметровом слое содоустойчивость составляла всего 18 мг-экв/100 г, нижележащие горизонты оказались еще более беззащитными против образования в них соды, здесь показатели СУ снизились до 11–13 мг-экв/100 г.

Несколько выше содоустойчивость почвы участка 4, хотя она также относится к категории очень слабосодоустойчивых. Здесь показатели содоустойчивости варьируют в пределах 15–20 мг-экв/100 г почвы.

Почва участков 1 и 2 слабосодоустойчивая, характеризуется следующими значениями: для почвы участка 1 – от 26 до 34 мг-экв /100 г; для почвы участка 2 – от 24 до 35 мг-экв/100 г почвы.

Из вышесказанного видно, что показатели содоустойчивости почвы различных участков отличаются по величине, то есть защитные свойства почвы против образования соды не одинаковы.

В опытах В. П. Бобкова установлена зависимость величины содоустойчивости от засоленности почв, состава ионов и в почвенном

поглощающем комплексе (ППК), от содержания кальция и гипса, карбонатного иона ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), pH и т.д.

Аналогичная закономерность обнаружена и в наших исследованиях. Данные, приведенные в таблице 15, показывают, что чем выше засоленность почвы, тем выше ее содоустойчивость.

Таблица 15 – Содоустойчивость и некоторые химические свойства перегнойно-глеевой почвы нижней дельты Кубани (1997)

Глубина, см	Содоустойчивость мг-экв/100г		Сумма солей, %	Щелочность мг-экв/100г		pH	CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O %	CaCO <sub>3</sub> %	Гумус %
	1997	1979		CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>				
Участок 1									
0–10	31,75	29,51	0,45	–	0,56	7,28	0,14	0,22	3,39
20–30	27,15	29,59	0,73	–	0,42	7,32	0,16	0,95	2,67
40–50	36,17	34,50	1,21	–	0,41	7,20	3,63	1,03	2,21
60–70	34,45	34,34	1,69	–	0,44	7,20	5,19	2,98	1,81
80–90	29,29	26,01	1,22	–	0,44	7,35	4,14	3,96	1,35
100–110	–	25,77	1,33	–	0,44	7,35	7,14	4,96	1,35
Участок 2									
0–10	40,06	24,75	0,32	–	0,38	7,43	0,03	0,10	4,93
20–30	36,68	24,35	0,40	–	0,34	7,42	0,18	0,40	3,67
40–50	30,34	23,80	0,62	–	0,35	7,42	0,06	0,91	2,26
60–70	30,38	26,01	0,81	–	0,41	7,57	0,54	1,95	2,06
80–90	34,40	30,77	1,03	–	0,38	7,60	0,72	2,88	1,78
100–110	–	35,46	1,46	–	0,31	7,45	4,60	4,46	1,58
Участок 3									
0–10	25,52	18,07	0,27	–	0,89	7,90	0,13	0,12	3,64
20–30	21,06	16,33	0,34	0,10	0,82	8,25	0,27	0,39	3,13
40–50	23,35	11,82	0,37	0,05	0,67	8,10	0,54	1,26	2,75
60–70	17,40	12,21	0,42	0,06	0,61	8,00	0,79	2,72	2,29
80–90	14,55	11,57	0,62	–	0,49	7,78	1,00	3,55	1,95
100–110	–	13,01	0,96	–	0,47	7,75		4,89	1,66
Участок 4									
0–10	23,68	20,09	0,27	–	1,17	7,90	0,19	0,17	3,97
20–30	27,06	19,28	0,35	–	1,13	7,62	0,14	0,28	3,53
40–50	20,98	19,36	0,43	–	0,89	7,83	0,16	0,63	2,63
60–70	21,13	16,34	0,48	–	0,78	7,90	0,18	1,94	2,24
80–90	22,98	15,47	0,64	–	0,66	7,73	0,51	2,63	2,03
100–110	–	19,04	0,73	–	0,65	8,00	0,54	3,60	1,60

Особенно сильно содоустойчивость почвы зависит от содержания в ней гипса, как регента, способного нейтрализовать карбонаты и бикарбонаты Na ( $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Почва участков 3 и 4, обладающая наименьшей содоустойчивостью, содержит значительно меньше  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ , чем почва участков 1 и 2, где гипса содержится больше, и, соответственно, выше содоустойчивость этой почвы.

Что же касается влияния качественного состава легкорастворимых солей на содоустойчивость почвы, то здесь необходимо отметить, что почва более содоустойчива, если тип заселенности ее определяют ионы  $\text{SO}_4^{-2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ .

Увеличение содержания в составе водной вытяжки ионов  $\text{HCO}_3^-$  резко снижают содоустойчивость почвы.

Почвы, относящиеся к категории очень слабосодоустойчивых, имеют более высокие значения pH, чем слабосодоустойчивые.

Вышеприведенный материал свидетельствует, что показатель водоустойчивости почв является весьма важной и объективной характеристикой мелиоративного состояния земель, он является суммарным фактором, отражающим направление химических процессов.

Наши данные убедительно показывают, что защитные свойства перегнойно-глеевых почв исследуемого массива со временем могут иссякнуть и почвы могут перейти в разряд менее плодородных, обладающих еще более неблагоприятными химическими и физическими свойствами.

Чтобы этого не произошло, необходимо принять меры по исключению в почве условий для содообразования.

В первую очередь рекомендуется внесение в качестве химических мелиораторов гипса и измельченного известняка.

Некоторые исследователи, в частности Г. С. Кулинич (1976), предлагают с этой целью кроме гипса внесение отработанного электролита травления стали, 1 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (хороший эффект по увеличению содоустойчивости получен также при совместном внесении  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и навоза).

При этом, мы считаем целесообразным вносить химические мелиоранты в необходимых дозах с поливной водой, используя методику, разработанную А. И. Болдыревым (1979).

#### **4.5 Динамика уровня грунтовых вод (УГВ) и их минерализации (МГВ) АРОС в многолетнем плане**

*Динамика уровня грунтовых вод (УГВ) и их минерализации (МГВ) АРОС в многолетнем плане*

Для территории современной дельты реки Кубань, используемой под посевы риса, в том числе и для Азовской рисовой оросительной системы, характерно наличие высокоминерализованных, расположенных близко к поверхности безотточных или слабоотточных грунтовых вод, что создает определенные трудности при освоении данной территории, требует создания здесь хорошо продуманной дренажной и ирригационной сети и строгого соблюдения правил её эксплуатации. В противном случае использование существующих рисовых систем в условиях недостаточной дренированности территории может привести к подъему грунтовых вод и, как следствие этого, ко вторичному засолению почв, к ухудшению почвенно-мелиоративного состояния территории АРОС.

Наблюдения за режимом грунтовых вод, их уровнем и степенью минерализации, на АРОС, на территории АО «Светлый путь» ведется с 1976 г.

Нами изучались воды первого водоносного горизонта. К основным источникам питания этих вод относятся атмосферные осадки и оросительные воды, которые пополняют грунтовые воды путем фильтрации из каналов и непосредственно с рисового поля.

А. Н. Семененко (1964) было отмечено, что на рисовых системах, созданных на месте кубанских плавней, основным источником питания грунтовых вод является фильтрация из картовых оросителей. Фильтрация с поверхности чеков на рассматриваемых почвах низка и заметно ослабевает от года к году. Насыщение почвогрунтов здесь происходит быстро, расход вод на фильтрацию минимален, так как за период эксплуатации этих почв их водопроницаемость уменьшается за счет образования на некоторой глубине уплотненного горизонта, образование которого можно связать с вымыванием илистых и коллоидальных частиц почвы в более глубокие горизонты почв.

Фильтрация воды на расовом поле происходит, как правило; неравномерно. Быстрее она идет около дренажно-сбросных кана-



лов и значительно меньше возле оросителей. На снижение пропускной способности верхнего горизонта почв возле оросителя влияет подпорное действие грунтовых вод, уровень которых поднимается, вследствие фильтрации поливных вод из оросительных каналов и выталкивания высокоминерализованных грунтовых вод ближе к поверхности.

Результаты, полученные при изысканиях, проводимых ЮжВНИИГиМ З. Ф. Туляковой, С. Ф. Аверьяновым, Д. М. Кац показали, что динамика грунтовых вод находится в тесной зависимости от водного режима почвогрунтов и действия дренажно-коллекторной сети.

Использование территории под культуру риса с затоплением предопределяет резкие изменения режима ее грунтовых вод.

В оросительный период отмечается поднятие уровня грунтовых вод, в межвегетационный период он снижается. Подъем уровня грунтовых вод и стабилизация напоров зависят, в первую очередь, от агрофизических свойств почв и междреннего расстояния.

По данным В. Б. Зайцева (1975), существуют две основных: схемы режима грунтовых вод. Первая – грунтовые воды смыкаются с поверхностными в рисовом чеке; их пьезометрическое давление в грунтовых водах определяется уровнем воды на рисовом поле. Вторая – смыкания поверхностных и грунтовых вод не происходит и пьезометрическое давление в грунтовых водах изменяется независимо.

З. Ф. Тулякова придерживается мнения, которое поддерживаем и мы, что отмеченные выше схемы редко встречаются в чистом виде. Исследования этого автора на приазовских плавнях и в других районах рисосеяния показали, что в зависимости от гидрогеологических условий сплошность потока может быть нарушена. Следствием этого является дифференцированность скорости водного потока на рисовом поле. Кроме того, ею отмечено, что при различных конструкциях рисовых карт наблюдается крайне неравномерное развитие фронта продвижения фильтрационных вод.

#### *Динамика уровня грунтовых вод*

До начала освоения исследуемого массива под рисовую оросительную систему грунтовые воды залегали на глубинах 0,2–0,5 м, в северо-западной части они вскрывались с поверхности. С прове-

дением инженерно-мелиоративных работ уровень залегания грунтовых вод существенно понизился. На некоторых участках до 2,5–3 м, на большей же части территории до 1,5–2 м. Функционирование системы, связанное с подачей на карты больших масс воды обусловило резкое изменение режима грунтовых вод. Наблюдения за динамикой уровня вод в течение трех лет позволили установить следующее. На всей исследуемой территории годовая и сезонная динамика имеют один характер. По картам Краснодарского и Азовского типа имеются различия количественного порядка, но они не существенны.

В весенний период (до заливки чеков) воды стоят на глубине 100–130 см, в отдельных случаях опускаются до 140–160 см.

За все годы наблюдений наиболее высокий уровень грунтовых вод отмечался на участке 3 (Краснодарского типа) – порядка 100 см, глубже всего воды залегают на участке 2, где до 1995 г. возделывалась люцерна (180–190 см). Но и после затопления этого участка под рис в весенний период здесь отмечалось наиболее глубокое залегание вод – 130–170 см. На 1-м и 4-м участках воды вскрывались в среднем на глубине 110–120 см.

Повсеместно, как правило, более высокое (на 20–30 см) стояние вод отмечается для центральных частей карт и в зоне действия оросителей (на картах Краснодарского типа).

В годы исследований в большинстве случаев явного смыкания вод не наблюдалось. Глубина вскрытия их в летний период колеблется в пределах 30–60 см. Воды на изучаемой территории напорные, об этом свидетельствует быстрое поднятие их в скважинах к поверхности.

Степень варьирования уровня грунтовых вод по площади карты, как правило, небольшая. Обусловлено это тем, что вся система в летний период находится в подпоре, что способствует выравниванию уровня грунтовых вод.

Статистический материал, полученный нами в 1979 г., свидетельствует, что разница в глубинах залегания вод в летний период и степень вариабельности этого показателя на картах Краснодарского и Азовского: типа различаются незначительно.

Изменение режима орошения (снятие подпора на какое-то время, более интенсивная работа коллекторов) неизбежно вызывает снижение уровня вод под частью рисовой карты и обуславлива-

ет возрастание степени variability его по площади карты, что было отмечено нами в 1978 г.

Осенний период, после сброса поливных вод, характеризуется постепенным снижением уровня грунтовых вод. Спад происходит медленно. За 2–2,5 недели после сброса поверхностных вод уровень грунтовых вод понижается на 40–50 см. В конце октября он достигает 80–160 см. В этот период наиболее четко проявляются зоны действия отдельных элементов оросительной сети. Интенсивная работа дренажно-коллекторной сети обуславливает наиболее значительное (до 130–160 см) понижение уровня грунтовых вод на участках, прилегающих к сбросам и дренам, в то время, как в центральной части карт и на участках у оросителей, грунтовые воды долгое время сохраняются на уровне 80–100 см. Особенно медленное снижение уровня вод отмечается на участках 3-м и 4-м.

Анализируя в целом данные по динамике уровня грунтовых вод на АРОС необходимо отметить, что как на участках, где спланированы карты Краснодарского типа, так и на участках с картами Азовского типа уровень грунтовых вод в межвегетационный период заданных отметок не достиг. Они стоят выше критического уровня, что обуславливает подтягивание капиллярной каймы к поверхности почвы. Поскольку грунтовые воды характеризуются высокой минерализацией, то в осеннее и весеннее время имеет место возвратное или вторичное засоление почв. Кроме того, повышенное увлажнение почв в течение длительного периода препятствует аэрации почв, созданию в них достаточных запасов кислорода для обеспечения будущего урожая риса. Указанные обстоятельства ухудшают почвенно-мелиоративное состояние земель АРОС

#### *Степень минерализации и химический состав грунтовых вод*

Солевой режим грунтовых вод на рисовых системах формируется, как правило, под воздействием оросительных (промывных) вод. При этом, предполагается, что фильтрующиеся вглубь пресные воды разбавляют соленые грунтовые воды, способствуя снижению их минерализации и улучшению почвенно-мелиоративного состояния территории. Однако, как показали наши исследования, на Азовской рисовой оросительной системе не происходит глубокого опреснения вод. Основная причина данного обстоятельства заключается в том, что в изучаемом регионе мы имеем дело

с «нефильтрующими» почвогрунтами, то есть почвогрунтами тяжелыми и однородными по гранулометрическому составу, в которых отсутствуют прослойки облепченного гранулометрического состава» Последние, как указывают В. А. Ковда и В. В. Егоров (1972), облегчают горизонтальное перемещение растворов к дренам и создают (особенно при облегчении состава аллювиальных слоев книзу) более благоприятные условия работы горизонтального дренажа. В грунтах же однородных, тяжелых обычная промывка ведет в развитии, главным образом, нисходяще-вертикальных движений растворов. Но в тонкопористой среде напоры вертикально направленных струй на полях гасятся.

В результате чего, почти повсеместно в период, когда чеки залиты водой, отмечается образование «подушки» из опресненных вод, лежащей на водах соленых. После сброса вод с поверхности чеков эта «подушка» быстро расходуется на испарение, что приводит к полному восстановлению степени минерализации вод в межполивной сезон. В условиях близкого залегания к поверхности и слабой отточности режим грунтовых вод оказывается чрезвычайно неустойчивым. Это особенно проявляется при использовании территории год сопутствующие культуры расового севооборота, не требующих затопления.

Одной из задач, поставленных перед нами при проведении работ на АРОС, была оценка эффективно ста дренажной системы на картах Азовского и Краснодарского типов. В связи с этим, анализ данных как по режиму грунтовых вод, так и по солевому режиму почв, мы даем по участкам, выбранным в качестве эталонных для карт обоих типов.

#### *Участок №1*

На данном участке спланированы карты Азовского типа.

Наблюдения за режимом грунтовых вод на участке 1 свидетельствуют о чрезвычайно замедленном и неустойчивом опреснении грунтовых вод.

