

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «АГТУ»)

На правах рукописи

ТОКАРЕВА Анна Анатольевна

**ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНО-СОЛЕВОГО РЕЖИМА
ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ НИЗОВЬЯ ВОЛГИ**

Специальности:

25.00.27 - гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия
25.00.36 – геоэкология (науки о Земле)

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Научный руководитель:
доктор географических наук, профессор
Бухарицин Петр Иванович

Астрахань - 2019

Содержание

Введение	4
Глава 1. Природные комплексы Низовья Волги и их изменения	10
1.1. Природные комплексы Низовья Волги.....	12
1.1.1 Полупустынная зона.....	18
1.1.2 Пустынная зона.....	19
1.1.3 Внутризональный ландшафтный район.....	21
1.2. Водотоки Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги.....	25
1.2.1 Гидрографическая сеть.....	28
1.2.2 Типизация водоемов.....	29
1.3 Основные природные факторы формирования водного режима в природных комплексах.....	32
1.3.1 Климат.....	32
1.3.2 Рельеф.....	36
1.3.3 Геолого-гидрогеологические особенности.....	37
1.3.3.1 Геологические особенности.....	37
1.3.3.2 Подземные воды.....	42
1.4 Почвенно-географическая характеристика территории по условиям формирования водного режима.....	47
Глава 2. Изменение водного режима Волги и Ахтубы и качества их вод как один из основных факторов изменения природных комплексов	54
2.1 Изменение стока Волги и Ахтубы под влиянием природных факторов.....	54
2.2 Влияние хозяйственной деятельности на изменение водного режима Волги и Ахтубы по периодам освоения природных комплексов.....	56
2.2.1 Первый период (1907-1955 гг.).....	60
2.2.2 Второй период (1956-1980 гг.).....	67
2.2.3 Третий период (2006-2015 гг.).....	72
2.3 Закономерности гидрологических изменений водного режима.....	72

2.3.1 Сток воды.....	73
2.3.2 Уровень.....	85
2.3.3 Взвешенные вещества.....	93
2.4 Гидрохимические особенности изменений водного режима.....	100
Глава 3. Последствия изменений водного режима и качества речных вод для водно-солевого режима почв и грунтов.....	114
3.1 Анализ режимных наблюдений за уровнем грунтовых вод в природных комплексах.....	114
3.1.1 Полупустынная зона.....	114
3.1.2 Пустынная зона.....	119
3.1.3 Внутризональный ландшафтный район.....	121
3.2 Влияние гидролого-гидрохимических изменений на водно-солевой режим почвогрунтовой толщи.....	122
3.3 Зависимость водно-солевого режима почвогрунтовой толщи от поверхностного стока.....	134
Глава 4. Рекомендации по оптимизации и функционированию природных комплексов Низовья Волги.....	137
4.1 Полупустынная зона (Богдинско-Баскунчакский заповедник).....	137
4.2 Внутризональный ландшафтный район (Волго-Каспийский морской судоходный канал).....	139
Заключение.....	146
Приложения.....	148
Список использованной литературы.....	151

Введение

Актуальность исследования. Под Низовьем Волги понимается территория, относящаяся к участку Нижней Волги, включающей водотоки Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. Астраханская область занимает большую часть (60%) этой территории. В ее пределах отражены все экологические и водохозяйственные проблемы этого уникального природно-хозяйственного комплекса.

Создание гидроузлов Волжско-Камского каскада, регулирование и использование водных ресурсов в бассейне Волги коренным образом изменило гидрологические условия Низовья Волги и наряду с местными антропогенными воздействиями привело к нарушениям в функционировании водных и наземных геосистем региона, многие из которых находятся в настоящее время в состоянии истощения и деградации.

Различные аспекты изменения природных условий, водного и гидрохимического режимов водных объектов Низовья Волги под влиянием хозяйственной деятельности рассматривались во многих работах: Института водных проблем РАН, Государственного Гидрологического института Росгидромета, Государственного океанографического института им. Н.Н.Зубова Росгидромета (ГОИН), Института географии РАН, географического факультета МГУ и других организаций, а также в рамках ФЦП «Возрождение Волги» и «Развитие водохозяйственного комплекса России в 2012-2020 годах». Однако, несмотря на это многие вопросы изменения водного режима и их последствий остаются недостаточно изученными или вообще не рассматривались. К ним, в частности, относится ряд особенностей изменения природных комплексов, в результате совместного воздействия меняющегося в современных условиях режима Волги и местных антропогенных влияний, особенно водно-солевого режима почв и грунтовых вод.

Цель исследования – выявить закономерности изменений водного и солевого режима природных комплексов Низовья Волги (в пределах Астраханской области) под влиянием природных и антропогенных факторов.

В соответствии с поставленной целью решались следующие **задачи**:

1. Дать характеристику природных комплексов Низовья Волги.
2. Выявить закономерности изменения стока р. Волги и химического состава ее вод.
3. Раскрыть особенности формирования водно-солевого режима почв и грунтов природных комплексов Низовья Волги под влиянием природных и антропогенных факторов.
4. Разработать научно-практические рекомендации по снижению негативных изменений природных комплексов Низовья Волги.

Научная новизна диссертационного исследования.

1. Выявлены основные показатели изменений природных комплексов Низовья Волги.
2. Оценены гидрологические и гидрохимические изменения Волго-Ахтубинской поймы в разные периоды ее хозяйственного освоения.
3. Установлена связь водно-солевого режима почв и грунтовых вод в ландшафтных районах Волго-Ахтубинской поймы с изменением ее гидролого-гидрохимического режима. Определена критическая глубина залегания грунтовых вод при весеннем стоке Волги 100 км^3 .
4. Разработаны рекомендации по совершенствованию использования водных ресурсов Низовья Волги, особенно детальные для природных комплексов в заповедной зоне Богдинско-Баскунчакского заповедника Баскунчакского ландшафтного района и района Волго-Каспийского морского судоходного канала Дельтового ландшафтного района.

Защищаемые положения:

1. Оценка состояния природных комплексов Низовья Волги в разные периоды свидетельствует о нарастающей в целом их деградации.
2. Несмотря на предпринимаемые меры, не происходит кардинального улучшения

водного режима и качества вод Волги и Ахтубы.

3. Водно-солевой режим почв и грунтов Волго-Ахтубинской поймы тесно связан с водностью Волги и Ахтубы, уровнем Каспия и обусловленным ими уровнем грунтовых вод, вместе с тем отличаясь на левобережной и правобережной территории Низовья Волги. Определена критическая для состояния природных комплексов глубина залегания грунтовых вод при весеннем стоке Волги 100 км³.
4. Имеются реальные пути улучшения состояния природных комплексов Низовья Волги.

Объекты, методы и методика исследований. В качестве объектов исследования рассматривались природные комплексы Низовья Волги с особым вниманием к водотокам, водоемам и почвам как основным компонентам этих комплексов. Места проведения исследований представлены на рис. 1.

В основу проводимых исследований положен комплекс географо-гидрологических методов.

Для оценки современного изменения гидрологических и гидрохимических показателей был проведен анализ весеннего стока Низовья Волги. Автором обобщены материалы государственных докладов о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Астраханской области и собственные материалы, полученные во время полевых исследований с 2006 по 2011 гг. и 2015 г., о режиме поверхностных и подземных вод в период весеннего половодья и межени.

В каждом природном комплексе установлено влияние водного режима на солевой состав почво-грунтов, почвенных и грунтовых вод. Автором проведено 2295 оригинальных определений, обобщено и проанализировано более 20 тыс. данных почвенных и водных показателей, а также выполнена статистическая обработка полученных результатов. При выполнении работы по гидрохимическим показателям были использованы общепринятые подходы и методы химического анализа природных вод. Для оценки солевого режима почво-грунтов проведены

химические анализы верхнего слоя почвенного профиля на каждой площадке.