В первые три года наблюдений, после 3-х летнего использования его под посевы риса, минерализация вод снизилась всего на 10–20 % (5–10 г/л), но продолжала оставаться высокой в весенний предпосевной период – 27–40 г/л, хотя в летний период минерализация вод составляла 7–18 г/л.

К четвертому году эксплуатации : системы наметилось более существенное опреснение вод на большей части участка – до 20–23 г/л. И только в центральной части карты 129 засоление вод сохраняется на прежнем уровне (38 г/л).

По данным З. Ф. Туляковой (1978), минерализация грунтовых вод при нормальном функционировании коллекторной сети за 2–5 летний срок возделывания риса должна снизиться в 1,5–2 раза.

На описываемых картах опреснение вод, близкое к этим величинам, произошло на 4-й год лишь на участках, прилегающих к дренам.

В центральной части карт, наиболее удаленной от коллекторной сети, как указывалось выше, рассоление грунтовых вод не происходит. Видимо, действие дренажа распространяется на расстояние менее 100 м с одной и другой стороны, вследствие чего центр карты оказывается вне зоны действия коллекторной сети. Проведенные нами опыты по моделированию движения вод под рисовой картой подтверждают сделанный вывод. В летний период после затопления чеков во все годы наблюдений отмечено снижение минерализации вод в 2–4 раза.

Причем, как и в весенний период, наибольшее опреснение вод происходит на участках, прилегающих к дренам (до 7–13 г/л). Центральные участки и зона действия оросителя характеризуются более высокой (до 15–17 г/л) засоленностью вод.

Динамика минерализации вод в осенний период (октябрь) менее показательна. Она во многом определяется сроком сброса вод с системы и погодными условиями. Однако, тенденция восстановления засоленности вод (полной или частичной, по сравнению с таковой в весенний период) имеется.

Отмеченные особенности сезонной динамики минерализации грунтовых вод в течение 4-х лет являются свидетельством неглубокого опреснения вод и слабой отточности их в дренажную сеть.

По всей вероятности, здесь имеет место формирование во время затопления чеков «подушки» менее минерализованных вод, лежащей на неразбавленных соленых грунтовых водах, о чем говорилось выше. Быстрый расход этих вод на испарение в осенний и, особенно, в весенний периоды и обуславливает резкий скачок минерализации вод после освобождения чеков от воды.

Несмотря на то, что к 1979 г. наметилось снижение засоленности, примерно, в 1,5 раза, она продолжает оставаться высокой (20–23 г/л). В связи с этим, мероприятия, направленные на рассоление вод (весенние промывки с откачкой вод из коллекторной сети), необходимо здесь проводить ежегодно.

Сохранение более высокой минерализации вод в летний период до 15–20 г/л (на участках, прилегающих к оросителям, вызываемом вертикальной фильтрацией вод из оросительных каналов). Ослабить напорность вод и тем самым создать условия для некоторого снижения засоленности вод можно только гидроизоляцией стенок каналов.

По химическому составу исследуемые воды весеннего периода относятся к хлоридно-натриевым, со значительным преобладанием ионов  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Na}^+$  над остальными ионами. Состав вод в отдельные годы меняется мало.

Более высокая минерализация вод связана, в основном, с присутствием в них больших количеств ионов  $\text{Cl}^-$ . На долю  $\text{Cl}^-$  в водах, отобранных весной, приходится 28–35 %,  $\text{SO}_4^{-2}$  – 14–20 %,  $\text{HCO}_3^-$  – 1–2 %. Ион  $\text{CO}_3^{-2}$  в этот период практически не обнаружен ни в одной пробе. Из катионов на  $\text{Na}^+$  приходится 31–84 %, на  $\text{Mg}^{2+}$  – 11–15 и на  $\text{Ca}^{2+}$  – только 4–5 %.

Разбавление соленых грунтовых вод в период затопления почв и снижение их общей минерализации обуславливает изменение и их качественного состава. Однако, содержание ионов  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Na}^+$  в водах так велики, что часто, несмотря на наиболее существенное сокращение именно этих ионов, состав вод продолжает оставаться хлоридно-натриевым с небольшим относительным возрастанием доли сульфат-иона и кальция.

Надо заметить, что в последний год наблюдений (1979) эти изменения в качественном составе вод стали более ощутимы, что, безусловно, связано с наметившейся тенденцией рассоления вод на протяжении весенне-осеннего времени.

В летний период  $\text{Cl}^-$  составляет 18–24 % (в отдельных случаях до 30 %), т. е. содержание его сокращается на 10–15 %, доля  $\text{SO}_4^{-2}$  возрастает до 19–24 % (редко до 28 %). Содержание  $\text{HCO}_3^-$  также увеличивается до 3–4,5 % (в 1,5–2 раза).

Несмотря на значительное сокращение в летних водах  $\text{Na}^+$ , относительное содержание его продолжает оставаться на прежнем

уровне – 30–33 %, не намного изменяется содержание магния (сокращается на 2–5 %), для кальция отмечено повсеместное увеличение его в 1,5–2 раза.

На данном участке в отдельных пробах, где отмечено наиболее сильное снижение минерализации вод (до 7–8 г/л), в летний период наблюдается появление иона  $\text{CO}_3^{-2}$  (1,5–2,0 мг-экв). Можно предположить (Варунцян, 1977), что сода, появившаяся на данной стадии рассоления грунтовых вод, может существовать здесь длительное время.

Влияние таких вод на почвы чрезвычайно отрицательно. В связи с этим, постоянный контроль за химическим составом вод при снижении их минерализации до 5–8 г/л – необходим.

Устойчивое появление в водах иона  $\text{CO}_3^{-2}$  является свидетельством необходимости проведения мероприятий по нейтрализации соды путем внесения в почву или поливные воды мелиорантов .

На большей же части территории участка прогрессивное ощелачивание вод сдерживается присутствием в них  $\text{Ca}^{2+}$ , и  $\text{Mg}^{2+}$  в достаточно больших количествах, значительно превышающих содержание ионов  $\text{HCO}_3^-$ . Отмечено лишь возрастание в летний период рН грунтовых вод на 0,5–1,0 единиц, по сравнению с весенним (с 7,0–7,3 до 7,8–8,15 уровень рН).

### *Участок 2*

На участке спланированы карты Краснодарского типа. Степень дренированности земель этого участка в 2–2,5 раза ниже, чем предыдущего. За период наших наблюдений он использовался как под посевы люцерны (1975–1977 гг.), т.е. в суходольном режиме, так и под посевы риса (1978–1980 гг.). Работы на этом участке представляли особый интерес, так как позволяли прогнозировать изменение солевого режима вод и почв при смене риса в севообороте на культуру, выращиваемую без затопления.

Грунтовые воды здесь в течение 1976 и 1977 гг. характеризовались, в целом, высокой минерализацией, в основном, 20–30 г/л. В отдельные периоды, в связи с поливами люцерны, она падала до 12–15 г/л, но после прекращения поливов минерализация вновь возрастала.

По химическому составу воды относятся к хлоридно-натриевым. По сравнению с участками, используемыми под посе-

вы риса, на данном участке при посевах на ней люцерны в составе вод несколько возрастает доля сульфат-иона.

В весенний период 1978 года, т.е. непосредственно перед затоплением карт водой, средняя минерализация грунтовых вод по участку равнялась 26 г/л, колеблясь в отдельных точках от 20 до 37 г/л, при хлоридно-натриевом и реже хлоридно-сульфатно-натриевом и хлоридно-натриево-магниевом составе.

Затопление неоднозначно сказалось на отдельных картах. Так, анализ данных по карте 12 свидетельствует о небольшом в целом снижении минерализации вод, хотя можно было бы ожидать здесь существенного опреснения их, учитывая, что на этом поле в течение 3-х лет культивировалась люцерна, которая, как правило, способствует улучшению структурного состава почв, их порозности и увеличивает тем самым фильтрацию почв.

Но, по-видимому, эффект «нефильтрации» грунтов оказался здесь слишком велик. Подобно тому, как на предыдущем участке в первые три года затопления карт наблюдалось практически полное восстановление засоленности вод к весеннему периоду после летнего разбавления их, так и здесь – минерализация вод в предположительный период после одногодичного использования участка под рис, сохранилась на уровне минерализации вод в период, когда участки использовались под посевы люцерны без затопления.

Вырисовывается довольно четкая пространственная закономерность: наиболее высокая минерализация вод во все периоды наблюдений отмечается у оросителей, что объясняется фактором напорности (об этом говорилось несколько ранее), средние показатели в центральной части карты-чека, а более опресненными оказываются воды в придренированной полосе.

По химическому составу воды остаются хлоридно-натриевыми. Лишь при снижении минерализации вод до 4–6 г/л (в отдельных точках в придренированной полосе) качественный состав вод меняется на сульфатно-хлоридно-натриевый. В водах в заметных количествах (до 1,5 мг-экв) появляется ион  $\text{CO}_3^{2-}$ . Относительное содержание ионов в водах данного участка показало, что общие закономерности трансформации вод на рисовом поле, отмеченные для 1-го участка, сохраняются и здесь.

Совершенно иную картину наблюдаем на карте 14. В весенний период воды здесь также характеризовались высокими показателя-



ми (20–37 г/л). Затопление карт-чеков обусловило снижение минерализации грунтовых вод к августу в 3–5 раз (до 9–5 г/л). Можно констатировать, что на этой карте условия для отточности соленых вод оказались вполне благоприятными. Данное явление, столь не характерное в целом для АРОС, обусловлено тем, что на глубине около 2,5 м находится прослойка опесчаненных почвогрунтов, которая способствует эффективному отводу минерализованных фильтрационных вод в сбросной канал.

В пространственном отношении удаление сажей несколько медленнее идет у оросителя и одинаково активно по всей остальной площади карты. Наиболее энергично удаляется  $\text{Cl}^-$ , затем  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ , содержание иона  $\text{HCO}_3^-$  увеличивается.

В отношении иона  $\text{SO}_4^{2-}$  можно сказать, что имеются случаи как увеличения его содержания, так же уменьшения, но всех случаях отмечается относительное накопление сульфат-иона. В результате воды из хлоридно-натриевых трансформируются в воды сульфатно- и сульфатно-хлоридно-натриевые. Опасности ощелачивания вод, даже при столь резком сокращении степени их минерализации, пока нет.

Однако, имеющее место при существенном снижении минерализации вод локальное появление в них иона  $\text{CO}_3^{2-}$ , позволяет нам прогнозировать возможность более широкого развития содового засоления вод при дальнейшем разбавлении их до 5–8 г/л. Это предусматривают мелиоративные мероприятия на данной системе.

Из сказанного вытекает необходимость контроля за химическим составом грунтовых вод, чтобы в случае появления в водах соды принять соответствующие меры.

Оценивая в целом существующий в настоящее время режим грунтовых вод на участке 2, можно сказать, что на значительной части участка (за исключением карты 14) существующий дренаж не обеспечивает в должной степени рассоления вод и, поэтому в межвегетационный период здесь создается угроза возвратного засоления почв.

### *Участок 3*

Четырехлетние наблюдения за режимом грунтовых вод на картах данного участка, используемых в исследуемый период под культуру раса, т. е. затопляемых на длительный срок, свидетельст-

вуют об отсутствии здесь прогрессивного, нарастающего рассоления грунтовых вод, изменения их химического состава (хлоридно-натриевого) в более благоприятную сторону.

Тяжелые почвогрунты и разреженный дренаж (карты Краснодарского типа) обуславливают сохранение высокой минерализации вод практически по всему участку. К весне 1979 г. минерализация вод на 3-м участке составляла 30–33 г/л, т. е. на большей части территории затопление в течение 4-х лет не привело к значительному разбавлению грунтовых вод. Состав вод хлоридно-натриевый.

Пространственные колебания выражены не сильно, но закономерность, отмеченная ранее для других участков, прослеживается и здесь: максимальное засоление вод наблюдается в районе действия оросителя, несколько снижается оно в центре карт. Нижний предел засоленности вод отмечен в придренных голосах.

В летний период на данном участке в отдельные годы (1977) минерализация вод снизилась с 23–35 г/л до 12–25 г/л, но в целом для участка характерно чрезвычайно незначительное разбавление вод в летний период. Если на первом участке при затоплении минерализация воды снижалась в 2–4 раза, то в данном случае количество солей уменьшается всего на 5–10 %, а в отдельных точках соленость вод даже возрастает.

Столь необычное для рисовых карт явление, видимо, объясняется чрезвычайно слабой фильтрацией пресных вод вглубь почвогрунтов и отсутствием отточности.

В таких условиях пополнение запасов солей в грунтовых водах может происходить и за счет привноса их с почвенными растворами, отжимаемыми поливными водами в более глубокие горизонты и попадающими в грунтовые воды. Тип засоления вод в летний период остается ярко выраженным хлоридно-натриевым.

Режим грунтовых вод на данном участке следует признать неудовлетворительным. Дренажная сеть нуждается в реконструкции (увеличение степени дренажности) и работа ее должна осуществляться в строгом соответствии с разработанными рекомендациями, что соблюдается не всегда.

Необходимо также обратить внимание на часто неудовлетворительное состояние дренажно-коллекторной сети. Сохранение высокой степени минерализации вод в межвегетационный период

затрудняет соблюдение севооборотов на изучаемой территории. При столь высоком засолении вод и залегании их выше критического уровня при разовых поливах (без затопления), неизбежно вторичное засоление почв. Это может обусловить низкую урожайность суходольных культур, возделываемых на таких участках. Яркой иллюстрацией высказанного положения являются наши данные по биологической продуктивности засоленных земель участка 2, где в первые два года наблюдений производился посев люцерны.

Повышенное содержание солей в грунтовых водах в период заливки чеков и вегетации риса (уровень их поднимается до 10–30 см) отрицательно сказывается и на урожайности, вызывая пустозерность растений. Кроме того, длительный контакт с почвой соленых натриевых вод способствует осолонцеванию почв и ухудшению их физических свойств.

#### *Участок 4*

На данном участке за весь срок наблюдений не отмечено сколько-нибудь существенного снижения минерализации вод в межвегетационный период, хотя степень дренированности территории 4-го участка, где сооружены карты Азовского типа, достаточно высокая.

Минерализация грунтовых вод в весенне-осенний период в целом по участку колеблется от 20–36 г/л при хлоридно-натриевом типе засоления.

В 1976 г. на данном участке проводились культурно-технические мероприятия, призванные улучшить мелиоративное состояние земель. Результатом этих мероприятий явилось снижение минерализации вод на части участка на 40–50 %, что является хорошим показателем. Однако, к весне 1977 г. засоленность вод почти полностью восстановилась.

Последующее ежегодное затопление почв участка на весь период вегетации риса (в течение 3-х лет) не внесло существенных изменений в солевое состояние грунтовых вод.

Несмотря на то, что в летний период минерализация вод снижается на 30–40 %, они продолжают оставаться сильноминерализованными, солеными (18–25 г/л).

После сброса вод и восстановления восходящих капиллярных штоков засоленность вод на большей части территории восстанавливается и к 4-ому году наблюдений достигает 26–37 г/л, то есть наблюдается не разбавление, а концентрирование вод. Данное явление может быть обусловлено застойным режимом грунтовых вод и высоким уровнем их залегания в межвегетационный период. Лишь в зоне действия дрены Д–54 отмечено прогрессивное снижение засоленности вод и в годовом, и в сезонном циклах.

Тот факт, что на одном участке одна дрена оказывается действующей более эффективно, чем две другие (Д–46 и Д–50), позволяет заключить, что при строгом соблюдении режима работы дренажно-сбросной сети и содержание её в хорошем состоянии – снижение минерализации вод возможно.

Химизм вод меняется мало. Преобладающими во все периоды наблюдений являются ионы  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Na}^+$ . Несмотря на некоторое сокращение в летний период в водах содержания ионов  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{Mg}^{+2}$  и возрастание иона  $\text{HCO}_3^-$ , опасность ощелачивания вод на этом участке пока отсутствует.

Подводя итог сказанному о режиме грунтовых вод на исследуемой территории, можно отметить следующие его особенности. За четырехлетний период наблюдений ни на одном участке не отмечено прогрессивного снижения степени минерализации вод в осенне-весенний период наблюдений даже при интенсивном разбавлении вод в период затопления карт-чеков происходит почти полное восстановление засоленности вод.

Причиной данного обстоятельства является, в первую очередь, слабая фильтрационная способность почвогрунтов, обусловленная их тяжелым гранулометрическим составом, низкой скважностью.

В этих условиях не происходит глубокого опреснения вод, идет образование «подушки» разбавленных вод, лежащей на соленых водах, расход которых на испарение обуславливает восстановление степени минерализации вод.

Наличие «не фильтрующих» грунтов предъявляет особые требования к соблюдению режима эксплуатации дренажных систем. Установлено также, что на картах Азовского типа затопление вызывает несколько более интенсивное снижение минерализации вод по сравнению с картами Краснодарского типа.

Основные показатели изменений УГВ и МГВ за 21–22-летний период приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Гидротехнические характеристики ключевых участков АРОС, динамика УГВ и МГВ в период 1975–1997 гг.

Но- мер клю- чевых уча- стков	Типы карт рисо- вых чеков, годы эксплуатации	Ширина меж- дренных рас- стояний, м; удельная про- тяженность дренажа, в по- гонных метрах на га (УД, м/га)	УГВ на октябрь, м	МГВ, г/л		Коэффици- ент опрес- нения грун- товых вод, <i>K</i>
				1975- 77 гг.	1997 г.	
1	Кубанский, 1976–84	220/83	0,8–1,6	22	9	0,04
	Азовский, 1985–1997	200/100				
2	Краснодарский, 1975–1983	500/42	1,2–1,7	25	4	0,08
	Азовский, 1983–1997	220/83				
3	Краснодарский, 1975–1997	450/45	1,2–1,7	31	27	0,006
4	Азовский, 1971–1997	200/100	0,8–1,7	28	15	0,03

Анализ динамики уровня залегания минерализации грунтовых вод позволяет сделать следующие выводы.

УГВ после осеннего сброса воды с рисовых чеков устанавливается в октябре-ноябре на глубине 0,8–1,7 м; меньшие величины наблюдались на низких чеках, большие – на высоких чеках рисовых полей. Преобладание осадков над испарением в зимне-весенний период приводит к повышению УГВ на 0,5–1 м. В период май-август под залитым рисовым полем грунтовые воды смыкаются с поверхностными водами. В сентябре начинается сброс воды с рисовых полей и годовой цикл динамику УГВ повторяется. В период 1976–1997 гг. на рисовых картах Азовского типа МГВ значительно снизилась (в 2–6 раз).

При опреснении ГВ изменялся их химический состав: содержание сульфатов уменьшалось от 2–5 до 0,3–0,8; тип химизма ме-

нялся от хлоридно-натриевого до сульфатно-натриевого. На картах Краснодарского типа в период 1975–1997 гг. МГВ изменилась незначительно – от 31 до 25 г/л. Химизм ГВ не изменился.

#### 4.6 Интенсивность процессов рассоления почвогрунтов АРОС и элементы их прогноза

Солевые процессы в почвогрунтах и грунтовых водах обычно описываются экспоненциальными зависимостями [1,4]. Наиболее широко распространенной из них является эмпирическая формула для оценки солевых процессов, выведенная Волобуевым [2].

$$S_t = S_n e^{\pm\beta t}, \quad (1)$$

где  $S_n$  – исходное солесодержание почвогрунтов;

$S_t$  – солесодержание почв по истечении времени  $t$ (годы);

$\pm\beta t$  – показатель интенсивности изменения солесодержания почвогрунтов, ( $+\beta$  отражает процесс засоления,  $-\beta$  – процесс рассоления).

Из формулы (1) следует:

$$\pm\beta = \ln \frac{S_t}{S_n} : t, \quad (2)$$

$$t = \ln \frac{S_t}{S_n} : \pm\beta. \quad (3)$$

Для оценки процесса изменения МГВ и его прогнозирования была применена модификация формулы (1):

$$C_t = C_n e^{\pm K t}, \quad (4)$$

где  $C_n$  – исходная минерализация ГВ,

$C$  – минерализация ГВ по истечении времени  $t$ (годы),

$\pm K$  – показатель интенсивности изменения МГВ.

Из формулы (4) следует:

$$\pm K = \ln \frac{C_t}{C_n} : t, \quad (5)$$

$$t = \ln \frac{C_t}{C_n} : \pm K. \quad (6)$$

Величины  $K$  приведены в таблице 17. В период 1977–1997 гг. на картах Азовского типа они составили 0,03–0,08, что следует оценить как низкую скорость опреснения. На карте Краснодарского типа  $K$  составил 0,006, что оценивается как крайне низкая неудовлетворительная скорость опреснения.

Таблица 17– Солесодержание и интенсивность рассоления почвогрунтов ключевого участка № 2 АРОС [3]

Но- мер чека	Отметки поверх- ности че- ков, м	Содержание водорастворимых солей, % в толще 0–1 м			Интенсивность рассоления, $-\beta$	
		Среднее по карте		По чекам, 1997 г.	Средняя по карте	По чекам
		1977 г.	1997 г.			
1	+0,51	Не опр.		0,05	Не опр.	–0,152
2	–0,25	1,06	0,19	0,16	– 0,086	–0,095
3	–0,33	Не опр.		0,30	Не опр.	–0,063
4	–0,46	Не опр.		0,41	Не опр.	–0,042

Выявлена тенденция: более высокая интенсивность опреснения ( $K$ ) наблюдается на площадях с более высокой удельной протяженностью дренажа (УД, м/га) и, наоборот, низкая дренированность на картах Краснодарского типа сопровождалась низкими величинами  $K$ .

Выразить зависимость  $K$  от УД в виде формулы не удастся, так как процесс опреснения ГВ определяется не только наличием дренажа, но и влиянием ряда природных и антропогенных факторов.

Из природных факторов следует отметить следующие: напорное питание высокоминерализованного бассейна ГВ; низкие, обычно отрицательные отметки поверхности преобладающей площади АРОС; крайне низкая естественная дренированность.

Из антропогенных факторов ведущим в процессе опреснения ГВ является эксплуатационный водный режим АРОС. Только непродолжительный период года (сентябрь–октябрь) дренаж активно работает – насосные станции откачивают с массива сбросные и минерализованные дренажные воды. В зимне-весенний период насосные станции не работают и дренажный сток практически отсутствует. В летний период дренажно-сбросная сеть для экономии

воды и энергии содержится в подпертом состоянии. Такая система существует вопреки проектным рекомендациям, в которых обязательным считается поддержание перепада уровней воды на чеке и в дренах в летнее время не менее 1–1,5 м для создания промывного режима. Изменить существующий неэффективный с мелиоративных позиций эксплуатационный режим дренажно-сбросной сети не удалось ни на одной РОС Кубани.

При неизменности сложившихся условий и приведенных величин  $K$  представляется возможным по формуле (6) рассчитать время, необходимое для опреснения верхнего горизонта ГВ.

Величина МГВ, не приводящая в данных условиях к вторичному засолению почв при высоком УГВ, составляет 1 г/л, то есть для прогнозного решения принимается  $C_t = 1$  г/л. Рассчитанная по выражению (6) длительность процесса опреснения ГВ на картах Азовского типа составила 17–55 лет, а на картах Краснодарского типа – более 100 лет. В центральной части карт солесодержание толщи 0–2 м уменьшилось на 24 %, а в нижней части карт оно практически не изменилось.

В среднем на всю площадь карты солесодержание в толще 0–1 м практически не изменилось (было 0,52 %, стало 0,55 % токсичных солей), в толще 1–2 м засоление уменьшилось на 17–20%, а в среднем на толщу 0–2 м солесодержание уменьшилось на 12 %.

На картах Кубанского типа (участок 3, карта 16,17) верхняя часть характеризуется как наиболее опресненная с преобладанием слабой степени засоления в толще 0–2 м. В Центральной части карт с глубины 25 см преобладают средняя и сильная степени засоления до глубины 200 см; поверхностный горизонт 0–25 см незасолен или слабозасолен.

Нижняя часть карт характеризуется опресненным слоем 0–50 см и преимущественно средnezасоленным слоем 50–200 см.

За период вегетации в верхней части карт существенного изменения в солесодержании толщи 0–2 м не произошло: было 0,22 % весной, стало 0,27 % осенью.

В Центральной части карт при неизменности солесодержания толщи 0–1 м (было 0,51 %, стало 0,53 % токсичных солей, в толще 1–2 м произошло увеличение засоления на 25–30 %; в нижней части карт произошли аналогичные изменения.



В среднем на всю площадь этого типа карт в толще 0–1 м соле-  
содержание практически не изменилось – было 0,40 %, стало  
0,42 % токсичных солей, в толще 1–2 м солесодержание возросло  
на 30 %. Типы засоления почвогрунтов за период вегетации не из-  
менились.

По формуле (2) были рассчитаны величины параметра  $-\beta$ . Его  
величина варьирует по участкам и рассматриваемым толщам от –  
0,091 до –0,015. В соответствии с оценочной шкалой по величинам  
 $-\beta$  наблюдаемое рассоление оценивается как очень медленное,  
практически неудовлетворительное.

Но в рассматриваемых почвенно-мелиоративных условиях  
с широким распространением тяжелых глинистых почвогрунтов  
с низкой водо- и солеотдачей, достигнутые величины параметра  $-\beta$   
следует признать удовлетворительными.

Сопоставление удельной дренированности (УД) ключевых  
участков и величины параметра  $-\beta$  слоев 0–1 и 0–1,5 м показало  
отсутствие выраженной зависимости величины  $-\beta$  от УД. Наблю-  
дается только тенденция: более высокой удельной дренированно-  
сти соответствует более высокая интенсивность рассоления.

В сезонном и многолетнем планах солевая динамика почвог-  
рунтов АРОС аналогична динамике МГВ. В летний период дре-  
нажно-сбросная сеть содержится в подпертом состоянии; отток  
почвенно-грунтовых вод и рассоление почвогрунтов практически  
отсутствуют. Заметное рассоление происходит в сентябре-октябре,  
когда работают насосные станции, отводящие с АРОС дренажные  
воды. В зимне-весенний период станции не работают, дренажный  
сток и вынос солей из почвенно-грунтовой толщи практически от-  
сутствуют.

При таком эксплуатационном режиме в солевой динамике поч-  
вогрунтов первостепенную роль играет высотное положение рисо-  
вых чеков. В осенний период на высоких чеках создается более ин-  
тенсивный отток почвенно-грунтовых вод по сравнению с низкими  
чеками, на которых формируется застойная зона грунтовых вод.

Обобщение данных по чекам четырех ключевых участков по-  
зволило определить соответствие интенсивности рассоления поч-  
вогрунтов усредненным показателям высотного положения чеков.

Из приведенных данных выявляется четкая зависимость величины  $-\beta$  от высотного положения чеков. Эту зависимость можно представить эмпирическим выражением:

$$-\beta = [ \ln(h + 0,5) + 2,1 ] : 14, \quad (7)$$

где  $h$  – высота чека, м.

Естественно, это выражение и входящие в него коэффициенты существенны только для данных конкретных условий. Указанная зависимость будет проявляться и при проектном водном режиме, но она не может определять интенсивность опреснения почвогрунтов. При соблюдении проектного водного режима (поддержание УГВ в дренах на 1–1,5 м ниже плоскости чеков во все периоды года) интенсивность рассоления в первую очередь будет определяться степенью дренированности.

Используя формулу (3), по полученным величинам  $-\beta$  было рассчитано время, необходимое для рассоления метровой толщи почвогрунтов (таблица 18).

Таблица 18 – Зависимость интенсивности рассоления почвогрунтов от высотного положения чеков на ключевых участках АРОС

Номер чека	Отметки поверхности чеков, м	Интенсивность рассоления почвогрунтов, $-\beta$	Время (годы), необходимое для уменьшения содержания солей в метровой толще почвогрунтов от 1 % до 0.2 %
1	+0,5	–0,15	< 10 лет
2	+0,25	–0,13	12 лет
3	0	–0,10	16 лет
4	–0,25	–0,06	27 лет
5	–0,5	–0,001	> 60 лет

Для высоких чеков достаточно 10–12 лет использования их в рисовых севооборотах, чтобы полностью опреснить метровую толщу. При нулевых отметках чеков длительность рассоления составит около 16 лет; при отметках –0,25 м – около 27–30 лет, а рассоление очень низких чеков (–0,5 м) при сложившемся водном режиме займет более 60 лет.

Прикладной задачей проведенной работы было выяснение приоритетности конструкций рисовых карт по мелиоративной эффективности.

На картах Азовского типа (УД = 200 м/га) по сравнению с картами Краснодарского типа (УД = 45–50 м/га) интенсивность рассоления почвогрунтов толщи 0–1,5 м была выше в 2–3,3 раза, а интенсивность опреснения грунтовых вод – в 3,6–5,8 раз.

В данных естественных условиях и при сложившемся эксплуатационном режиме карты Азовского типа предпочтительнее карт Краснодарского типа. Эксплуатирующее АРОС хозяйство (ГСП «Светлый путь») при реконструкции системы регулярно заменяет карты Краснодарского типа на карты Азовского типа из экономических соображений, а именно – более высокой урожайности.

## 5 УРОЖАЙНОСТЬ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕЛИОРАТИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РИСОВЫХ КАРТ АЗОВСКОГО И КРАСНОДАРСКОГО ТИПА

В 1996–2001 гг. рисоводство Кубани переживало серьезные трудности. Пик их пришелся на 1997–1998 гг.

Тогда рисоводческий комплекс края подошел к критической черте. В 1997 г. посевы риса сократились до 101 тыс. га, валовой сбор составил всего 236 тыс. т., а урожайность упала до рекордно низкого уровня – 23, 5 ц/га. В 1998 г. посевные площади сократились еще больше – до 92,0 тыс. га (таблица 19).

Таблица 19 – Динамика площадей посева и основных показателей производства риса в Краснодарском крае

Показатели	Годы								
	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Площадь посева риса, тыс. га	148,0	120,0	107,0	101,0	92,0	113,0	110,8	99,1	104,6
Урожайность риса, т/га	4,15	3,57	2,71	2,35	3,43	2,97	4,30	4,22	3,13
Валовой сбор риса, тыс. т	614,2	428,4	290,0	237,4	315,6	335,6	476,4	418,2	327,4

Экономическое состояние рисоводческих хозяйств ухудшалось, хотя до начала 90-х годов рисоводство было одной из наиболее рентабельных отраслей сельского хозяйства Кубани.

Следует напомнить, что в те годы площади посевов риса достигали максимальной величины – 200–219 тыс. га, а урожайность – 4,6–5,0 т/га. Доля риса, производимого на Кубани, составляла 60–67 % от общего количества – 1,2–1,4 млн т, собираемого в Российской Федерации.

Основными причинами сокращения посевных площадей, уменьшения урожайности и валовых сборов риса стали: отсутствие оборотных средств у рисоводческих хозяйств на закупку минеральных удобрений, средств химической защиты, высококачественных семян, обновление техники, высокие цены на энергоноси-

тели и низкая цена на рис. Это привело к упрощению технологии возделывания риса, снижению качества получаемого зерна.