Рисунок 1. Картосхема исследуемых участков природных комплексов Низовья Волги в пределах Астраханской области

Практическая значимость результатов работы:

- выполненная оценка современного изменения водного режима позволит совершенствовать методы и технологии, способствующие повышению эффективности использования и охране водных объектов;
- уточненные типы засоления почв и токсичных солей в природных комплексах позволят выбрать оптимальные режимы полива и подобрать наиболее подходящие культуры для выращивания;
- обоснована возможность обеспечения пресными подземными водами Богдинско-Баскунчакского заповедника на севере области в пределах Баскунчакского ландшафтного района;
- разработаны рекомендации по использованию грунта, извлекаемого в процессе производства работ в Волго-Каспийском судоходном канале (ВКМСК) на юге области в Дельтовом ландшафтном районе;
- материалы исследований уже используются в учебном процессе Астраханского государственного технического университета в лекционном курсе по дисциплинам: «Почвоведение», «Природно-техногенные комплексы и основы природообустройства», «Регулирование стока», «Управление водохозяйственными системами», «Мелиорация водосборов».

Фактический материал и личный вклад автора. В основу диссертации положен оригинальный фактический материал, полученный в результате ряда комплексных экспедиционных работ в составе Астраханской группы по исследованию экологических проблем дельты реки Волги Института водных проблем РАН, в совместных работах Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (КаспНИРХ) и Астраханского государственного технического университета (АГТУ) по теме «Исследование формирования речного стока Волго-Ахтубинской поймы с целью дополнительного обводнения», а также в работах по теме РАН «Развитие методов оценки ресурсов и режима поверхностных и подземных вод, прогноза водообеспеченности регионов России при вероятных сцена-

риях изменений климата и развития экономики».

Апробация работы. Основные результаты диссертационной работы были доложены и представлены на: III Международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений» (Астрахань, 2009г.); региональной научно-практической конференции «Современное состояние водных ресурсов Нижней Волги и проблема их управления» (Астрахань, 2009г.); конференциях профессорско-преподавательского состава АГТУ (Астрахань, 2010-2016г.г.); Международной научной конференции АГТУ, посвящённой 85-летию со дня основания вуза (Астрахань, 2015г.); семинарах лаборатории гидрологии Института географии РАН (Москва, 2018-2019г.г.).

По теме диссертационного исследования опубликовано 14 работ, в том числе 4 статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, 1 статья сдана в печать.

Структура диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы. Общий объем работы составляет 162 страницы, включая 33 таблицы, 41 рисунок и список литературы из 169 источников.

Благодарность. Автор благодарит своего научного руководителя проф., д.г.н. Бухарицина П.И. за оказанную поддержку, полезные советы и консультации. Особую благодарность автор выражает доценту кафедры «Безопасность жизнедеятельности и инженерная экология» Г.В. Кутлусуриной за постоянное внимание к работе, ценные советы и рекомендации на всех этапах исследований.

Глава 1. Природные комплексы Низовья Волги и их изменения

Низовья Волги - территория, относящаяся к участку Нижней Волге Волжского бассейна. Нижняя Волга движется по лесостепной, полупустынной и пустынной зонам к Каспийскому морю, по Восточно-Европейской равнине, Приволжской возвышенности, а также Прикаспийской низменности.

Участок Нижней Волги в зависимости от физико-географических факторов формирования водного режима, согласно научно-прикладному справочнику, составленному коллективом авторов под редакцией В.Ю. Георгиевского [110] разделен на подбассейны:

1. Река Волга и реки, впадающие в Куйбышевское водохранилище;
2. Притоки Волги между Куйбышевским водохранилищем и створом Саратовской плотины;
3. Реки, впадающие в Волгоградское водохранилище;
4. Реки Волго-Ахтубинской поймы и дельты.

Подбассейн, включающей реки Волго-Ахтубинской поймы и дельты мы в своей работе принимаем под названием «Низовья Волги» и рассматриваем его в пределах Астраханской области (рис.2).

Л.Н. Гумилев в работе «От Руси к России – очерки этнической истории» [100], территорию между Волгоградом и Астраханью называет Низовьем Волги.

До создания Волгоградского водохранилища Волго-Ахтубинская пойма являлась последним фрагментом естественного течения Волги. Основная часть поймы (60%) находится в Астраханской области, небольшая верхняя часть - в Волгоградской области [148].

Село Верхнелебязье, является границей между Волго-Ахтубинской поймой и дельтой Волги с ее западно-подстепными ильменями.

Это уникальное природно-территориальное образование исследователи, ученые в своих работах называли Волжским Понизовьям, Волго-Ахтубинским междуречьем (Савельева, 1994); долиной Нижней Волги (Бармин, 2002г.), Низо-

вьем Волги (Байдин, 1956; Челобанов, 2002; Бухарицин, 2004).

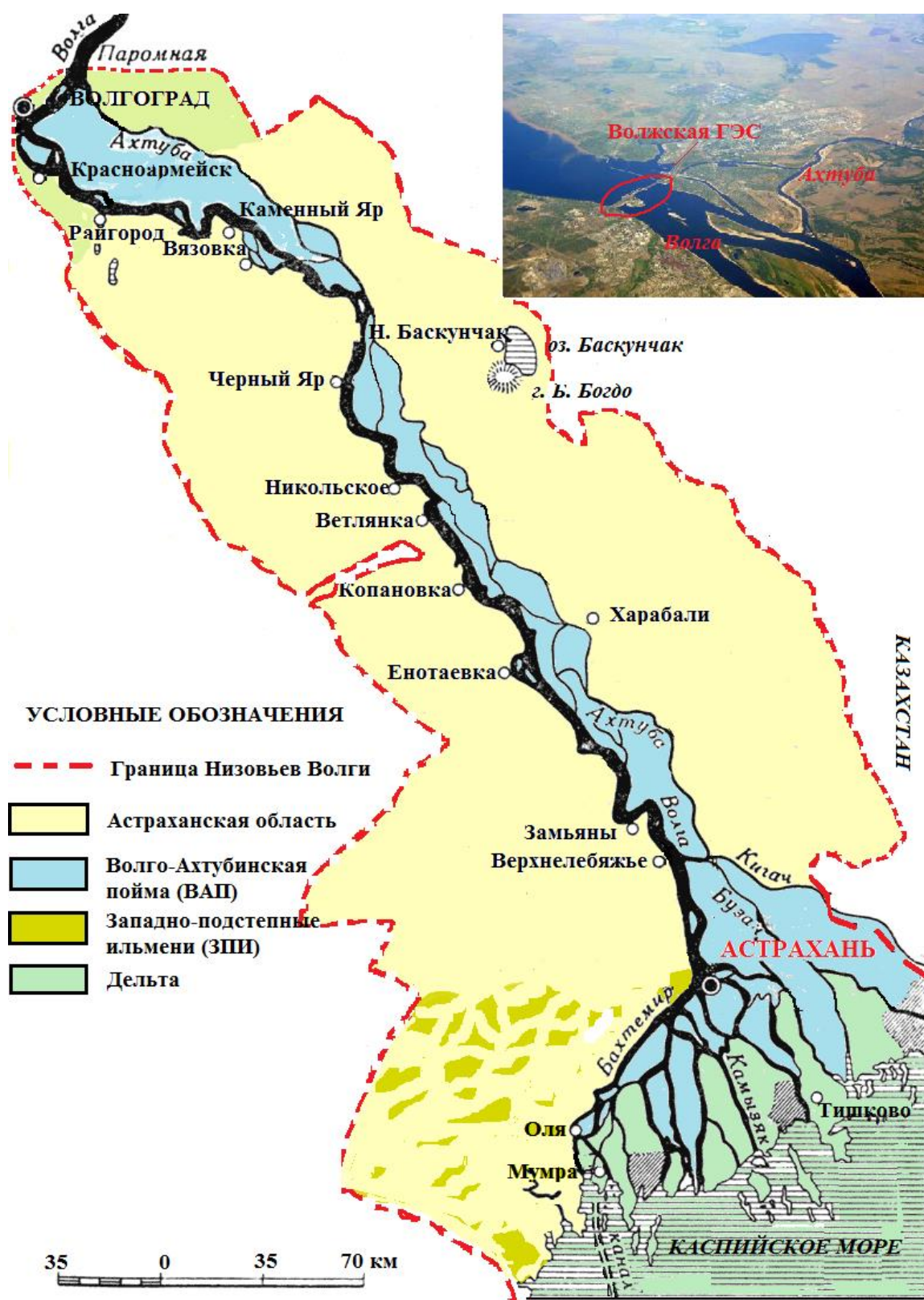


Рис.2 Картосхема Низовья Волги

1.1 Природные комплексы Низовья Волги

Исходя из представлений о природных комплексах и основываясь на И.Н. Волинкина, В.В. Занозина [53], выделено три зоны, где каждой зоне соответствует ландшафтный район Астраханской области и выделяется несколько подрайонов с характерным для них набором урочищ (рис. 3)