Так, в частности, если в 1995–1998 гг. на каждый га посева риса вносилось по 330–350 кг действующего вещества минеральных удобрений, то в 1999 г. их было внесено всего лишь 102 кг по д. в., а в 2001 – 125 кг по д. в.

Вместе с тем, ситуация 2001–2002 гг. подтвердила важность наличия Краснодарского водохранилища, являющегося самым крупным искусственным водоемом Кубани. Стало еще более очевидной его роль как фактора недопущения катастрофических наводнений низовий р. Кубань и ее притоков. Экологическая ситуация в рисоводстве в последние годы улучшилась, что связано с рядом причин. Во-первых, существенно уменьшилось количество применяемых химических средств защиты посевов риса от сорняков, вредителей и болезней. Во-вторых, в связи с появлением новых сортов риса, способных преодолевать слой воды в начальные фазы вегетации, таких как, например, сорт Лидер, рисоводами стали применяться новые технологии возделывания и орошения риса. В-третьих, резко усилился контроль природоохранных органов, и повысилась ответственность рисоводов за нарушение природоохранного законодательства. В-четвертых, во многих рисоводческих хозяйствах стали переходить на 50 %-е насыщение рисом в рисовых севооборотах, существенно снизив пестицидную нагрузку на рисовые оросительные системы.

В последние годы менялось организационная структура рисоводческих хозяйств. Ряд из них стали государственными сельскохозяйственными предприятиями, другие трансформировались в акционерные общества и коллективные сельскохозяйственные предприятия. Некоторые хозяйства превратились в арендные или стали аграрными составляющими перерабатывающих или обслуживающих сельское хозяйство предприятий.

Существенное улучшение в рисоводстве Краснодарского края начало наблюдаться с начала с 1999 г., когда в апреле указанного года был создан краевой комитет по рисоводству. В 2000 г. был получен рекордный за последние 10 лет урожай риса. Урожайность составила 4,3 т/га, а валовой сбор возрос до 462,0 тыс. т.

Непременным условием повышения урожайности риса на Кубани и достижения мирового уровня (таблица 20) является сохра-

нение водно-мелиоративного комплекса, строгое соблюдение рисовых севооборотов, которые позволяют использовать рис как мелиорирующую культуру, сохранение сложившейся организационной структуры рисоводческих сельскохозяйственных предприятий, которых в настоящее время насчитывается 52 государственных органов и организаций, обеспечивающих нормальное функционирование отрасли, накопление, подачу и отвод оросительной воды на рисовые оросительные системы, экологическую безопасность водных бассейнов – рек, водохранилищ, Азовского и Черного морей.

Таблица 20 – Урожайность риса в рисосеющих странах Европы и Средиземноморского региона (ФАО, 2001), т/га

№ п/п	Страна	Годы					
		1990	1992	1994	1996	1998	2000
1	Болгария	2,378	3,204	3,719	3,389	3,146	2,333
2	Египет	7,266	7,651	7,913	8,291	8,692	9,086
3	Франция	5,946	5,268	4,555	5,243	5,825	5,631
4	Греция	6,000	7,361	8,226	7,490	8,053	8,695
5	Венгрия	3,352	3,070	3,130	2,250	2,703	2,266
6	Италия	6,027	5,875	5,766	5,812	6,257	5,886
7	Румыния	1,667	2,372	3,283	2,707	2,979	2,533
8	Марокко	4,175	3,069	6,500	5,800	5,508	4,861
9	Португалия	4,614	5,194	5,477	6,090	5,987	6,208
<b>10</b>	<b>Россия</b>	–	<b>2,840</b>	<b>2,712</b>	<b>2,256</b>	<b>3,037</b>	<b>2,502</b>
11	Испания	6,320	6,448	6,110	6,983	7,105	6,630
12	Турция	4,962	5,002	4,938	5,104	5,283	5,283

В связи с вышеизложенным, нами также была предпринята попытка определить эффективность используемых на АРОС типов рисовых карт, находящихся по высотным отметкам на разных уровнях и изучить их влияние на урожайность риса. Напомним, что изучаемая оросительная рисовая система находится по сравнению с другими на Кубани в самых худших условиях как по положению над уровнем моря и гидротермическим условиям, так и по степени засоления почвенного покрова.

Результаты исследования показали, что рисовые карты Краснодарского типа во все годы наблюдений были менее эффективны по сравнению с картами Азовского типа. Наименьшая урожайность

была получена в 1997г., что связано с неблагоприятными погодными условиями, сложившимися в этот период.

Наибольшие урожаи риса отмечены на АРОС в 2001–2002гг., что согласуется со среднестатистическими данными по Краснодарскому краю и связано с благоприятными погодными условиями, особенно в уборочный период, а так же изменениями в организационной структуре хозяйств, более тщательному исполнению агротехнологии возделывания риса и ресурсному обеспечению рисо-сеяния на Кубани в целом (обеспеченность современными гербицидами, минеральными удобрениями средствами защиты растений от болезней и вредителей).

## **6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РИСОВЫХ КАРТ РАЗЛИЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ**

Экономическая эффективность производства риса особенно показательна на засоленных землях. С внедрением культуры риса улучшается плодородие низкопродуктивных засоленных земель, открываются огромные перспективы вовлечения в интенсивный сельскохозяйственный оборот значительных площадей с низким плодородием и использование более ценных земель под культуры, которые не выносят засоления.

С применением рациональной технологии возделывании риса и выполнением агроулучшающих мероприятий по улучшению мелиоративного состояния рисовых систем эффективность рисосеяния на засоленных землях станет еще выше [191].

При внедрении новых приемов мелиорации необходимо определение экономической эффективности инженерных конструкций рисовых карт с целью обоснования наиболее рационального их применения. С этой целью нами была рассчитана экономическая эффективность возделывания риса. Для этого использовалась следующая информация [162,163,187]:

- урожайность сельскохозяйственной культуры;
- фактические цены реализации на сельскохозяйственную продукцию и производственные затраты на возделывание культуры.

При расчете экономической эффективности при возделывании риса учитывались все издержки, связанные с их применением. Исходные условия в полевых опытных вариантах и контроле были одинаковые.

Дальнейшее повышение экономической эффективности производства риса в Краснодарском крае вполне реально. Основным фактором, определяющим доходность, является урожайность риса и качество урожая.

Для повышения урожайности необходимо:

- совершенствовать технологию возделывания риса;
- шире внедрять научно обоснованную систему удобрений с учетом запрограммированного урожая, ранневесенние посевы риса и по предпосевному поливу с глубокой заделкой семян, полную



механизацию всех производственных процессов;

- шире применять почвенные гербициды и высокоурожайные сорта риса;

- проводить инженерные и агромелиоративные мероприятия по улучшению тяжелых засоленных почв, а также с целью предупреждения процессов вторичного засоления и заболачивания земель в рисовых севооборотах;

- внедрять и строго соблюдать научно обоснованные рисовые севообороты;

- более эффективно использовать оросительную воду;

- проводить тщательную планировку поверхности рисовых чеков, а также совершенствовать технологию производства планировочных работ.

В отличие от других отраслей сельскохозяйственного производства отрасль рисоводства базируется на гидромелиорации, как подсистеме организационно-хозяйственных и технических мероприятий, направленных на коренное улучшение земель для сельскохозяйственного пользования путем их орошения, изменения структуры почвы промывкой.

В функционировании гидромелиорации основная роль принадлежит ирригационным сооружениям (водохранилищам, насосным станциям) и рисовым системам (каналы – магистральные и сбросные, чеки-участки для возделывания риса).

Рисовая оросительная система состоит из двух частей: межхозяйственной и внутривозделываемой.

К межхозяйственной части относятся: головное сооружение, магистральные каналы, распределительные каналы, коллекторы и главный коллектор со всеми сооружениями на них, а также линии связи, эксплуатационные и межхозяйственные дороги.

Во внутривозделываемую часть оросительной системы входят распределительные каналы и коллекторы, обслуживающие хозяйство, картовые оросительные и водоотводные каналы и все сооружения на них, а также полевые дороги. Технологическая схема рисовой оросительной системы дана на рисунке 1.

Рисовые оросительные системы требуют постоянных и значительных капиталовложений для поддержания их в рабочем состоянии. Эксплуатацию внутривозделываемой части мелиоративного комплекса осуществляют землепользователи. Это наименее энерго-

и капиталоемкая часть фондов, и их состояние напрямую зависит от результатов деятельности балансодержателя. Межхозяйственная сеть находится в ведении и на балансе управлений оросительных систем, а внутрихозяйственная – на балансе соответствующих сельскохозяйственных предприятий, которые и осуществляют ее эксплуатацию. Эксплуатацию межхозяйственной части, являющейся основой инженерно-мелиоративных систем и относящейся к федеральной собственности, осуществляет федеральная структура – ФГУ «Управление «Кубаньмелиоводхоз».

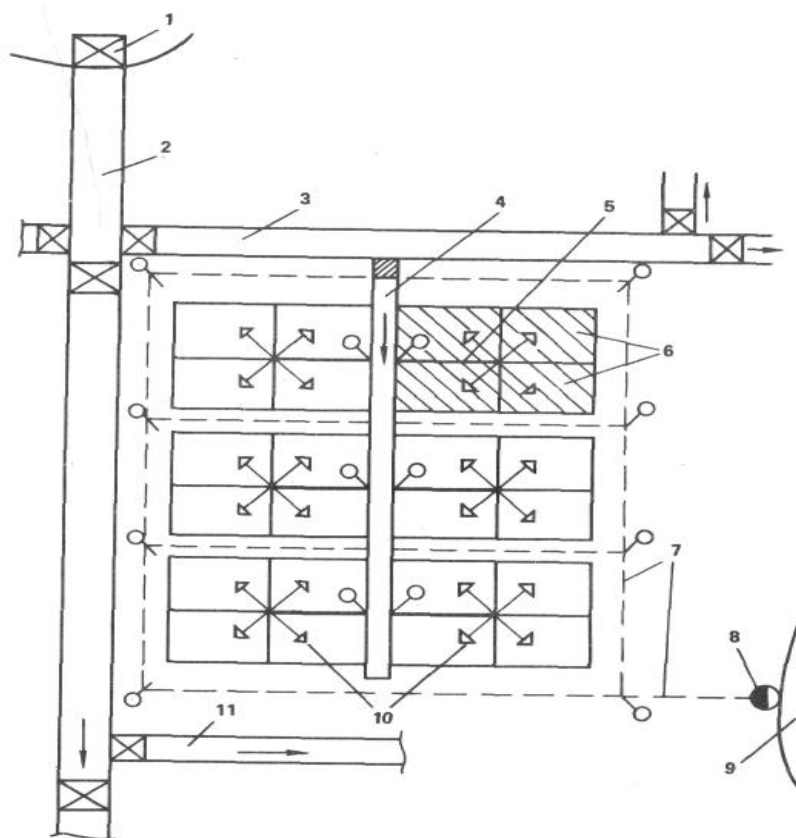


Рисунок 1 – Технологическая схема рисовой оросительной системы:

- 1 – водохранилище сезонного регулирования; – магистральный канал; 3, 4, 11 – соответственно межхозяйственный, участковый и внутрихозяйственный распределители; 5 – картовый ороситель; 6 – рисовая карта; 7 – коллекторно-сбросная сеть; 8 – насосная станция; 9 – водоприемник; 10 – поле севооборота

Производство риса в России и Краснодарском региональном АПК осуществляется на мощном гидромелиоративной базе представленная двумя типами рисовых карт азовского и Краснодарского типа. Площадь российской оросительной системы составляет

498 тыс. га, Республика Адыгея –12,4 тыс. га, Республика Дагестан –38 тыс. га, Республика Калмыкия – 15,7 тыс. га, Астраханская область – 86,4 тыс. га, Ростовская область – 44,3 тыс. га, Приморский край –65,9 тыс. га, Ставропольский край – 2,5 тыс. га, Краснодарский край – 230 тыс. га. Основные характеристики оросительной системы Краснодарского края приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Характеристика гидромелиоративной базы рисового подкомплекса Краснодарского края

Показатели	Всего
Площадь рисовых систем, тыс. га	230,0
Протяженность сети каналов, тыс. км	12,2
Количество водохранилищ подкомплекса, шт.	4,0
Суммарный объем водохранилищ, млрд м <sup>2</sup>	2,6
Количество насосных станций, шт.	91,0
Производительность насосных станций, м <sup>2</sup> /с	784,0
Расход электроэнергии насосными станциями, млн квт. ч	156,0
Объем водопотребления, млрд м <sup>2</sup>	3,3

Гидромелиоративная база рисового подкомплекса в значительной мере ухудшилась, объем мелиоративных работ ежегодно выполняемых на рисовых системах не соответствует потребности. Но по проведенным исследованиям наиболее негативная тенденция прослеживается на гидромелиоративных системах с рисовыми картами краснодарского типа.

Сложное положение с водой складывается в южных районах РФ – житнице России, где сосредоточено 80 % населения и пашни страны и только 20% общих федеральных запасов водных ресурсов, последние практически исчерпаны.

Поскольку рисовые системы расположены в низовьях и дельтах рек, то им из-за возрастающей конкуренции со стороны промышленных и городских секторов, а также со стороны главных для России культур (пшеница, сахарная свекла, кормовое зерно), с каждым годом достается все меньше и меньше воды.

Особенно обострился дефицит воды на Кубани, где построено и функционирует четверть млн га рисовых систем.

Здесь ежегодно к 10–15 августа Краснодарское водохранилище опорожняется до «мертвого» объема, то есть за месяц до заверше-

ния поливного периода, и приходится переходить на ущербный водооборот.

Недобор урожая по этой причине в крае колеблется в среднем от 10 до 50 тыс. т риса в засушливые маловодные годы.

Краснодарское водохранилище как стратегически важное гидротехническое сооружение, защищающее низовья Кубани от катастрофических паводков и обеспечивающее нормальное функционирование рисового водохозяйственного комплекса (РВХК), требует постоянного профилактического и планомерно-систематического ремонтов. Средства, выделяемые на их выполнение, Правительство России за последние 10 лет сократило в 5 раз.

В результате невыполнения ремонтных работ в теле плотины образовались угрожающие деформации, из-за чего уровень воды пришлось снизить на 0,9 м. Комплекс потерял  $1 \text{ км}^3$  воды.

Образовавшаяся задолженность за электроэнергию мелиоративных насосных станций приводит к частым отключениям электроэнергии в период вегетации риса и полному отключению насосных станций в настоящее время.

В результате срывается подготовка мелиоративных систем к работе, выводятся из строя оборудование насосных станций и гидротехнических сооружений, создаются аварийные ситуации. Если не принять решительных мер, то погибнет не только производство риса, но и пострадают люди из-за подтопления населенных пунктов, засоления и заболачивания почв более 500 тыс. человек рисосеющей зоны могут оказаться в крае мигрантами.

По постановлению Правительства РФ «О разделении стока р. Кубани между субъектами Российской Федерации», весь сток в створе Невинномысского гидроузла в объеме  $3,6 \text{ км}^3/\text{год}$  является собственностью Ставропольского края, Ростовской области и республики Калмыкия. Кроме того, на территории Краснодарского края выше створа водохранилища построено 200 тыс. га оросительных систем для возделывания культур нерисовых севооборотов, требующих изъятия из Кубани около  $1 \text{ км}^3$  воды.

В настоящее время из-за финансовых трудностей ни Ставрополье, ни хозяйства Краснодарского края в верховьях Кубани практически не пользуются правом собственности.

Но, как только их экономика поднимется, системы и орошение на них будут восстановлены, собственники своим правом восполь-

зуются. Сообщим, что дефицит оросительной воды для риса будет составлять, по приблизительным расчетам, минимум 0,8 – максимум 1,2 км<sup>3</sup>.

Таким образом, экономия и рациональное использование водных ресурсов на всех уровнях хозяйствования является для Краснодарского края жизненно важной задачей.

Выход из создавшегося положения один: необходимы иные, прорывные идеи и технические решения для сокращения потерь воды как внутри водных бассейнов, так и внутри оросительных систем.

Лабораторией гидротехники и мелиорации ВНИИ риса на основе экспериментальных исследований на гидромелиоративных системах с рисовыми картами Краснодарского и Азовского типа, гидрологических и технико-экономических расчетов подготовлен комплекс мероприятий, который применяется на картах Азовского типа, направленных на успешное решение стоящих перед отраслью рисоводства задач (таблица 22).

Таблица 22 – Эффект от проведения мелиоративных мероприятий

Мероприятия, разработки	Экономия водного ресурса, млн м <sup>3</sup>	Примечания
1. Двухнедельное прекращение подачи воды на посевы риса в фазу кущения(5–8 лист)	404	Снижение транзитных потерь в бассейне
2. Прерывистая подача воды в фазу созревания.	205	Экономия за счет межсистемного водооборота
3. Исключение сбросов воды с рисовых чеков	200	Экономия за счет культуры водопользования
4. Широкое внедрение скороспелых ( $\leq 100$ дней) сортов	280	Экономия за счет сокращения поливного периода
5. Точное земледелие (precision agriculture) на основе компьютерных технологий, инновационной технологии планировки и автоматизации орошения	50	Экономия за счет снижения расхода воды на единицу урожая
Итого	1139	–

Переход на скороспелые сорта риса позволит снизить не только дефицит воды на 250–280 млн м<sup>3</sup>, стоимость которой составляет 4 млн руб., но и себестоимость зерна на 25–30%.

Последнее имеет огромное значение, поскольку рисоводство России оказалось в глубокой депрессии именно в результате применяемого импортерами демпинга. Эффективному производству нужна низкая себестоимость и высокая прибыль, а не высокий урожай любой ценой, ведущая к банкротству.

Кроме того, переход позволит:

- уменьшить потребность производителей в удобрениях и уборочной технике на 20–25%;

- снизить потери зерна в период уборки с 1,2–1,8 до 0,2–0,5 т/га;

- осуществлять посев сидератных культур для повышения плодородия почвы;

- свести к минимуму угрозу полегания посевов и заражения их пирикулярриозом;

- проводить осеннюю подготовку почвы (планировка, зяблевая вспашка вместо весновспашки и др.).

Это не только повысит плодородие длительно затопленных почв, но и позволит осуществлять апрельский посев риса с использованием среднеспелых сортов.

Данный комплекс научных, научно-технических и организационно-хозяйственных действий позволит при его реализации создать благоприятные условия для длительного, стабильного и рентабельного производства риса. Однако эти действия должны быть безотлагательными и системными, потому что цена бездействия может оказаться слишком высокой.

Автоматизация орошения риса имеет огромное практическое значение: с ней связаны экономия оросительной воды, увеличение нагрузки на поливальщики, строгое соблюдение экологически заданного водного режима и, как следствие, получение высоких рентабельных урожаев.

К настоящему времени известны более 200 конструкций чековых гидроавтоматов (ЧГА), однако из-за их дороговизны, сложности в эксплуатации и низкой надежности дальше изготовления опытных образцов решение проблемы не продвинулось. (В. А. Попов, 1988).

Во ВНИИ риса на уровне изобретения разработана принципиально новая конструкция ЧГА, отличающаяся простотой конструкции и настройки, надежностью в работе. Он представляет собой приставку к водовыпуску в виде самозаряжающегося сифона с подвижным гребнем, на котором установлен клапан для срыва вакуума. Полевые испытания макетного образца ЧГА показали его достаточно высокую надежность и точность поддержания заданного слоя воды. Установка включала в себя два бака емкостью по 1 м<sup>3</sup> каждый, один из которых (верхний) моделировал картовый ороситель, а второй (нижний) рисовый чек со сбросным сооружением – водовыпуском.

Изменяя уровни воды в баках, измеряли расходы и объемы воды, величину действующего напора и другие характеристики потока, величину расходов определяли объемным способом с точностью  $\pm 0,05$  л.

Практическое применение гидроавтоматов сифонного типа в РГПЗ «Красноармейский» имени А. И. Майстренко (хозяйство, где ВНИИ риса проводит свои исследования) приводит к тому, что, зарядка сифона происходит сразу же после начала его работы, так как гребень находится ниже уровня воды в чеке. В режиме первоначального затопления расход воды растет линейно до максимума 0,4391 л/с (автомат начинает работать полным сечением), после чего в связи со снижением действующего напора он уменьшается и автомат работает неполным сечением, поддерживая заданный слой воды. Одной из наиболее водоорошаемых культур является рис. В таблице 23 приведены данные о фактически сложившихся за последние пять лет оросительных нормах.

Таблица 23 – Расчет фактической нормы орошения риса в Краснодарском крае

Годы	Площадь рисовых систем, тыс. га	Площадь риса в севообороте, тыс. га	Процент насыщения рисом	Суммарный водозабор на системе, млн м <sup>3</sup>	Оросительная норма, м <sup>3</sup> /га
2003	235,1	158,0	62,0	3183,0	20145,0
2004	-//-	160,0	62,0	3444,0	23050,0
2005	-//-	154,0	61,4	2560,0	24722,0
2006	-//-	131,0	55,3	3392,0	25893,0
2007	-//-	135,0	53,0	3780,0	29302,0

Из данных таблицы видно, что, несмотря на снижение доли риса в севообороте, фактический расход воды на орошение в расчете на 1 га чеков возрос за последние 5 лет на 45 %.

Это связано, прежде всего, с ухудшением состояния рисовых систем, которые в свою очередь обусловлено снижением инвестиционных возможностей краевого бюджета, так и финансовых возможностей сельскохозяйственных предприятий.

Вместе с тем, как признают все ученые и практики, в современной рыночной экономике необходимо наличие продуманного экономического механизма государственного регулирования стимулирующего экономное расходование водных ресурсов в виде налогов, платежей, штрафных санкций и т. д.

Как показали наши расчеты, экономия воды от проведения мероприятий разработанных и рекомендованных к внедрению лабораторией гидротехники и мелиорации ВНИИ риса и применяемая в картах азовского типа может произойти существенная экономия воды, о чем наглядно свидетельствует таблица 24.

Таблица 24 – Расчет расхода воды при внедрении автоматизации орошения риса учетом инноваций, 2007

Мероприятия, разработки	Значение
1. Двухнедельное прекращение подачи воды на посевы риса в фазу кущения (5-8 лист на стебле растения), млн м <sup>3</sup>	404
2. Прерывистая подача воды в фазу созревания, млн м <sup>3</sup>	205
3. Исключение сбросов воды с рисовых чеков, млн м <sup>3</sup>	200
4. Широкое внедрение скороспелых ( $\leq 100$ дн.) сортов, млн м <sup>3</sup>	280
5. Точное земледелие (precision agriculture) на основе компьютерных технологий, инновационной технологии планировки и автоматизации орошения, млн м <sup>3</sup>	50
Итого экономии воды, млн м <sup>3</sup>	1139
Суммарный водозабор на системе по краю, млн м <sup>3</sup>	3780
Расход забора воды с учетом корректировки, млн м <sup>3</sup>	2641
В том числе на 1 га, м <sup>3</sup>	19563

Автоматизация орошения риса, которая применяется в гидро-мелиоративных системах с рисовыми картами азовского типа, приводит не только к сокращению потерь воды, но и способствует экономии электроэнергии, росту урожайности, что приводит к эко-



номии минеральных удобрений, а также сокращает расходы на содержание основных фондов.

Приобретение нового оборудования для организации автоматизации орошения риса в ГСП «Светлый путь» будет также способствовать экономии воды, так как рекомендуемые ВНИИ риса мероприятия по сокращению расхода воды станут возможными для их проведения.

Возможный экономический эффект от автоматизации орошения риса отражен в таблице 25.

Проведенные нами расчеты показали, что внедрение в производство риса исследуемого хозяйства автоматизированного орошения на основе практического применения самозаряжающихся гидравтоматов сифонного типа с подвижным гребнем, позволит ГСП «Светлый путь» не только более экономно расходовать воду (экономия 51,2 млн м<sup>3</sup> в год), но и существенно увеличить прибыль (на 5676,8 тыс. руб) и рентабельность (на 6,9 %).

Таблица 25 – Экономический эффект от автоматизации орошения риса в ГСП «Светлый путь», 2008

Показатель	По факту	Проектное предложение	Отклонение +/-
Стоимость оборудования с установкой, тыс. руб	–	15000,0	–
Затраты всего, тыс. руб.	86857,0	85434,6	–3422,4
В том числе			
оплата труда	13534,0	13534,0	–
семена и посадочный материал	6520,0	6520,0	–
минеральные удобрения	15323,0	14258,4	–1064,6
химические средства защиты	6266,0	6266,0	–
электроэнергия	1377,0	1239,3	–137,7
нефтепродукты	8159,0	8159,0	–
содержание основных средств	2201,0	1980,9	–220,1
Валовой сбор, ц	127590,0	132834,0	5244,0
Себестоимость 1 ц, руб.	680,7	643,2	–37,5
Цена реализации 1 ц, руб.	812,6	812,6	–
Валовая прибыль, тыс. руб.	16825,3	22502,1	5676,8
Производственная рентабельность, %	19,4	26,3	6,9
Окупаемость, лет	–	2,6	–
Экономия воды, млн м <sup>3</sup>	–	51,2	–

Это может произойти за счет снижения таких видов издержек, как затраты на: минеральные удобрения, электроэнергию, содержание основных средств.

Приобретение оборудования для внедрения автоматизированного орошения и стоимость монтажных работ потребует значительных единовременных капиталовложений в размере 15 млн руб. Окупаемость оборудования может составить 2,6 г.

Сравнивая технические и технологические преимущества одной рисовой карты перед другой необходимо не забывать природных и антропогенных факторов, которые влияют на экономическую эффективность возделывания риса (таблица 26).

Таблица 26 – Экономическая эффективность возделывания риса в зависимости от природных и антропогенных факторов

Показатели	Вариант			
	+0,25		-0,25	
	Краснодарский	Азовский	Краснодарский	Азовский
Урожайность, ц/га	26,6	32,1	23,3	28,5
Стоимость продукции, руб.	31388	37878	27494	33630
Производственные затраты на 1 га	35019	18870	19350	18870
Себестоимость 1 ц, руб.	727,4	587,9	830,5	662,1
Чистый доход на 1 га	12038	19008	8144	14760
Уровень рентабельности, %	62,2	100,7	42,1	78,2

Анализируя данные таблицы 27, мы наглядно видим, что представленные варианты взяты по средним показателя различных районов возделывания риса и в зависимости от отметки над уровнем моря и типа карт урожайность, производственные затраты и чистый доход сильно разнятся.

Констатируя факт исследования можно сделать заключение, что Азовский тип кат возделывания риса превосходит по экономическим показателям Краснодарский.

Таблица 27 – Урожайность риса в зависимости от типа рисовых карт и размещения их над уровнем моря (н. у. м.), т/га

Номер варианта	Фактор А (отметка н. у. м.)	Фактор В (тип карты)	Годы								Средние за 8 лет
			1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
1 (контроль)	+0,25	Краснодарский	2,45	2,50	1,95	2,43	2,33	2,72	3,32	3,58	2,66
2		Азовский	2,96	3,13	2,71	2,97	2,84	3,30	3,74	4,02	3,21
3	-0,25	Краснодарский	2,13	2,21	1,68	2,11	2,04	2,36	2,95	3,17	2,33
4		Азовский	2,64	2,73	2,25	2,67	2,58	2,81	3,49	3,60	2,85

Результаты статистического анализа показали, что технологические трудности возделывания риса на низких чеках, связанные с несвоевременным освобождением рисовых чеков от воды, повышенной минерализацией грунтовых и поливных вод, а также более высоким уровнем засоления почвогрунтов, способствуют снижению урожайности этой культуры на 3,5 ц/га по сравнению с рисовыми чеками с более высокими отметками над уровнем моря (таблица 28).

Таблица 28 – Влияние типа рисовых карт и размещения их над уровнем моря на урожайность риса

Номер варианта	Фактор А (отметка н. у. м.)	Фактор В (тип карты)	Средняя урожайность, ц/га (1995–2002 гг.)	Средние по фактору	
				А	В
1 (контроль)	+0,25	Краснодарский	26,6	29,4	25,0
2		Азовский	32,1		–
3	-0,25	Краснодарский	23,3	25,9	–
4		Азовский	28,5		30,3
НСР <sub>05</sub>			0,61	0,43	0,43

Следует отметить, что различия в инженерных конструкциях Краснодарского и Азовского типов рисовых карт оказали более существенное влияние на урожайность риса, чем их положение по рельефу.

Конструктивные особенности карты Азовского типа способствовали не только улучшению почвенно-экологической обстановки на АРОС, но и были более эффективными в плане повышения урожайности важнейшей продовольственной культуры.

Эффект от действия фактора конструкции Краснодарского типа рисовой карты на урожайность был существенно ниже по сравнению с картами Азовского типа и составил 5,3 ц/га.

Таким образом, использование рисовых карт Краснодарского и Азовского типов инженерных конструкций, находящихся в различных условиях по рельефу способствует различному влиянию на урожайность риса.

Эффект от воздействия конструктивных особенностей на урожайность риса карты Азовского типа по сравнению с Краснодарским типом составил 21,2 %. Эффект в урожайности риса от влияния положения карт по рельефу как Азовского, так и Краснодарского типа на высоких отметках составил 13,5 % по сравнению с низкими отметками над уровнем моря.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Условия формирования почв современной дельты Кубани, длительно используемых под культуру риса, характеризуются высоким стоянием грунтовых вод в межвегетационный период, напорным характером и значительной минерализацией грунтовых вод, что обусловило изменение их состава и свойств.

Аллювиальные болотные почвы Азовской рисовой оросительной системы характеризуются колебаниями в верхнем горизонте показателей суммы поглощенных оснований от 29,0 до 39,7 мг-экв. на 100 г почвы и активной кислотности от нейтральной до среднещелочной (рН<sub>н2о</sub> 7,3–8,4). Поглощающий комплекс на 53–66 % насыщен катионами кальция.

Исследуемые почвы имеют тяжелый гранулометрический состав и относятся к глинистым пылевато-иловатым почвам. За многолетний период эксплуатации АРОС в верхнем горизонте почв отмечено существенное уменьшение илстых частиц и увеличение показателей плотности сложения.

Развитие восстановительных процессов в почвах при затоплении способствует изменению их гумусного состояния: значительно сокращается содержание фракции гуминовых кислот, связанных с кальцием и возрастает доля фульвокислот и негидролизованного остатка. Посевы люцерны способствуют улучшению гумусного состояния почв.

За двадцатилетний период эксплуатации РОС на рисовых картах Азовского типа минерализация грунтовых вод снизилась в 2–6 раз, при этом тип химизма менялся от хлоридно-натриевого до сульфатно-натриевого (отношение хлоридов к сульфатам уменьшалось от 2–5 до 0,3–0,8).

На картах Краснодарского типа состав и тип химизма грунтовых вод за тот же период не изменился.

Солевой режим почв, используемых под культуру риса, в многолетнем цикле складывается в целом, по типу рассоления.

Более интенсивное и необратимое рассоление отмечается на участках карт Азовского типа (на глубину 100–150 см), по сравнению с картами Краснодарского типа (60–100 см). Наиболее интенсивное рассоление отмечается в зоне действия дрен, меньшее – в центре карты и у оросителя.