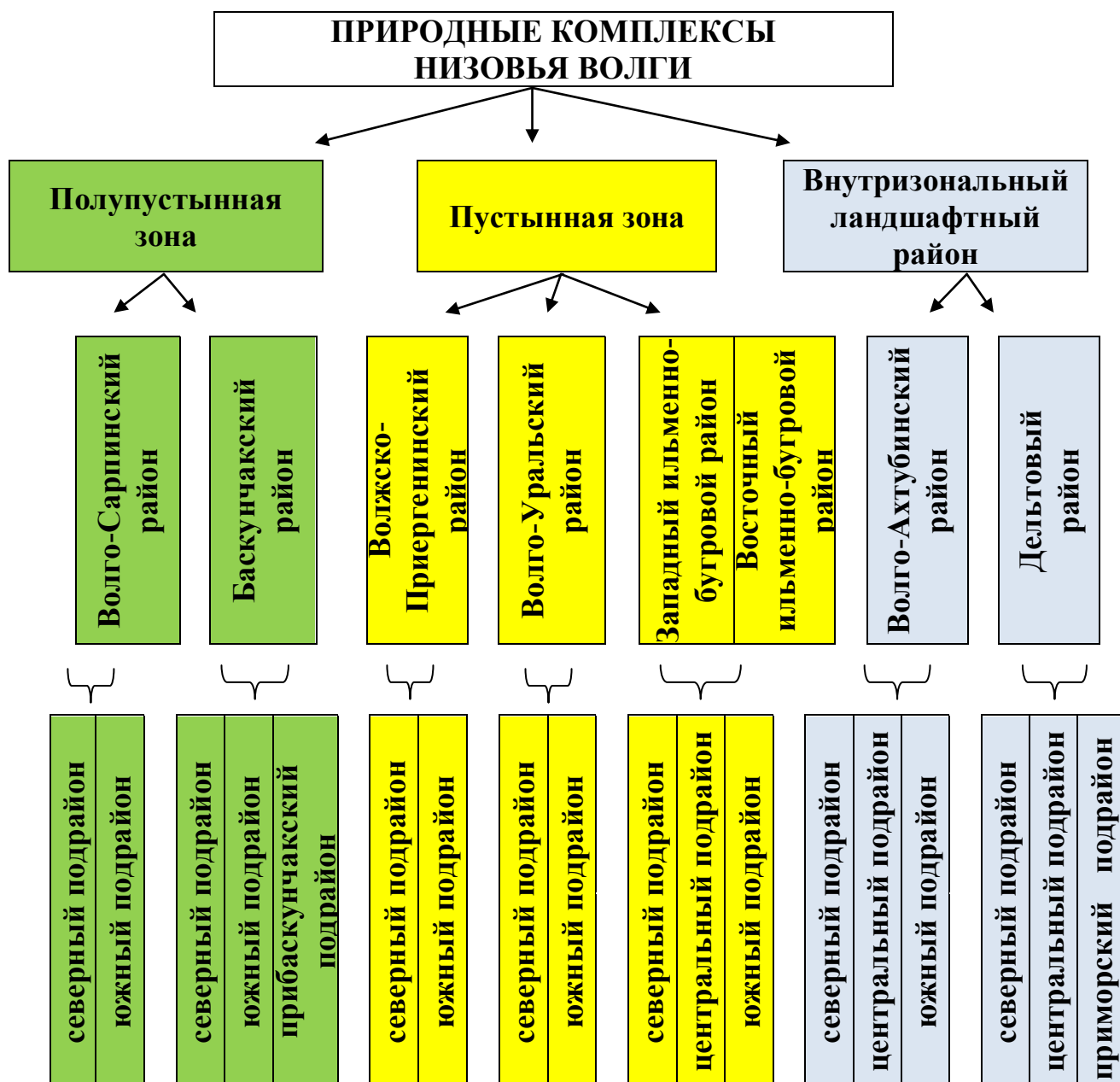


Рис. 3 Блок - схема природных комплексов Низовья Волги (в пределах Астраханской области)

За исключением Баскунчакского ландшафтного района [20,45,46,49,60] остальные ландшафтные районы Низовья Волги (в пределах Астраханской области) относятся к равнинным и характеризуются относительной молодостью. Когда северная часть территории области начала континентальный путь развития их формирование началось в раннехвалынское время.

За основу разработки иерархической структуры ландшафтов Астраханской области взяты классификации И.Н. Воынкина (1969), В.В. Занозина (1999), В.В. Занозина и И.Н. Воынкина (1997). В этих работах детально раскрыта морфологическая структуру природных комплексов области. В работах А.Г Доскача (1979) даются некоторые особенности природного районирования и ландшафтной структуры нашего региона.

В природных комплексах Низовья Волги (в пределах Астраханской области) рассматриваются две природные зоны: *полупустынная и пустынная*, в них выделяются особенные типы местности и ландшафтные районы, характеризующиеся наиболее своеобразными наследственными условиями (табл.1, рис.4) [39,45].

Табл. 1 Классификация ландшафтных районов природных комплексов Низовья Волги (по материалам И.Н. Волынкина, 1997)

Природ- ный ком- плекс	Ландшафтный район	Ландшафтная классификация			
		Тип	Подтип	Род	Вид
Полупу- стынная зона	Волго- Сарпинский	полупустынный	южный	элювиально-морских нижнехвалынских делювиальных низменных	комплексно-солонцовых 20-80 % полынно- злаковых полупустынь
	Баскунчакский		солончаковый внутризональный	гидроморфно-галофитных	озерно-соровых солонча- ков, соленых озер
		карстовый внутризональный	-	покрытого карста	гипсового карста баскунчакского
Пустынная зона	Волжско- Приергенин- ский	пустынный	северный	элювиальных эловых верхне- послехвалынских низменных равнин	кустарничковой пустыни развеянно-навеянных и перевеянных песков
	Волго- Уральский			элювиальных морских верхне- позднихвалынских дефляционных низ- менных равнин	кустарничковой пустыни и перевеянных песков
	Западный и во- сточный иль- менно- бугровой			гидроморфно-элювиальных хвалынских новокаспийских морских и речных де- лювиальных и дефляционных низмен- ных равнин с бэровскими буграми	ильменно-бугровых
Внутризо- нальный ланд- шафтный район	Пойменный	луговой внутри- зональный	незатопляемый	гидроморфно-элювиальных солонцева- тых «остепенных» низин	лиманных и надпойменно-террасовых
	Дельтовый		пойменный затопляемый	аллювиальных гидроморфных луговых	островных злаковоразнотравных
			дельтовый	аллювиальных речных и каспийских гидроморфных	островных тростниково- рогозовых и злаково- разнотравных



Рис.4 Геолого-геоморфологическая карта-схема природных комплексов Низовья Волги в пределах Астраханской области (по материалам И.Н. Воынки-на, Н.И. Воронина, И.В. Быстровой, Д.М. Каца)

В *полупустынной зоне* сформировались Волго-Сарпинский и Баскунчакский ландшафты, в пределах морской аккумулятивной нижнехвалынской равнины.