Эффект от воздействия конструктивных особенностей на урожайность риса карты Азовского типа по сравнению с Краснодарским типом составил 21,2%. Эффект в урожайности риса от влияния положения карт по рельефу как Азовского, так и Краснодарского типа на высоких отметках составил 13,5% по сравнению с низкими отметками над уровнем моря.

Показатели экономической эффективности возделывания риса при эксплуатации Азовского типа карт превосходят Краснодарский тип рисовой карты, особенно при размещении их на более высоких отметках по рельефу: уровень рентабельности составил соответственно 78,2–100,7 % и 42,1–62,1 %.

Для улучшения мелиоративного состояния, повышения плодородия и продуктивности почв на оросительных системах современной дельты р. Кубань предлагаются следующие мероприятия:

1. На участках с сильнозасоленными почвами, где спланированы карты Краснодарского типа, для увеличения степени дренированности и уменьшения солесодержания производить закладку постоянных или временных кротодрен на глубине 50–60 см на фоне глубокого дренажа, что будет способствовать опреснению корнеобитаемого слоя почв; необходимо также проводить зимне-весенние промывки.

2. В целях восполнения потерь гумуса, а также для улучшения питательного режима почв и их агрофизических свойств необходимо внесение органических удобрений, насыщение рисового севооборота травами и обязательное соблюдение севооборотов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аблаков Э. Б. Солевой режим и процессы заболачивания в почвах рисовых полей низовьев р. Сырдарьи : автореф. дис.... канд. с.-х. наук / Э. Б. Аблаков. – Алма-Ата, 1974. – 14 с.
2. Абрамович Н. В. К вопросу эксплуатационных режимных наблюдений на рисовых полях / Н. В. Абрамович // Тез. докл. Всесоюз. совещания по мелиор. гидрогеологии, инженер. геологии и мелиор. почвоведению. – М., 1984. – Ч.2. – С. 52–56.
3. Авакян К. М. Почвенные ресурсы дельты р. Кубани и их производственная группировка / К. М. Авакян, А. Я. Ачканов [и др.] / Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Краснодар, 1978. – Вып.24. – С. 51–54.
4. Авакян К. М. Проблемы неогенеза почв рисовых полей Кубани. // К. М. Авакян, И. В. Подлесный // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Краснодар, 1985. – Вып.34. – С. 47–51.
5. Авакян К. М. К вопросу о моделях плодородия почв рисовых полей / К. М. Авакян // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Краснодар, 1986. – Вып.35. – С. 44–47.
6. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края. – Л. : Гидрометеоздат, 1975. – 276 с.
7. Агрохимические методы исследования почв. – М. : Наука, 1975. – С.74–88.
8. Айдаров И. П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель /И. П. Айдаров./ – М. : Агропромиздат, 1985. – 304 с.
9. Айдаров И. П. Строптивая соль /И. П. Айдаров // Мелиоратор. – 1986. – № 4. – С. 19.
10. Алекин О. А. Основы гидрохимии /О. А. Алекин.– Л. : Гидрометеоздат, 1953. – С. 106.
11. Алешин Е. П. Экологические проблемы рисоводства / Е. П. Алешин, Ю. В. Шиленко// Вест. с-х. науки. – 1988. – № 11. – С. 50 – 55.
12. Алиев И. Г. Условия почвообразования и гидродинамическая структура почвенно-грунтового потока на рисовом поле / И. Г. Алиев// Химия почв рисовых полей. – М., 1976. – С. 186–198.

13. Андреев А. Г. Причины миграции  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{CaSO}_4$  в сильнозасоленных осолонцованных перегнойно-глеевых почвах нижней дельты Кубани при рисосеянии /А. Г. Андреев, Н. П. Андреева // Освоение засоленных земель в условиях орошения. – Новочеркасск, 1984. – С. 113–117.

14. Андреева Н. П. Особенности физических и химических свойств сильно осолонцованных перегнойно-глеевых почв нижней дельты Кубани /Н. П. Андреева // Проблемы диагностики и мелиорации солонцов. – Новочеркасск, 1980. – С. 101–405.

15. Андриюшин М. А. Рассоление земель возделыванием риса /М. А. Андриюшин // Экономика сельского хоз-ва. – 1973. – № 5. – С. 89–91.

16. Антипов-Каратаев И. Н. Физико-химические исследования в связи с мелиорацией солонцов /И. Н. Антипов-Каратаев // Докл. сов. почвоведов к VII междунар. конгр. в США. – М., 1960. – С. 395–402.

17. Антипов-Каратаев И. Н. Роль поглощенного магния в солонцеватости почв / И. Н. Антипов-Каратаев, Л. Я. Мамаева // Мелиорация солонцов. – М., 1966. – С. 152–158.

18. Арар А. Заболачивание и засоление земель в странах Ближнего Востока /А. Арар, П. Дж. Диелман // Междунар. конгр. по ирригации и дренажу. – М., 1975. – С. 46–58.

19. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 488 с.

20. Ачканов А. Я. К вопросу о причинах удовлетворительного рассоления слабодренированных почв Приазовских плавней / А. Я. Ачканов, К. М. Авакян, И. В. Подлесный // Бюл. НТИ. ВНИИ риса. – Краснодар, 1977. – Вып. 21. – С. 71–74.

21. Ачканов А. Я. Динамика солей в почвах дельты Кубани и ее влиянии на состояние посевов риса /А. Я. Ачканов, В. К. Бугаевский, Н. С. Тур// Химия почв рисовых полей. – М., 1976. – С. 26–36.

22. Ашихмина Е. В. Мелиорация солончаков в дельте Терека при культуре риса на инженерных системах /Е. В. Ашихмина, В.П. Бобков, З. Ф. Тулякова // Сб. Тр. Южгипрорводхоза. – 1973. – Вып. 14, ч. 2. – С. 186–191.

23. Баженов Н. К. Рассоление сильно солончаковых сероземно-луговых почв при помощи культуры риса / Н. К. Баженов,



М. Н. Бозгунчиев // Тр./ Почв, ин-та им. В. В. Докучаева. – 1971. – Т. 2, ч. 1. – 195 с.

24. Базилевич Н. И. Опыт классификации почв по засолению / Н. И. Базилевич, Е. И. Панкова // Почвоведение. – 1968. – №11. – С. 3–16.

25. Бехбудов А. К. Экспериментальные основы проведения мелиорации соленых земель Кура-Араксинской низменности / А. К. Бехбудов. – Баку, 1977. – С. 69–82.

26. Блажний Е. С. Почвы равнинной части Абинского и Северского районов Кубанского округа / Е. С. Блажний // Тр / Гос. Ин-т Табаководения. – Краснодар, 1960. – Вып. 75. – С.38–49.

27. Блажний Е. С. О засоленных почвах дельты и долины реки Кубани и закономерностях их распределения / Е. С. Блажний // Вопросы генезиса почв. – М., 1957. – С. 207–217.

28. Блажний Е. С. Грунтовые воды в низовьях Кубани как фактор засоления и заболачивания почв /Е. С. Блажний // Тр. / Кубан. СХИ. –1958. – Вып. 4 (32). – С. 169–193.

29. Блажний Е. С. Почвы дельты реки Кубани и прилегающих пространств. /Е. С. Блажний / – Краснодар, 1971. – 276 с.

30. Бобков В. Н. Об устойчивости почв и грунтов к содовому засолению / В. Н. Бобков // Почвоведение. – 1969. – № 8. – С. 65–73.

31. Бобков В. П. Исследование кислотно-щелочных процессов при затоплении /В. Н. Бобков // Почвоведение. – 1981. – № 1.– С. 165–169.

32. Бобков В. П. О возможности использования сильнощелочных почв для рисосеяния /В. П. Бобков, Р. А. Шилина // Почвоведение. – 1979. – № 3.– С. 95–103.

33. Влияние рисосеяния на физико-химические свойства солонцовых почв Северного Кавказа/ В. П. Бобков, Е. Н. Будько, И. А. Королёв // Мелиорация солонцов. – М., 1972. – Ч. 2. – С. 349–360.

34. Богдан В. С. Закубанские плавни в почвенно-ботаническом и мелиоративном отношениях / В. С. Богдан, В. А. Шумаков // Тр. / Кубан. СХИ. – 1925. – Т. 3. – С. 15–69.

35. Богучарсков В. Т. Дельта Кубани. /В. Т. Богучарсков, А. А. Иванов. – Ростов н /Д., 1979. – 112 с.

36. Боровский В. М. Критерии оценки засоленности территорий для орошения /В. М. Боровский // Вест. с.-х. наук. – 1965. – № 9. – С. 90.

37. Бреслер Э. Солончаки и солонцы: принципы – динамика – моделирование. /Э. Бреслер, Б. А. Макнил, Д. Л. Картер.– Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 296 с.

38. Бугаевский В. К. Мелиорация засоленных почв рисовых полей Кубани / В. К. Бугаевский, Т. В. Рымарь/ – Краснодар, 1985. – 32 с.

39. Будаговский А. И. Впитывание воды в почву /А. И. Будаговский./ – М., 1955. – 138 с.

40. Буйлов В. В. О роли поглощенного магния в образовании солонцов Тургайской ложбины / В. В. Буйлов // Почвоведение. – 1965. – № 5. – С. 21–26.

41. Бутов А. К. Модификация методики определения общего количества восстановленных продуктов в почве /А. К.Бутов // Бюл. НТИ ВНИИ риса. – Краснодар, 1973. – Вып. 2.– С. 71–73.

42. Вальков В. Ф. Генезис почв Северного Кавказа / В. Ф. Вальков // Изд-во Ростовск. ун-та. – 1977. – 160 с.

43. Вальков В. Ф. Почвенная экология сельскохозяйственных растений /В. Ф. Вальков. – Краснодар : Агропромиздат, 1986.– 207 с.

44. Вальков В. Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана /В. Ф. Вальков, Ю. А. Штомпель, И. Т. Трубилин. – Ростов н/Д. – Высш.шк., 1996. – 191 с.

45. Варунцян Э. С. Пороги опреснения толщи почв, грунтов и грунтовых вод по профилю; стандарты мелиорированных земель /Э. С. Варунцян // Тр. Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. – 1971. – Т. 2., ч. 2. – С. 212.

46. Вернадский В. И. Биосфера /В. И. Вернадский. – М., 1976. – 345 с.

47. Виленский Д. Г. Засоленные почвы, их происхождение, состав и способы улучшения / Д. Г. Виленский. – М., 1924. – 136 с.

48. Вильямс В. Р. Роль почвоведения в социалистической реконструкции сельскохозяйственного производства / В. Р. Вильямс // Соч., Т. 8. – М., 1951. – 41 с.

49. Волконский Н. А. Экологическая оценка окружающей среды при мелиоративных мероприятиях /Н. А. Волконский // Экология и земледелие – М., 1980. – С. 132–136.

50. Волобуев В. Р. Генетические формы засоления почв Кура-Араксинской низменности / В. Р. Волобуев. – Баку, 1965. – С. 233–237.

51. Волобуев В. Р. Расчёт промывки засоленных почв / В. Р. Волобуев. – М. : Колос, 1975. – 112 с.

52. Воробьев Л. А. Показатели химического состояния засоленных почв / Л. А. Воробьев, Д. С. Орлов. – Новочеркасск, 1984. – С. 23–33.

53. Воронков П. П. Формирование химического состава атмосферных осадков и влияние его на почвенные растворы и склоновые воды / П. П. Воронков // Тр. / ГГИ. – 1963. – Вып. 102. – С. 7–42.

54. Газиева Т. М. Солевой режим почв при возделывании риса на солончаках дельты Терека : автореф. дис.... канд. с.-х. наук / Т. М. Газиева. – Краснодар, 1974. – 25 с.

55. К. К. Гедройц. Засоленные почвы и действие на растение солей, засоляющих почву с.-х. и лесоводство / К. К. Гедройц. – М., 1918. – 256 с.

56. Гедройц К. К. Солонцы их происхождение, свойство и мелиорация / К. К. Гедройц. – Л., 1928. – 73 с.

57. Гедройц К. К. Ультра-механический состав почвы и зависимость его от рода катиона, находящегося в почве в поглощенном состоянии, известкования как мера улучшения ультра-механического состава почв / К. К. Гедройц / Избр. соч. – Т. 1. – М., 1955. – 402 с.

58. Гончаров С. М. Водно-солевой баланс как основа оценки мелиоративных мероприятий в условиях рисовых систем центральной части дельты Дуная : автореф. дис.... канд. техн. наук. / С. М. Гончаров. – Ровно, 1971. – 33 с.

59. Грист Д. Рис / Д. Грист / – М.–Л., 1959. – 390 с.

60. Джулай А. П. Культура риса на Кубани / А. П. Джулай, Е. Б. Величко. – Краснодар, 1980. – 30 с.

61. Джулай А. П. Влияние удобрений на урожай риса, продолжительность вегетации и качество зерна. Освоение плавневых земель под культуру риса / А. П. Джулай, В. К. Смирнов. – Краснодар, 1975. – 104 с.

62. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении / Е. А. Дмитриев / М., 1975. – 292 с.

63. Добровольский Г. В. Поймы рек как ландшафты высокой плотности жизни и интенсивного почвообразовательного процесса / Г. В. Добровольский / Биологическая продуктивность и круго-

ворот химических элементов в растительных сообществах. – Л. : Наука, 1971. – С. 226–231.

64. Дорошенко В. П. Мелиоративно-гидрогеологические условия реки Кубани и очередные задачи гидрогеологических исследований / В. П. Дорошенко, Н. А. Дорошенко /Тр. / ВНИИ риса. – 1971. – Вып. 1. – С. 162–174.

65. Егоров В. А. Засоленные почвы и их освоение / В. А. Егоров / – М., 1954. – 136 с.

66. Егоров В. А. Причины устойчивости солонцовых свойств и обоснование мелиорации солонцов / В. А. Егоров / Почвоведение. – 1977. – № 7. – С. 8–13.

67. Ежов М. Ю. Вымывание солей из пойменных почв на рисовых картах различной инженерной конструкции / М. Ю. Ежов, В. Л. Кузнецов / Тр. Куб. СХИ. – 1976. – Вып. 144 (157). – С. 86–89.

68. Ежов М. Ю. Влияние риса и люцерны на солевой состав почвы / М. Ю. Ежов, В. Л. Кузнецов// Тр. Кубан. СХИ. – 1977. – Вып. 144 (172). – С. 63–67.

69. Ежов Ю. И. Почвенные процессы и некоторые способы улучшения их в условиях рисосеяния / Ю. И. Ежов / Биологические основы орошаемого земледелия. – М., 1967. – С. 360–364.

70. Жовтоног И. С. Борьба с засолением и заболачиванием почв при орошении риса / И. С. Жовтоног // Орошаемое земледелие на Украине. – 1971. – С. 110–119.

71. Жовтоног И. С. Влияние засоленности почвы на развитие риса на юге Украины / И. С. Жовтоног, А. В. Мусиенко, Л. С. Кухарчик // Мелиорация и водное хозяйство. – 1968. – Вып. 1.–С. 26–30.

72. Загребельный В. Ф. Солевой режим грунтовых вод и почв при культуре риса в Ростовской области / В. Ф. Загребельный // Краткие итоги науч. исслед. раб. за 1959 г. – Куб. РОС. – 1961. – С. 51–57.

73. Зайдельман Ф. Р. Мелиорация заболоченных почв Нечернозёмной зоны РСФСР: справочная книга /Ф. Р.Зайдельман. –М. : Колос, 1981. – 168 с.