Пустынная зона представлена Волжско-Приергенинским в пределах морской аккумулятивной верхнехвалынской равнины, Волжско-Уральским, относящийся к эоловой современной равнине, Западным и Восточным ильменно-бугровыми ландшафтами к морской аккумулятивной новокаспийской равнине.

От условий окружающих полупустынных и пустынных ландшафтов, обладают Волго-Ахтубинская пойма и дельта Волги и относящиеся к аллювиально-морской современной равнине [44,166] представлены ***внутризональным ландшафтным районом*** с резко отличающимися совершенно особыми условиями.

Ранее поверхность большей части данной территории подверглась эоловой переработке и представляет собой песчаную дельтово-морскую равнину. Бэровские бугры (рис.4) характеризуют значительную часть рельефа.

Территория, сформированная с поверхности, в основном, глинами и суглинками находится в северной части области, в пределах Волго-Сарпинского и Баскунчакского ландшафтного района, занимает более древний, раннехвалынский. Исключительно ровный рельеф (Доскач, 1979) характерен для него.

Подход (географический) к ландшафтному районированию территории Астраханской области продемонстрировали ученые Московского государственного университета (Отчет по теме НИР «Разработка предельно-допустимых антропогенных нагрузок на природные экосистемы дельты Волги и Волго-Ахтубинской поймы и схемы размещения зон рекреации»). При создании ландшафтной карты за основу была взята карта ландшафтных районов дельты р. Волги (масштаба 1:200000), разработанная Н.Н. Гольчиковой и В. В. Кудиновым (Отчет АГУ, 2004). В.А. Николаев предложил классификацию категорий ландшафтов по структурно-генетическому принципу [113].

На основе перечисленных работ составлена таблица 2.

Табл. 2 Природно-ландшафтная дифференциация Астраханской области
(по материалам И.Н. Волынкина, 1997)

Ландшафт			Индикационные признаки	
Район	Подрайон	Характерные черты	Почва	Растительность
Волго-Сарпинский	северный	западинные	светло-каштановые разной солонцеватости	полынно-злаковая и полынь черная по солонцам
	южный	волнисто-равнинные, подвергнутые эоловой обработке	бурые полупустынные	полынно-злаковая
		балки и береговые овраги, выходящие к правому берегу Волги	светло-каштановые и лугово-бурые	пырейно-разнотравные луга
Баскунчакский	северный	плоскоравнинные	светло-каштановые	полынно-злаковая со злаково-разнотравными лугами
	южный	волнисто-равнинные со следами эоловой обработки	солончаки, солонцы, развеваемые пески	-
	прибаскунчакский	волнисто-равнинные с карстовыми воронками, котловинами, пещерами и т.д.	-	-
Волжско-Приергинский	северный	слабоволнистые, местами холмисто-грядовые	бурые	полынь белая
	южный	межгрядовые понижения солончаков с солеросами и солянками	бурые, пески	полынно-злаковая с овсом песчаным
Волго-Уральский	северный	бугристо-равнинные	бурые, разной степени засоления	полынь белая, рогач песчаный
	южный	бугристо-грядовые, барханы в Аксарайских песках		
Западный и восточный ильменно-бугровой	северный	бэровские бугры и межбугровые понижения – ильмени, формирование астраханита и лечебных грязей	бурые полупустынные	пустынная и полупустынная
	центральный			
	южный			
Пойменный	северный	в зависимости от условий увлажнения выделяют уровень - низкий; - средний; - высокий	иловато-болотные аллювиально-луговые	ситняково-осоковые луга пырейно-разнотравные злаково-разнотравная

	центральный	узкие извилистые озера-старицы и протоки с очень малой кривизной излучин	-	луговая
	южный	мелкогривистые среднего и низкого уровня, блюдцеобразные понижения, занятые пойменными озерами	остепененные-луговые	ленточные леса (ива, тополь)
Дельтовый	северная	внутри-пойменные, отсутствие бэровских бугров	иловато-болотные	луга
	центральная	межбугровые ильмени, култушные ильмени с существенным содержанием органики	луговые темноцветные слитые	влаголюбивая
	приморская	молодые култушные равнины с большим числом мигрирующих водотоков	лугово-болотные, лугово-ильменные	тростниково-рогозовые

1.1.1 Полупустынная зона

Два подрайона: *Северный* и *Южный* составляют *Волго-Сарпинский ландшафт* (табл.2).

Плоская равнина, сложенная глинистыми и суглинистыми отложениями раннехвалынского возраста относится к *Северному подрайону*. В нем на светло-каштановых почвах разной степени солонцеватости сформировалась полынно-ковыльная растительность. На общем фоне данной местности хорошо выделяются западинные урочища с полынно-злаковой и злаково-полынной растительностью и полынью черной по солонцам.

На слабоволнистой морской равнине, сложенной суглинками, песками, супесями и глинами представлен *Южный подрайон*. Полынно-злаковые растительные ассоциации сформированы на бурых полупустынных почвах, где преобладают волнисто-равнинные урочища, подвергнутые эоловой обработке.

Характерные лиманы, зарождающиеся по бессточным замкнутым впадинам и ложбинам периодического стока придают своеобразие югу. На светло-каштановых и лугово-бурых почвах покрыты пырейно-разнотравными лугами, а в

центре лиманов часто формируются заболоченные участки. При большом количестве весенних вод крупные понижения превращаются в мелкие озера. Выходящие к правому берегу Волги урочища балок и береговых оврагов характерными для данного ландшафта.

В *Баскунчакском ландшафте* выделяются следующие подрайоны: *Северный, Южный и Прибаскунчакский*, которые отличаются активным проявлением соляно-купольной тектоники с выходом на поверхность палеозойских отложений.

Светло-каштановые, частично бурые полупустынные почвы развились в *Северной части* на суглинках и супесях. Полынно-злаковые полупустынные растительные сообщества со злаково-разнотравными лугами по лиманам и чернополынниками по солонцам сформировались на поверхности в северной части. На данной территории в большей части развиты плоскоравнинные урочища, а лиманы имеют чаще остаточное происхождение в отличие от аналогичной части Волго-Сарпинского ландшафта.

Волнисто-равнинные урочища со следами эоловой обработки относятся к *Южному подрайону* с распространенными солончаками, солонцами и развеваемыми песками.

Волнисто-равнинные западинные урочища с карстовыми воронками, котловинами, пещерами и т.д. распространены в *Прибаскунчакском* подрайоне. Представлены многочисленными урочищами оврагов и балок природные комплексы эрозионного происхождения. Последние обычно заканчиваются конусами выноса в прибрежной зоне оз. Баскунчак. Отмечаются также урочища соровых солончаков.

1.1.2 Пустынная зона

Волжско-Приергенский ландшафт сложен на севере и западе супесчаными и песчаными, а на юге - песчаными отложениями и начинается от нулевой изогипсы и заканчивается на широте г. Астрахань (табл. 2). *Северный подрайон* (северо-запад ландшафта) представлен слабоволнистой, местами холмисто-грядовой равниной, на которой образовались бурые почвы с превалированием полыни бе-

лой. Закрепленные грядовые и бугристые пески представлены *Южной частью* (Астраханские пески), где на бурых почвах и песках возникает полынно-злаковая растительность с овсом песчаным, колосняком гигантским. Солончаки с солеросами и солянками встречаются в межгрядовых понижениях.

Сложенной песчаными отложениями и супесями на месте морской пологоволнистой равнины позднехвалынского возраста образовался *Волго-Уральский ландшафт*. В результате эоловых процессов здесь сложились бугристые, грядовые и барханные пески с полынью белой и рогачом песчаным на бурых почвах разной степени засоления. Солончаки зачастую занимают понижения мезорельефа. Второстепенное положение (субдоминанты) характеризуют *Северную часть* данного ландшафта, где неоднократно бугристо-равнинные урочища, бугристо-грядовые занимают бугристо-грядовые урочища, а барханы преобладают на юге, в Аксарайских песках. Отличаются мелкобугристые урочища и соровые (или корковые) солончаки. В данном ландшафте, отмечаемые гряды, имеют ширину от 100 до 300 м и возвышаются над окружающей равниной на высоту до 20 - 25 м. Плоскость гряд может быть, как покрыта перевеянными песками, так и закреплена полупустынными и пустынными растительными ассоциациями.

Западный ильменно-бугровой ландшафт занимает значительную часть территории на юго-западе Астраханской области. Он изображен урочищами бэровских бугров и межбугровых понижений.

На бурых полупустынных почвах бугров комплектуется пустынная или полупустынная растительность. Озеровидные водоемы - ильмени чаще всего формируются в межбугровых понижениях. Им, как и бэровским буграм присуще извилистые очертания. При ширине от 0,5 до 1,5 км их протяженность достигает от 1,5-2,0 до 4-6 км. Завершительные между собой соединяются водотоками шириной до 30-50 м и называются ериками. Ерики соединяются ильменями между собой, а также с руслом Волги. В конечном итоге образуется сложная совокупность водоемов и водотоков, по которым волжские воды в период половодий проникают далеко на запад. По мере отдаления от Волги количество ильменей уменьша-

ется, снижается высота бэровских бугров, но при этом возрастает число урочищ высыхающих ильменей, солончаков и соленых озер. В последних наблюдается создание минерала *астраханита* и лечебных грязей, которые издавна используются человеком.

Особая уникальность Западного ильменно-бугрового ландшафта в том, что на протяжении нескольких десятков или сотен метров можно наблюдать смену природных комплексов, как от пустынных и степных, так и до луговых и водно-болотных.

Более чем в 2 раза меньше Западного *Восточный ильменно-бугровой ландшафт*. Отличие от предыдущего района в том, что он представлен меньшими размерами бэровских бугров, они более сглажены и потому не имеют ярко выраженных очертаний. В связи со слабой связью с волжскими рукавами ильмени в данном районе в большинстве своем случае пересыхающие. Часто межбугровые понижения с водотоками-ериками заносятся песками. В данном ландшафте много урочищ соленых озер и солончаков. Формирующиеся на песчаной основе, природные комплексы, занимают в данном ландшафте более значительную площадь, чем аналогичные в Западном ильменно-бугровом.

1.1.3 Внутризональный ландшафтный район

Более непростой структурой обладают ландшафты *Пойменный и Дельтовый* (табл. 2). *Северный, Центральный и Южный подрайоны* входят в ландшафт Волго-Ахтубинской поймы. Наличие пойменных природных комплексов, различных по генезису, возрасту и морфофункциональным показателям [60] характеризуется *Северная пойма*, выделяемая до линии Черный Яр-Ахтубинск. На участках сужения поймы доминируют природные комплексы крупногрядистой поймы, при расширении - плоские и мелкогрядистые. Прирусловые отмели и острова-осередки относятся к русловым природным комплексам. Крупногрядистые природные комплексы образуются за прирусловыми отмелями. Они изображены песчаными и супесчаными валами и гривами, достигающими высоты 6-8 м над меженью. Злаково-разнотравная растительность образовывается на их поверхно-

сти. Довольно широко представлены по крупным гривам леса ленточного и галерейного типа из дуба черешчатого, вяза мелколистного, черного и серебристого тополей, ивы белой. При отдалении от крупных водотоков решающую роль в формировании природных комплексов принадлежит второстепенным - ерикам, протокам и т.п.[73]

Их извилистость приводит к переделыванию крупных грив, их высота снижается до 3-4 м. Эти гривы сложены мелкозернистыми, часто заиленными песками и супесями. Формированию плоских и мелкогровистых пойменных комплексов внутренней, или древней поймы, происходит из-за удаления от русел, что усиливает процесс накопления пойменного аллювия. Выделяют урочища высокого, среднего и низкого уровней в зависимости от условий увлажнения среди данных пойменных комплексов.

На иловато-болотных почвах, в условиях избыточного увлажнения образуются урочища *низкого уровня*, которые представлены зарастающими старицами и ситняково-осоковыми лугами. На аллювиально-луговых почвах сформировались *урочища среднего уровня* - пырейно-разнотравные луга. Их чередуют злаково-разнотравные и полынно-злаковые луга высокого уровня. Широко представлены в этой части поймы урочища старинных озер и особенно озер округлой формы, которые со временем зарастают гидрофитами. Эти озера - следы пойменных, вероятнее, дельтовых протоков, когда-то осложнявших древние пойменные массивы и полностью переработавших первичный пойменный рельеф.

Северная пойма переходит в *Среднюю*, которая наблюдается до линии Ено-таевка - Харабали. Ей присущи некоторые отличия, несмотря на многие черты сходства морфологической структуры данной части поймы. Округлые озера оставляют место многочисленным узким извилистым озерам-старицам и протокам с очень малой кривизной излучин. Очень много на этой пойме песчаных валов и занесенных песком ложбин. На данной территории наблюдается остепненность растительности, особенно луговой, дуб в средней части поймы полностью исчезает [117].

Несколько отличается от остальных подрайонов - *Южная пойма* располагающаяся в пустынной зоне. Мелкогривистые урочища среднего и низкого уровней имеют самый распространенный вид. Встречаются блюдцеобразные понижения, занятые пойменными озерами. Крупногривистая прирусовая пойма занимает меньшую площадь. Высота их существенно снижается, как и высота прирусовых валов, но протяженность грив увеличивается до 1,5 км. Распространению остепненных луговых пойменных комплексов благоприятствует высокое испарение вместе с низким количеством осадков, что приводит к накоплению солей в почвогрунтах. Леса ленточного типа из ивы и тополя формируются на прирусовых валах.

Рельеф дельты Волги также обладает пестротой. Сложные урочища - межурусловые острова - имеют в разных частях дельты свои отличительные черты, что и приводит к ее обособлению. Типичными внутривойменными урочищами изображена *Северная*, наиболее древняя часть, что делает данный подрайон переходным от юга поймы к собственно дельте. Отсутствие бэровских бугров, главная отличительная черта морфологической структуры этой части ландшафта дельты. Наблюдаются водоемы старичного типа, помимо ериков и ильменей. Образованию руслово-ильменных впадин происходит из-за высыхания водоемов и водотоков. На поверхности островов северной части дельты образуются луга от свежих до переувлажненных. Характерными представителями водной растительности являются стрелолист, кувшинка белая, сусак зонтичный, рдесты. Заросли из различных видов тростника и рогоза возникают вокруг водоемов на иловато-болотных почвах.

Разделенные водотоки различной ширины формируют *Центральную* часть дельты, которая состоит из островов. Они меньше по площади, чем их подобие в северной дельте. Бугры Бэра служат каркасом, их своеобразным основой островов. Култушно-равнинные и мелкогривистые урочища с луговой растительностью разной степени увлажнения сформировались вокруг них. Чаше встречаются ильмени, реже солончаки. Сложный рисунок гидрографической сети данной местно-

сти во многом обуславливают Бэровские бугры. Представляя своеобразные преграды, они способствуют разветвлению, соединению и образованию излучин у различных водотоков. Бугры Бэра размещаются неравномерно на поверхности островов центральной части дельты Волги. Они могут группироваться в каком-то одном месте, быть разбросанными по всей территории того или иного острова, а могут занимать одиночное положение. Вокруг них часто формируются шлейфы, называемые бугровым делювием, который сползает с их поверхности. Ширина шлейфов колеблется от нескольких десятков до нескольких сотен метров. Делювий бугра может располагаться как на древних породах, так и на всех современных осадках, покрывая ильменные отложения. Почвенно-растительный покров шлейфов во многом подобный бугровым.