74. Зайдельман Ф. Р. Генетические и мелиоративные особенности чернозёмно-луговых засоленных почв левобережья реки Кубани / Ф. Р. Зайдельман, А. И. Давыдов // Почвоведение. – 1992. – № 7. – С. 5–15.

75. Зайцев В. Б. Рисовая оросительная система / В. Б. Зайцев. – М. : Колос, 1975. – 351 с.

76. Зайцев В. Б. Террасность как элемент мелиоративного состояния рисовой карты / В. Б. Зайцев, А. А. Попов / Гидротехника и мелиорация. – 1972. – № 9. – С. 42–46.

77. Захарьина Г. В. Сезонный и многолетний солевой режим орошаемых и залежных земель Мильской и Муганской степей / Г. В. Захарьина // Тр. / Почв. ин-та им. В. В. Докучаев. – 1958. – Т. 54. – С. 3–150.

78. Зимовец Б. А. Принципы почвенно-мелиоративной оценки пригодности воды для орошения / Б. А. Зимовец, Н. В. Хитров // Вестник с.-х. науки. – 1987. – № 4. – С. 126–129.

79. Изюмов А. Н. Почвы Чебургольского массива / А. Н. Изюмов // Тр. / Кубан. с.-х. ин-та. – 1934. – Вып. 2. – С. 35–108.

80. Иванов В. Н. Особенности мелиоративного освоения засоленных почв крымского Присивашья культурой риса / В. Н. Иванов, Ю. Ф. Янчковский // Тр. делегатов 3 съезда почвоведов. – М., 1968. – С. 242–246.

81. Имшенецкий И. З. Кубанские степи. Исследование почв и грунтов вдоль Черноморской-Кубанской железной дороги (степь, плавни, предгорья) / И. З. Имшенецкий. – Ростов н/Д, 1924. – 64 с.

82. Инструкция по ведению кадастра мелиоративного состояния орошаемых и осушенных земель и технического состояния гидромелиоративных систем. – М., 1987. – 18 с.

83. Иозефович Л. И. Приазовские плавни / Л. И. Иозефович. – Новочеркасск, 1929. – 18 с.

84. Казинцев А. Л. Объяснительная записка предварительных исследований засоленных почв (Петрово-Анастасиевского р-на) / А. Л. Казинцев. – Рукопись, 1931.

85. Каленкж С. М. Рассоление и предупреждение заболачивания почв при освоении под рис на Юге Украины : автореф. дис... канд. с.-х. наук. / С. М. Каленкж. – Харьков, 1979. – 21 с.

86. Капилевич Ж. А. Удельная поверхность – базисный параметр для расчёта гидромелиоративных характеристик минеральных почв / Ж. А. Капилевич, Г. А. Писецкий, А. В. Высоченко // Почвоведение. – 1987. – № 6. – С. 57–64.

87. Кауричев И. С. Элювиально-глеевый процесс и его проявление в некоторых типах почв / И. С. Кауричев // Современные почвенные процессы. – М., 1974. – С. 5–18.
88. Кац Д. М. Контроль режима грунтовых вод на орошаемых землях / Д. М. Кац. – М. : Колос, 1967. – С. 93–165.
89. Качество воды для орошения // Тез. докл. Всесоюз. науч. совещания. – Алма-Ата, 1988. – 105 с.
90. Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н. А. Качинский. – М., 1958. – 192 с.
91. Келлерман В. В. Влияние солей натрия и магния на изменения светло-каштановых и черноземных почв / В. В. Келлерман // Мелиорация солонцов. – М., 1972. – Ч. 1. – С. 82–104.
92. Керзум П. А. Закономерность развития засоленных почв и пути мелиоративного освоения / П. А. Керзум // Мелиорация почв Вахшской долины. – 1957. – Т. 78. – С. 89–171.
93. Кириенко Т. Н. Методические указания по оценке подверженности почв юга Украины процессам деградации при рисосеянии / Т. Н. Кириенко. – Ровно, 1981. – 21 с.
94. Кириенко Т. Н. Рисовые поля Украины и пути оптимизации почвообразовательных процессов / Т. Н. Кириенко. – Львов, 1985. – 183 с.
95. Кириенко Т. Н. Динамика солевого состава активного слоя почвы рисовых участков западной части Краснознаменной оросительной системы / Т. Н. Кириенко, О. А. Кухта // Тр. / Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. – 1971. – Т. 2, ч. 1. – С. 92–98.
96. Кириченко К. С. Динамика почвенных процессов при культуре риса / К. С. Кириченко // Тр. / Всесоюз. центр станции рис. хоз-ва. – Краснодар, 1934. – С. 51–57.
97. Кириченко К. С. Почвы Краснодарского края / К. С. Кириченко. – Краснодар, 1953. – 356 с.
98. Кистанов Н. С. Отношение риса к засоленности почвы / Н. С. Кистанов // Почвоведение, 1963. – № 5. – С. 85–89.
99. Классификация и диагностика почв СССР. – М. : Колос, 1977. – С. 189–201.
100. Кобилева Э. А. Гидрохимия рисовых оросительных систем в условиях дельты реки Кубани : автореф. дис. канд. географ. наук / Э. А. Кобилева. – Новочеркасск, 1978. – 17 с.

101. Ковда В. А. Солончаки и солонцы / В. А. Ковда. – М.; Л., 1937. – 245 с.

102. Ковда В. А. Процессы почвообразования в дельтах и поймах рек континентальных областей СССР / В. А. Ковда // Проблемы сов. почвоведения. – М.; Л., 1946. – Вып. 14. – С. 105–110.

103. Ковда В. А. Происхождение и режим засоленных почв / В. А. Ковда. – М.; Л., 1946–1947. – Т. 1. – 568 с.

104. Ковда В. А. Основы учений о почвах / В. А. Ковда. – М.: Наука, 1973. – Кн. 1. – 315 с; Кн. 2. – 325 с.

105. Козловский Ф. И. Методы изучения солевого режима почв // Методы стационарного изучения почв / Ф. И. Козловский. – М.: Наука, 1977. – С. 88–166.

106. Козловский Ф. И. Мелиоративные проблемы освоения пойм степной зоны / Ф. И. Козловский, Э. А. Корнблум. – М.: Наука, 1972. – 209 с.

107. Корнблум Э. А. О выборе методов прогнозирования коренных изменений почв рисовых полей / Э. А. Корнблум // Почвоведение. – 1978. – № 2. – С. 56–65.

108. Корнблум Э. А. Условия и механизм деградации почв рисовых полей / Э. А. Корнблум, И. Н. Любимова // Почвоведение. – 1973. – № 8. – С. 96–105.

109. Критерии мелиоративного состояния орошаемых почв на рисовых массивах Казахстана / Б. М. Абрамович, Н. В. Абрамович, Щ. Х. Бегишев // Тез. докл. Всесоюз. совещания по мелиор. гидрогеологии, инженер, геологии и мелиоративному почвоведению. – М., 1984. – Ч. 2. – С. 49–52.

110. Крюгер Т. П. Посевы риса на засоленных землях Центральной Ферганы / Т. П. Крюгер, В. П. Семенов, М. У. Умаров. – Ташкент, 1970. – С. 70.

111. Кузнецов В. Л. Солевой режим лугово-болотных почв при культуре риса / В. Л. Кузнецов, М. Ю. Ежов // Тр. / Кубан. СХИ. – 1977. – Вып. 144 (172). – С. 68–73.

112. Кузнецов В. Л. Солевой состав водных вытяжек и почвенных растворов лугово-болотных почв при культуре риса / В. Л. Кузнецов, М. Ю. Ежов // Тр. / Кубан. СХИ, 1978. – Вып. 164 (192). – С. 28–32.

113. Кузнецов В. Л. Солевой баланс рисовых оросительных систем в Краснодарском крае / В. Л. Кузнецов, М. Ю. Ежов // Гидротехника и мелиорация. – 1978. – № 12. – С. 73–76.

114. Кук Дж. Регулирование плодородия почв / Дж. Кук. – М. : Колос, 1970. – 84с.

115. Лактионов Б. И. Влияние культуры риса на мелиоративное состояние почв / Б. И. Лактионов // Бюл. / Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. – 1976. – Вып. 13. – С. 3–8.

116. Лаптева Т. П. Гидрогеологическая обстановка на рисовых системах в дельте Волги и применение закрытого дренажа / Т. П. Лаптева // Гидротехника и мелиорация. – 1973. – № 12. – С. 68–72.

117. Легостаев В. М. Мелиоративное значения риса / В. М. Легостаев // Мелиорация почв в СССР. – М. : Наука, 1971. – С. 115–137.

118. Лозановская И. Н. Изучение генезиса и химизма засоленных почв России. Освоение засоленных земель в условиях орошения / И. Н. Лозановская. – Новочеркасск, 1984. – С. 3–22.

119. Маргулис В. Ю. Некоторые вопросы методики солевых съёмок // Теория и практика борьбы с засолением орошаемых земель / В. Ю. Маргулис, В. С. Муратова. – М. : Колос, 1971. – С. 194–200.

120. Мелиоративно-гидрогеологические исследования в долинах рек Или и Каратала (на рисовых массивах). – Алма-Ата : Наука, 1973. – С. 46–53.

121. Мелиоративный кадастр орошаемых и осушаемых земель Краснодарского края за 1986 г. – Краснодар, 1986.

122. Мелиорация засоленных почв // Мелиорация засоленных и солонцовых почв. – М., 1967. – С. 42–70.

123. Методические рекомендации по контролю за мелиоративным состоянием орошаемых земель. – М., 1932. – Вып. 1. – 72 с. – Вып. 2. – 96 с.

124. Методическое руководство по гидрогеологическим и инженерно-геологическим исследованиям для мелиоративного строительства. – М., 1972. – 126 с.

125. Методические указания по проведению почвенно-солевых съёмок на мелиоративных землях. – М., 1982. – 32 с.



126. Методы агрохимических анализов почв. Отраслевой стандарт Минсельхоза СССР. ОСТ 46-47-76, 46-50-76, 46-51-76, 46-52-76. – М., 1976. – 169 с.

127. Минашина Н. Г. Эколого-мелиорированные условия и размещение орошаемых земель на Северном Кавказе / Н. Г. Минашина // Мелиорации и орошение почв равнинного Кавказа. – М., 1986. – С. 24–29.

128. Миминин М. Б. Актуальные вопросы физической и коллоидной химии почв / М. Б. Миминин, Н. И. Горбунов, П. А. Садименко. – Изд-во РГУ, 1982. – С. 52–58.

129. Мицуи С. Минеральное питание риса, удобрение и мелиорация рисовых полей / С. Мицуи. – М., 1960. – 130 с.

130. Молодцов В. А. Об определении состава поглощенных оснований в засоленных почвах / В. А. Молодцов, В. П. Игнатова // Почвоведение. – 1975. – № 6. – С. 123–130.

131. Морозов А. Т. О расчётах мелиорации в условиях засоления / А. Т. Морозов // Почвоведение. – 1954. – № 7. – С. 85–89.

132. Морозов А. Т. Дренаж в орошаемых районах как регулятор водно-солевого режима / А. Т. Морозов // Мелиорация почв Кура-Араксинской низменности. – М., 1962. – С. 3–106.

133. Нестерова Г. С. Зарубежный опыт использования минерализованных вод для орошения / Г. С. Нестерова. – М.: Колос, 1973. – С. 97–113.

134. Неунылов Б. А. Повышение плодородия почв рисовых полей Дальнего Востока / Б. А. Неунылов. – Владивосток, 1961. – 237 с.

135. Николаева С. А. Мелиорация плавневых почв дельты Кубани и орошение почв равнинной зоны Кавказа / С. А. Николаева, Н. П. Андреев, В. Д. Дерюжинская // – М.: Наука, 1986. – С. 174–181.

136. Николаева С. А. Почвенно-мелиоративное состояние земель Придунайских плавней, используемых в рисосеянии / С. А. Николаева, Н. М. Чернов // Бюл. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. – 1976. – Вып. 13. – С. 39–44.

137. Новикова А. Б. Прогнозирование вторичного засоления почв при орошении / А. Б. Новикова // – Киев : Урожай, 1975. – 184 с.

138. Нодзима К. Орошение и дренаж / К. Нодзима // Теория и практика выращивания риса. – М.: Колос, 1965. – С. 346–350.

139. Обухова В. А. Динамика почвообразовательного процесса в почвах рисовых полей нижней Бирмы : автореф. дис.... канд. биол. наук/ В. А. Обухова. – М., 1963. – 26 с.

140. Освоение плавневых земель под культуру риса/ под общ. ред. А. П. Джулая. – Краснодар, 1975. – 168 с.

141. Осипов А. В. Изменение свойств и солевого режима почв современной дельты реки Кубань при их сельскохозяйственном использовании (на примере Азовской рисовой оросительной системы) : автореф. дис....канд. с.-х. наук/ А. В. Осипов.– Краснодар, 2009. – 21 с.

142. Пак К. Н. О выносе нитратов, фосфатов и других солей из солонцовых почв при постоянном затоплении риса / К. Н. Пак, И. Т. Степанец // Агрoхимия. – 1968. – № 8. – С. 31–39.

143. Пак К. П. Возделывание риса и изменение свойств солонцовых почв в условиях Сарпинской низменности / К. П. Пак, И. Т. Степанец // Тр. / Почв. ин-та им. В. В. Докучаева. – 1971. – Т. 2, ч.1. – С. 19–31.

144. Паламарчук И. К. Солевой режим солонцовых почв Юга УССР при культуре риса постоянным затоплением : автореф. дис.... канд. с.-х. наук / И. К. Паламарчук. – Киев, 1967. – 20 с.

145. Панин П. С. Процессы солеотдачи в промываемых толщах почв / П. С. Панин. – Новосибирск, 1968. – 303 с.

146. Панов П. С. Генезис мало-натриевых солонцов / П. С. Панов // Современные почвенные процессы. – М, 1974. – С. 18–40.

147. Панов Н. П. Мелиоративное улучшение солонцовых почв на примере Ставропольского края / Н. П. Панов, М. Н. Петров // Достижение с.-х. науки. – М., 1987. – С. 137–152.

148. Пекаторос Л. Г. Рисосеяние как способ мелиорации засоленных земель левобережья дельты Дуная и пойм придунайских водоёмов и низовий малых рек / Л. Г. Пекаторос // Тр. / ВНИИ риса. – 1971. – Вып. 1. – С. 174–180.

149. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. / А. И. Перельман. – М. : Высш. шк., 1975. – С. 87–93.

150. Подлесный И. В. Особенности солевого режима почв зоны Приазовских плавней и его регулирование при культуре риса : ав-

тореф. дис....канд. с.-х. наук / И. В. Подлесный. – Краснодар, 1982. – 24 с.

151. Польшов Б. Б. Определение критической глубины залегания уровня засоляющей почву грунтовой воды / Б. Б. Польшов // Изв. сектора ГТС-1930. – Вып. 22. – С. 7–24.

152. Польшов Б. Б. Процессы засоления и рассоления и солевой профиль почв /Б. Б. Польшов // Гр. комис. по ирригации. – 1933. – Вып. 1. – С. 107–131.

153. Польшов Б. Б. Геохимические ландшафты / Б. Б. Польшов // Вопросы минералогии, геохимии и петрографии. – М.; Л., 1946. – С. 171–182.

154. Польшов Б. Б. Руководящие идеи современного учения об образовании и развитие почв / Б. Б. Польшов. – Избр. труды. – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – 427 с.

155. Попов А. А. Оценка мелиоративного состояния рисовых оросительных систем Ростовской области в связи с их реконструкцией / А. А. Попов, А. А. Попов // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по мелиоративной гидрогеологии, инженер. геологии и мелиоративному почвоведению. – М., 1984. – Ч. 3. – С. 3–12.

156. Попов А. А. О вторичном засолении почв под рисом в сухостепной и полупустынной зоне и мерах борьбы с ними / А. А. Попов, Э. Е. Фишер // Проблемы генезиса и мелиорации орошаемых почв. – М., 1973. – Ч. 3. – С. 3–12.

157. Попов А. А. О вторичном осолонцевании и содовом рассолении хлоридных солонцов при орошении / А. А. Попов, Н. И. Червонец, А. А. Попов // Почвоведение. – 1981. – № 1. – С. 118–125.

158. Попов В. А. Регулирование грунтовых вод на рисовых системах / В. А. Попов. – Краснодар, 1984. – 96 с.

159. Попов В. А. Рекомендации по улучшению мелиоративного состояния рисовых полей с повышением террасностью чеков / В. А. Попов, В. Б. Зайцев. – Краснодар, 1977. – 20 с.

160. Николаева С. А. Почвенно-мелиоративное состояние окультуренных территорий дельты Кубани /С. А. Николаева, Н. П. Андреева, В. Д. Дерюжинская // Повышение продуктивности почв рисовых полей. – М., 1985. – С. 15–23.

161. Почвы Акдалинского массива. – Алма-Ата, 1977. – С. 44–1698.

162. Практикум по почвоведению. – М., 1986. – 335 с.
163. Прогнозирование выноса солей и минерализация коллекторных вод отводимых с рисовых оросительных систем // Гидрохимические материалы. – Л., 1982. – Т. 80. – С. 28–41.
164. Раздорский А. П. Почвенный покров центрального массива Приазовских плавней / П. А. Раздорский / Кабинет почвоведения Северокавказского ин-та. – Новочеркасск.
165. Ковда В. А. Разработка системы мероприятий по длительному поддержанию благоприятной почвенно-мелиоративной обстановки в условиях Нижней дельты Кубани / В. А. Ковда, Б. Г. Розанов, С. А. Николаева. – М. : МГУ, 1981. – 341с.
166. Рациональное использование оросительной воды на рисовых мелиоративных системах Кубани / А. И. Степовой, Ю. Н. Поляков, В. К. Смирнов [и др.] – Краснодар, 1983. – 9 с.
167. Редькин Н. Е. Систематический список наиболее распространённых почв Краснодарского края в связи с переводом их на общесоюзную номенклатуру /Н. Е. Редькин, А. П. Пинчук // Тр. / Куб. СХИ. – 1985. – Вып. 252(280). – С. 3–12.
168. Рекомендация по технологии возделывания риса в зоне Приазовских плавней. – Краснодар, 1983. – 9 с.
169. Рекомендации по учёту стока сбросных и дренажных вод и выноса растворенных веществ на орошаемых землях. – М., 1983. – 44 с.
170. Рекс Л. М. Определение запасов солей и эпюры исходного засоление почвогрунтового слоя / Л. М. Рекс, Т. П. Королькова // Почвоведение. – 1971. – № 2. – С. 65–78.
171. Решетняк Н. Ф. О необходимости понижения уровня грунтовых вод на рисовых системах юга Украины / Н. Ф. Решетняк // Почвоведение. – 1977. – № 3. – С. 98–102.
172. Роговская Н. В. Методика гидрогеологического районирования для обоснования мелиорации /Н. В. Роговская. – М, 1959. – 142 с.
173. Розанов Б. Г. Морфология почв. /Б. Г.Розанов. – М. : Изд-во МГУ, 1983. –320с.
174. Розанов Б. Г. К вопросу о генезисе « деградированных» почв рисовых полей тропиков / Б. Г. Розанов, И. М. Розанова // География и классификация почв Азии. – М., 1965. –С. 237–242.

175. Русяев Н. И. Опыт изучения и прогноза водно-солевого режима на орошаемых землях Терско-Кумского междуречья / Н. И. Русяев. – Ставрополь, 1976. – 83 с.

176. Семененко А. Н. Некоторые вопросы формирования режима грунтовых вод на рисовых оросительных системах низовий Кубани / А. Н. Семененко // Гидротехника и мелиорация. – 1964. – № 7. – С. 14–21.

177. Сербинов А. В. Изменение солевого состава почвы под рисом при орошении водами рисовых систем в совхозе Чебургольский / А. В. Сербинов, В. Д. Лаптий, А. Я. Барчукова // Тр. / Куб. СХИ. – 1976. – Вып. 119 (147). – С. 38–41.

178. Сергеев А. И. Исследование и разработка параметров кротового дренажа для регулирования водно-воздушного и солевого режима почв рисовых систем низовий Кубани: автореф. дис.... канд. техн. наук / А. И. Сергеев. – Новочеркасск. – 1969. – 25 с.

179. Скрипчинская Л. В. Поймы Волги и рек Северного Кавказа – основной резерв для развития рисосеяния / Л. В. Скрипчинская: автореф. дис. докт. с.-х. наук // – Новочеркасск, 1960. – 42 с.

180. Скрипчинская Л. В. Рис в дельте Дуная / Л. В. Скрипчинская. – Одесса, 1980. – 54 с.

181. Стасюк Н. В. Временная динамика засоления почвенного покрова современной дельты Терека / Н. В. Стасюк, К. Н. Федоров, Е. П. Быкова // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. – 1991. – № 3. – С. 129–133.

182. Степанов И. Н. Почвенные прогнозы – актуальная проблема современности / И. Н. Степанов // Оценка природно-мелиоративных условий и прогноз их изменений. – Пущино, 1977. – С. 4–21.

183. Степанов И. Н. Почвенные прогнозы (последствия ирригационно-мелиоративных мероприятий) / И. Н. Степанов. – М.: Наука, 1979. – 83 с.

184. Степовой А. И. Торфяно-глеевые почвы центрального плавневого массива Кубани и их освоение: автореф. дис.... канд. с.-х. наук / А. И. Степовой. – Краснодар, 1972. – 21 с.

185. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза / Н. М. Страхов. – М., 1962. – Т. 3. – 127 с.

186. Супряга И. К. Рассоление почвогрунтов и опреснение грунтовых вод под культурой риса в Крыму / И. К. Супряга // Мелиорация и водное хозяйство. – 1971. – Вып. 18. – С. 14–18.

187. Суслов О. Н. Конвективный перенос тепла и солей в почве рисовых оросительных систем : автореф. дис.... канд. техн. наук / О. Н. Суслов. – Новочеркасск, 1984. – 21с.

188. Тонконоженко Е. В. К познанию водного и солевого режима солонцовых почв низовья реки Кубани / Е. В. Тонконоженко // Тр. / Куб. СХИ. – 1985. – Вып. 4(32). – С. 207–220.

189. Тонконоженко Е. В. Засоленные почвы дельты реки Кубани и изменение их свойств при окультуривании / Е. В. Тонконоженко, Р. Ф. Аль-Шайеб // Почвоведение. – 1979. – № 6. – С. 136–144.

190. Тулякова З. Ф. Рис на засоленных землях / З. Ф. Тулякова. – М.: Колос, 1979. – 231 с.

191. Тур Н. С. Особенности возделывания риса на засоленных землях / Н. С. Тур // – Краснодар, 1978. – 112 с.

192. Тур Н. С. Агроэкологические основы повышения урожайности риса на засоленных почвах Кубани : автореф. дис.... док.с.-х. наук / Н. С. Тур. – Куб. СХИ. – Краснодар, 1990. – 23 с.

193. Тур Н. С. Динамика и прогноз минерализации грунтовых вод и заселения почвогрунтов рисовых оросительных систем современной дельты Кубани / Н. С. Тур, И. Д. Черниченко, А. В. Осипов // Тр. / КГАУ. – 1999. – Вып. 373 (401). – С. 98–109.

194. Тюремнов С. И. Классификация почв Западного Предкавказья в связи с общей системой классификации почв / С. И. Тюремнов // Почвоведение. – 1926. – № 2.

195. Тюремнов С. И. Краткий очерк природных условий сельского хозяйства Кубанского округа / С. И. Тюремнов. – Краснодар, 1926.

196. Федоров К. Н. Сезонная динамика микроморфологии засоленных целинных луговых почв нижней дельты Кубани / К. Н. Федоров, Н. П. Андреева, С. А. Николаева // Проблемы диагностики и мелиорации солонцов. – Новочеркасск, 1981. – С. 138–143.

197. Франс Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Дж. Х. М. Торнли. – М. : Агропромиздат, 1987.

198. Химия коллекторно-дренажных вод орошаемых территорий Северного Кавказа/М. Н. Тарасов, И. А. Королёв, Т. П. Лапшина [и др.]. – Л. : Гидрометеоздат, 1966. – 112 с.

199. Черниченко И. Д. Влияние дренажа на многолетний солевой режим почв / И. Д. Черниченко. – М, 1989.

200. Чулаков Ш. А. Засоление почв и ход микробиологических процессов / Ш. А. Чулаков, Ж. У. Мамутов // Проблемы мелиорации земель республики Средней Азии и Казахстана. – Алма-Ата, 1970. – С. 122–125.

201. Чьюг-Ван-Бинь Рассоляющее действия берегового дренажа при наличии затопляемых рисовых полей в приморских районах Вьетнама : автореф. дис...канд. техн. наук / Чьюг-Ван-Бинь. – М., 1971. – 20 с.

202. Шапошников Д. Г. Восстановление плодородия рисовой оросительной системы. /Д. Г. Шапошников. – Херсон, 1973. – 120 с.

203. Шарапов И. Д. Почвенные процессы на рисовых полях Южного Казахстана / И. Д. Шарапов // Природа почв рисовых полей. – Алма-Ата, 1969. – С. 77–84.

204. Шилина Р. А. Опыт использования луговой глинистой солонцевой почвы Гудермесской плоскости для возделывания риса / Р. А. Шилина // Тр. / Почв. ин-т им. В. В. Докучаева – 1971. – Т. 2. – С. 137–149.

205. Шумаков Б. А. Освоение плавней Кубани / Б. А. Шумаков, Б. Б. Шумаков, Ю. Н. Поляков. – М.: Колос, 1976. – 144 с.

206. Шишов Л. Л. Критерии и модели плодородия почв / Л. Л. Шишов, И. И. Карманов, Д. Н. Дурманов// – М, 1987. – 184 с.

207. Янчковский Ю. Ф. Засоление почв Крымского Присивашья и особенности их мелиоративного освоения культурой риса : автореф. дис...канд. с.-х. наук / Ю. Ф. Янчковский. – Симферополь, 1967. – 20 с.

208. Badawi A. M. A study on the relationship between salinization of the soil and water table depth and salinity / A. M. Badawi, Abd-Elnaim M., S. A. Ahmed. – *Zemljiste. Biljka*, 1985. – V. 34, n. 2. – S. 101–108.

209. Effect of sustained saline irrigation on soil salinity and crop yields / M. Bajwa [et al.]// *Irrigation Science*. – 1986. – V. 7, n. 1. – P. 27–35.

210. Bergseth H. Saline soil in skjak and Vaga, central southern Norway. / M. Bajwa [et al.]. – Acta agr. scand, 1985. – V. 35, n. 1. – P. 87–97.

211. Brammer H. Coatings in seasonally flooded soils / H. Brammer. – Geoderma. – 1971. – V. 6, n. 1. – P. 111–119.

212. The soda solonchak in the North-East part of China and experience in growing rice for the amelioration of soils / Chen In-Tong [et al.]. – Trans. 8-th Cong. Soil. Sci. – 1964. – N. 2. – P. 897–902.

213. Nomenclature of the various horizons of paddy soils. / L. T. Chu, Y. T. Ma, T. C. Sung, K. C. Hou. – Spec. Soil Pub, 1938. – Ser. B. – N. 4.

214. Furusaka C. Studies on the activity of sulfate reducer in paddy soils / C. Furusaka // Bull. mst. / Agr. Res. Tohoku Univ. – 1968. – V. 19, n. 2. – P. 101–184.

215. Iko J. Studies on the resistance of rice varieties against salt. On avoiding the injuries of the salt by early or late heading / J. Iko. – Proc. Crop Sci. Soc. Jap. – 1953. – V. 21, n. 3–4. – P. 243–244.

216. Iwaki S. Studies on the salt injury of plants. Intensity of salt damage in relation to the amount of ammonium sulphate supplied. (Abs) / S. Iwaki, M. Kawai and S. Ikemoto // Proc. Crop Sci. Japan. – 1956. – V. 25, n. 1. – P. 25–43.

217. Kyuma K. The classification of soils under rice cultivation (paddy soils) / K. Kyuma, K. Kawaguchi // Ann. Edafol. Agrobiol. – 1967. – V. 26. – P. 109–114.

218. Prospects of soil salinity for the 21-st century: [Pap.] Hung. Contrib. 15-th Int. Congr. Soil Sci., Acapulco, 10-16 July, 1994 / Szabolcs I. // Agrochim. es ta-lajt. – 1994. – V. 43, n. 1–2. – P. 5–24.

219. Raychandgry S. P. Saline and alkali soils of Asia with particular reference to India / S. P. Raychandgry // Trans, of V-th Intern. Soil Sci. Cong. – 1954. – V. 1. – P. 191–207.

220. Sibgh K. N. Surface flushing of saline lands ensures better rice production / K. N. Sibgh, L. P. Dayanand, S. S. Bains // Indian Fanning, 1970. – V. 20, n. 8. – P. 7–8.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
1 ОСОБЕННОСТИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ И ПРОБЛЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РИСОВЫХ ПОЧВ.....	5
1.1 История изучения засоленных почв дельты Кубани .....	5
1.2 Распространение и специфика почвообразования рисовых почв .....	9
1.3 Солевой режим почв при культуре риса и мелиорирующее значение его посевов.....	15
2 УСЛОВИЯ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ .....	23
2.1 Геоморфология, климат и агроклиматические условия в годы проведения исследований .....	23
2.2 Гидрология, растительность и почвообразующие породы .....	26
3 ХАРАКТЕРИСТИКА КЛЮЧЕВЫХ УЧАСТКОВ АЗОВСКОЙ РИСОВОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА.....	35
4 ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ И СОЛЕВОГО РЕЖИМА РИСОВОЙ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРИРОДНЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ .....	46
4.1 Химические и физико-химические свойства рисовых аллювиальных болотных иловато торфяно-глеевых почв при длительной эксплуатации АРОС .....	46
4.2 Гранулометрический состав и физические свойства почв при эксплуатации рисовых карт различных конструкций.....	53
4.3 Деградационные почвенные процессы при эксплуатации оросительной рисовой системы.....	58
4.4 Солевые процессы в рисовых почвах при многолетнем сельскохозяйственном использовании АРОС .....	63
4.5 Динамика уровня грунтовых вод (УГВ) и их минерализации (МГВ) АРОС в многолетнем плане .....	72
4.6 Интенсивность процессов рассоления почвогрунтов АРОС и элементы их прогноза .....	86

5	УРОЖАЙНОСТЬ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕЛИОРАТИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РИСОВЫХ КАРТ АЗОВСКОГО И КРАСНОДАРСКОГО ТИПА .....	92
6	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РИСОВЫХ КАРТ РАЗЛИЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ .....	96
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	109
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	111

Научное издание

**Осипов Александр Валентинович**

**ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ И СОЛЕВОГО РЕЖИМА  
РИСОВЫХ ПОЧВ СОВРЕМЕННОЙ ДЕЛЬТЫ РЕКИ  
КУБАНИ**

*Монография*

В авторской редакции

Подписано в печать 12.10.2016. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Усл. печ. л. – 7,6. Уч.-изд. л. – 6,0.

Тираж 50 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного аграрного университета.  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13