Межбугровые ильмени имеют существенные размеры, чаще овальную форму, слабоогнутое дно и невысокие берега. Средняя их глубина 1- 2 м. В период весеннего половодья большие площади заливались полыми водами, вокруг ильменей и водотоков, что приводило к появлению своеобразных временных водоемов - полоев. Они сменялись переувлажненными лугами на луговых темноцветных слитых почвах после спада воды. В результате осушения култуков - мелководных морских заливов дельты происходил рост островов в центральной части дельты Волги. Култуки, постепенно высыхая, заполнялись осадками реки и моря, закрываясь по краям влаголюбивой растительностью. Со временем они трансформировались в култучную равнину с полого вогнутой поверхностью и прирусловыми валами по краям. Култучный ильмень остается в центре такой равнины. Значительное содержание органического вещества придает ильменным отложениям почти всегда серый, часто - черный цвет. Появление невысоких вытянутых повышений-грив происходит за счет мигрирующих водных потоков, в результате перерабатывания култучных равнин. Понижения между ними заполнялись материалом, приносимым рекой в половодье. По мере его собирания на ровной поверхности выделялись только верхние части грив, что и вызвало образование мелкогривистого рельефа.

В связи с сильным испарением и поступающими в понижения засоленными продуктами сноса с бэровских бугров произошло образование солончаков в центральной дельте, что связано с близким залеганием к дневной поверхности грунтовых вод. Часто можно увидеть вытянутые повышения вдоль русел водотоков, как в дельте, так и в пойме, называемые прирусловые валы. Периодически разливаемые реки во многом определяет внутреннее строение данных природных комплексов. Литологически они изображены переменным слоем крупнозернистого материала - песка и супеси, отвечающие максимуму половодья (или паводкам), и суглинка, откладывающегося в периоды с более низким уровнем. В формировании прирусловых валов большое значение имеют заросли рогоза и тростника, а также леса галерейного типа из ивы или тополя. Они значительно замедляют скорость шедшей из русла воды, что поддерживает интенсивное оседание взвешенных в ней и переносимых водным потоком частиц. Молодые урочища култучных равнин с большим числом мигрирующих водотоков в большинстве в приморской части дельты. Здесь много ильменей, которые образовались на месте мелководных морских заливов. По берегам водотоков располагаются прирусловые валы и возникают мелкогрядистые урочища. Култучные и островные урочища основали прибрежно-култучно-островную часть дельты, где возникает сотрудничество волжских вод и Каспийского моря [133].

На лугово-болотных и лугово-ильменных почвах широко распространены тростниково-рогозовые растительные сообщества. Луга, состоящие из канареечника, пырея, осоки, девясила сформировались на повышенных участках. Часто встречаются ильмени, зарастающие водной растительностью, прирусловые валы с ленточными зарослями ивы, песчаные острова.

1.2 Водотоки Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги

Водный режим Астраханской области определяется трансграничными водами Волги и Ахтубы. В условиях аридного климата р. Волга на территории Астраханской области не принимает ни одного притока. В пределах области протя-

женность Волги составляет 534 км.

К востоку от Волги у г. Волжский (Волгоградская область) отделяется крупный рукав – Ахтуба. На всем протяжении течет параллельно реки Волги, удаляясь от нее на расстояние от 7 до 30 км. В этот рукав отвлекается примерно 2 % волжского стока [159].



Рис. 5 Волго-Ахтубинская пойма долины и дельта Волги

Исток рукава Ахтуба принят за верхнюю границу поймы, за нижнюю – место отделения рукава Бузан от р. Волга (в 46 км севернее г. Астрахань). К востоку от рукава Ахтуба и к западу от реки Волги также входят пойменные участки.

Там, где от Волги отделяется рукав Бузан, к северу от Астрахани, начинает-

Волго-Ахтубинская пойма с множеством озер-стариц, протоков, рукавов, ериков - низменное пространство между Волгой и Ахтубой, заливаемое паводковыми речными водами. Это придает Волго-Ахтубинской пойме некоторые черты, свойственные дельтовым участкам рек.

От Волгограда речная вода Волго-Ахтубы широкой полосой протягивается почти на восток до села Каменного Яра, где изменяется на юго-восточное направление.

Протяженность Волго-Ахтубинской поймы с северо-запада на юго-восток составляет 340 км, при ширине 20-30 км (рис. 5).

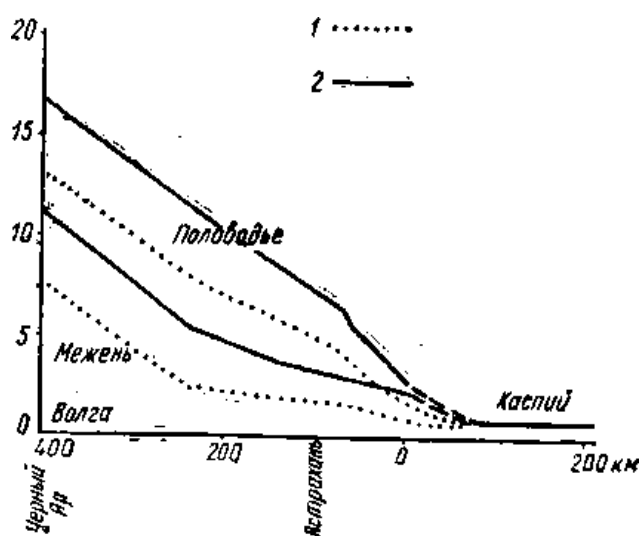
ся дельта. Рукава Старая Волга, Кизань, Болда, Кигач и Бахтемир являются самыми крупными водотоками дельты с запада на восток.

Трасса судового хода (Волго-Каспийский канал) тянется по Бахтемиру. Он простирается на отмелем устьевом взморье Волги, занятом пресной водой. Здесь также находятся многочисленные каналы-рыбоходы [159].

Главные рукава при своем движении к Каспийскому морю разветвляются на протоки и ерики, при впадении в Каспийское море Волга насчитывает порядка 800 устьев.

Волга классическая равнинная река со смешанным питанием – снеговым и дождевым. За счет таяния снега в период весеннего половодья Волга получает основное питание.

В период весеннего половодья, когда в основном и происходит формирование русла, в низовьях равнинных рек наблюдается развитие зоны приустьевого



спада, или, другими словами, зоны распластывания паводковой волны. В пределах этой зоны при растекании и резком снижении волны паводка заметно увеличиваются продольные уклоны водной поверхности по сравнению с меженными (рис. 6).

Рис. 6 Продольные профили водной поверхности Низовья Волги в периоды половодья и межени (по Самойлову, 1952):

- 1 - профиль для года со средним стоком;
- 2 - профиль для многоводного года

1.2.1 Гидрографическая сеть

Для Низовья Волги продольные уклоны водной поверхности нередко возрастают в 1,3-1,5 раза (Валединский, Аполлон, 1928) при соответствующем увеличении скоростей течения и эродирующей силы реки.

Современная Волга зарегулирована каскадами восьми гидроэлектростанциями у г. Волгограда. В настоящее время в период весеннего половодья у Волгограда допустимый максимальный сброс составляет $28000 \text{ м}^3/\text{с}$ и это по сравнению со средним максимальным стоком $33250 \text{ м}^3/\text{с}$ в период половодья до зарегулирования.

После строительства каскада волжских ГЭС Колебания уровней воды в р. Волга регулируются и зависят от проходящих расходов воды. Когда началась нормальная эксплуатация Волгоградского водохранилища, последнего в Волжско-Камском каскаде сток реки Волги полностью зарегулирован (1962 г.).

Наблюдательная сеть Росгидромета [117], действующая на Нижней Волге включает 3 гидрологических поста, находящихся в зоне ответственности Волгоградского ЦГМС, и 23 гидрологических поста (включая 2 МГП – морских гидрологических поста), находящихся в зоне ответственности Астраханского ЦГМС.

В пределах Астраханского биосферного заповедника, в дельте Волги работают 2 ведомственных гидрологических поста.

На Волжской ГЭС [12] ведутся постоянные наблюдения за объемом сброса и за уровнем воды в нижнем бьефе, а в период половодья специализированные наблюдения ведутся в многочисленных дополнительных временных пунктах, которые в основном сосредоточены на верхнем участке ВАП и в районе ЗПИ (рис. 7).



Рис.7 Схема расположения постоянных гидрологических постов

1.2.2 Типизация водоемов

Водоемы Волго-Ахтубинской поймы разграничены на несколько типов [86,118,133,166]:

а) Проточные постоянно - река Волга и рукав Ахтуба и некоторые протоки соединяющие их. В течение всего года здесь отмечаются проточные воды, скорость течений в р. Волга значительно больше, чем в р. Ахтуба и может достигать, а в половодье превышать 1 м/с.

Загрязнение вод повышенное, причем в рукаве Ахтуба оно значительно выше, чем в Волге из-за более сильного влияния загрязнений Волгоградского промузла. Продуцирование органического вещества умеренное и происходит за счет фитопланктона, высшая водная растительность развита слабо, берега рек слабозаросшие. Идет деструкция органики за счет микроорганизмов зоопланктона

и зообентоса. Реакция воды слабощелочная, воды в основном достаточно насыщены кислородом. Концентрация биогенных веществ в пределах или несколько выше нормы, минерализация повышенная.

б) Проточные в период половодья водоемы. Это староречья ериков, протоков и стариц, а также понижения между бывшими прирусловыми валами. Они становятся проточными только в период половодья или, по крайней мере, заполняются полыми водами при соответствующих уровнях половодья. Период затопления - от нескольких недель до 1,5-2,0 мес. в зависимости от продолжительности половодья. Берега крутые, прибрежные районы зарастают надводной растительностью - рогозом, тростником, камышом озерным, у уреза воды - осокой.

Водоемы часто зарастают погруженно-водной растительностью, прикрепленной к грунту - роголистником, урутью, рдестом, иногда харовыми водорослями, занимающими иногда всю толщу воды. Дно водоемов, покрыто жидким слоем ила толщиной до 0,3-0,5 м. В воде и грунте накапливается очень много органических веществ. Водоемы хорошо прогреваются, температура воды в них в период прогрева на 2 - 4⁰С выше, чем в Волге, а в период охлаждения на 1-3⁰С соответственно ниже. Водоемы замерзают и очищаются ото льда на несколько дней (иногда до двух недель) раньше, чем Волга.

В водоемах активно проходят процессы продукции в особенности весной и осенью и деструкции органического вещества, происходит процесс испарения воды - до 1 м/год. После оттежания они становятся кислыми, содержание биогенных веществ сильно увеличивается, повышается минерализация вод, содержание кислорода понижается вплоть до дефицита, в особенности летом и в период ледостава. В период половодья эти водоемы хорошо промываются, вода в них обновляется полностью.

в) Малопроточные водоемы центральной части поймы. Это водоемы пониженной части поймы, преимущественно блюдцеобразные, неглубокие. В период половодья они затапливаются, однако сплошной водный поток их

промывает слабо, а придонные горизонты могут не промываться совсем. Берега водоемов пологие, зарастают надводной растительностью, у уреза воды - осокой, переходящей в луговую растительность. Все гидролого-гидрохимические процессы происходят так же, как и в водоемах второго типа, однако ухудшение качества воды по всем показателям более значительно.

г) *Водоемы, в которые не проникают или проникают редко полые воды.* Они сосредоточены в основном к востоку от рук. Ахтуба или отчленены искусственно дамбами. Вода пополняется в них за счет фильтрации из соседних водоемов преимущественно во время половодья пресными водами, подземного стока и стока с орошаемых участков, минерализованными водами.

На рис. 8-9 отображены характерные виды водоемов.



Рис. 8 Озеро Малиновое
(автор - А.Н. Токарев, август 2016г.)



Рис. 9 Вид озер редко пополняемых
полыми водами
(автор - А.Н. Токарев, май 2016 г.)

1.3 Основные природные факторы формирования водного режима в природных комплексах

Основной фактор, определяющий общую величину стока и его распределение в году - климат. Кроме климата на величину и распределение стока в году влияет и ряд дополнительных факторов: рельеф, густота речной сети, величина и форма бассейна, почва и растительный покров, геологическое строение бассейна, озерность и заболоченность бассейна.

При описании природных условий Астраханской области использованы литературные источники по геологии, геоморфологии (Филиппов, 1958; Рачковская, 1961; Николаев, 1962; Белевич, 1963; Аристархова, 1980; Самборский, 1981; Горелов и др., 1986; Русаков, 1990; Щучкина, 1991; Чалов, 1996; Коротаев, Чернов, 2000); климату – (Ишерская, 1953; Алисов, 1956, Чубуков, 1962; Будыко, 1980; Бесчетнова, Вознесенская, 2002).

Анализ природных условий – климата, рельефа, геологического строения, гидрогеологии, гидрологии, почвенного покрова рассматривается во взаимосвязи, так как изменение одного или нескольких факторов естественного или антропогенного характера может привести к сдвигу сложившихся природных процессов.

1.3.1 Климат

Располагаясь во внутриконтинентальном секторе [32] в природно-ландшафтном отношении Астраханская область принадлежит к умеренному географическому поясу. Климатические особенности характерны для данной территории: температура воздуха имеет резко выраженный годовой ход. Годовая амплитуда экстремальных температур воздуха составляет 70° - 80° . Тепловые ресурсы области велики. В южной половине области сумма температур выше 10°C составляет 3500° - 3600° . С продвижением на север и северо-запад количество тепла убывает, сумма температур составляет 3300° - 3400° . Продолжительность теплого периода (периода с температурой выше 0°C) на территории составляет 235-260 дней.

Безморозный период длится 160-170 дней на севере до 200 дней в дельте Волги. Годовое количество осадков колеблется от 160-180 мм на побережье Каспия до 240-260 мм на севере-западе области. Абсолютный максимум температур 39°C ; 40°C отмечается в июле, абсолютный минимум (-36°C ; -38°C) – в январе. Относительная влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой ход. Наименьшее ее значение отмечается в июле - 40,50%. Минимальные значения в отдельные дни могут снижаться до 15-25%. Особенности климата лучше всего прослеживаются по сезонам года (таб. 3) [43].

Осенний сезон. В первой половине октября температура воздуха сводится к 10°C в сторону понижения, время, когда заканчивается активная вегетация сельскохозяйственных культур. В этот же период, примерно, по северу отмечаются первые заморозки. В середине октября начинаются на юге области заморозки. Устойчивый переход температуры воздуха через 5°C , в конце октября – первых числах ноября, прекращается вегетация сельхозкультур [2].

Зима. В ноябре наблюдается первое временное подмерзание почвы. В ночное время почва обычно подмерзает сверху и оттаивает днем на полную глубину. В начале декабря промерзание почвы приобретает устойчивый характер, а на севере области в конце декабря. В зимний период водный режим водоемов Нижней Волги и дельты определяется попусками воды Волжской ГЭС порядка 8-9 тыс.м³.

Существенное влияние на режим грунтовых вод орошаемых земель дельты, поймы и западно-подстепных ильменей оказывают высокие зимние паводки. На участках, расположенных в непосредственной близости у рек, протоков и ериков в полосе шириной до 300 м в дельте и до 500 – 600 м - в пойме наблюдается наибольший подъем УГВ.

Весна. В конце марта – начале апреля отмечается полное оттаивание почвы. Вызванное весенним снеготаянием половодье.

Лето. Спад весеннего половодья, которое обычно заканчивается в третьей декаде июля, характеризует режим уровней воды рек Нижней Волги и дельты.

Табл.3 Среднегоголетние параметры отдельных факторов, составляющих характеристику климата

Ме- сяц	t ⁰ С воз- духа в 13 час	t ⁰ С поверх верх- ности аллю- виаль- но лу- говой почвы	Ско- рость ветра, м/с	То- же м/с*	Число дней с силь- ным вет- ром, сутки	Тоже сут- ки*	Число дней с пыль- ной бурей, сутки	Отно- ситель- ная влаж- ность возду- ха, %	Количе- ство осадков, приве- денные к пока- зателям осадко- мера, мм	Агрегатное сост. осадков от общего количества, %			Чис- ло дней с ме- те- лью, сутки	Про- должи жи- тель- ность мете- лей, час	Состояние неба по общей об- лачности, сутки	
										твер- дые	жид- кие	сме- шан- ные			яс- ное	пас- мур- ное
I	-22	-6	4,6	5,2	0,9	1,9	0,0	84	23	53,0	17	30	1,00	9,0	2,5	16,8
II	-10	-5	4,7	5,4	1,2	2,1	0,0	82	23	51,0	15	34	0,70	5,0	3,6	12,7
III	3,7	2	5,0	5,7	2,1	3,6	0,0	77	20	39,0	29	32	1,00	6,0	4,2	12,3
IV	14,6	12	5,0	5,6	2,6	4,4	1,0	60	16	0,5	80	20	0,20	2,0	5,1	8,4
V	22,2	22	4,7	5,5	2,0	3,1	1,0	56	24	-	100	-	-	-	5,5	5,4
VI	26,9	28	4,3	4,9	1,6	2,9	1,0	53	21	-	100	-	-	-	6,4	2,9
VII	36	30	3,7	4,2	0,9	1,3	0,5	54	18	-	100	-	-	-	10,2	2,5
VIII	28,8	28	3,6	4,1	1,0	1,5	2,0	58	16	-	100	-	-	-	11,3	2,5
IX	22,4	20	3,8	4,3	1,2	1,5	0,5	64	20	-	100	-	-	-	10,8	3,1
X	14,2	10	4,1	4,5	1,0	1,9	0,0	73	17	0,5	89	0,03	0,03	0,8	6,2	7,2
XI	5,2	2	4,4	5,0	1,2	2,1	0,0	82	21	14,0	69	0,50	0,50	6,0	4,0	12,4
XII	-1,5	-3	4,6	5,0	0,9	1,8	0,0	85	30	41,0	34	0,80	0,80	3,0	2,5	17,4
Год	13,1	12	4,4	5,0	1,7	2,8	6,0	69	249	14,0	74	5,00	5,00	3,2	72,0	104,0

Примечание: * - метеоданные по станции «Астрахань», абс. отм. минус 19 м.

Почвообразовательные процессы во многом контролируют среднегодовое количество осадков и температурный режим. Плюс 13,1⁰С - среднегодовая t⁰С воздуха, t⁰С (плюс 36⁰С) средние из абсолютных максимумов приходится на июль, минимумов (минус 22⁰С) - на январь.

Продолжительность безморозного периода в воздухе, средняя, составляет 181-189 сут., на почве – 166 сут. В конце декабря до начала марта (70 дней) наблюдаются отрицательные t⁰С в слое почвы 0,2 м. С февраля по март глубина промерзания почвы достигает 43 см.

Период затухания элювиально-иллювиальных почвенных процессов в слое 0,2 м (271 день), а в слое 0,4 м (302 дня), характерен для среднй продолжительности безморозного периода. Режим ветров, влажность воздуха, повторяемости туманов, метели (таб. 3) являются важными элементами климата помимо выпадения осадков. В течение всего года особенно в холодный период, преобладает широтная циркуляция воздушных масс [47]. Формирование в осенне-зимний период года антициклона над Казахстаном и Черноморского минимума атмосферного давления приводит к возрастанию горизонтальных барических градиентов, увеличению скоростей ветров восточных (до 70%) румбов (таб. 4).

Табл.4 Среднемноголетняя повторяемость направления ветра и штилей, %

месяц	румб								штиль
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
I	9/10	15/16	22/23	14/11	5/5	10/10	15/14	10/11	2/5
II	8/8	16/18	26/27	13/11	5/6	8/7	13/12	11/11	2/4
III	8/8	14/16	21/21	14/13	8/6	8/9	14/15	13/12	2/5
IV	7/8	12/14	24/24	17/16	10/9	7/6	11/11	12/12	2/5
V	10/9	12/15	18/20	18/16	8/8	9/8	12/12	13/12	3/6
VI	12/11	12/14	13/16	14/13	10/10	11/9	14/13	14/14	4/8
VII	15/13	10/12	11/13	12/11	10/11	14/12	14/15	14/13	4/9
VIII	13/14	12/13	16/16	16/13	10/11	10/9	11/11	12/13	5/9
IX	11/11	10/14	19/21	18/13	8/7	8/8	13/12	13/14	5/8
X	8/8	12/14	20/22	16/12	6/6	10/9	15/16	13/13	4/9
XI	8/8	15/19	29/31	15/11	5/5	8/6	11/11	9/9	3/7
XII	7/7	14/16	29/30	15/12	5/5	9/8	12/12	9/10	2/6
Год	10/9	13/15	21/22	15/13	7/8	9/8	13/13	12/12	3/6

Примечание: метеоданные в числителе – по станции «Астрахань, ГМО», абс.отм. – 22 м.; в знаменателе – по ст. «Астрахань», - 19 м.

Практически ежегодно, при сильных Ю и ЮВ ветрах случаются солевые бури, приносящие эвапоритовый материал в почвы из областей развития соляных озер и ильменей нижней части дельты. Весной бури случаются до заполнения дельты полыми водами, поздней осенью – после спада паводка и подсушивания озер.

Наибольшая среднемноголетняя годовая повторяемость направления ветра в ночные и утренние часы приходится на В и СВ румбы (22-18%). Во второй половине дня и вечером - на В, ЮВ румбы (18-21%). Наибольшая повторяемость (до 7%) штилей приходится на ночь.

1.3.2 Рельеф

В пределах северо-западной части Прикаспийской низменности, на юго-востоке Восточно-Европейской равнины, Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги располагается Астраханская область. Ниже уровня мирового океана [127] лежит большая часть территории области. Абсолютная высота на севере области постепенно понижается от 15-20 м, на юге у побережья Каспийского моря до минус 27 м. Самая высокой точкой является гора Большое Богдо (150 м по А.К. Певневу, 1968).

Современный облик рельефа Прикаспийской низменности во многом обусловлен трансгрессиями и регрессиями Каспия четвертичного периода, деятельностью ветра и поверхностных вод [158].

Северную часть Астраханской области (примерно 1/3 часть) занимает нижнехвалынская морская равнина. Равнинный рельеф осложнен солянокупольной тектоникой, лиманами, являющимися реликтами моря, суффозионными западинами и просадками, ложбинами периодического стока, оврагами.

Южнее поверхность области представлена верхнехвалынской морской волнисто-бугристой равниной осложненной эоловыми формами рельефа, незакрепленными и полужакрепленными песками, образующими гряды, цепи, барханы [135].

На юге верхнехвалынской равнины расположен район развития своеобразных форм рельефа – бэровских бугров. Бугры впервые были описаны академиком Бэром, по имени которого они и названы [3].

Межбугровые понижения в районах, прилегающих к пойме и дельте Волги, как с запада, так и с востока заняты водоемами – ильменями. Периодически они заполняются паводковыми водами или при нагонах воды с моря. Ильмени, потерявшие связь с волжскими водами пересыхают и превращаются в соленые озера.

Равнинную территорию Астраханской области с северо-запада на юго-восток пересекает Волго-Ахтубинская пойма, водные потоки которой при впадении в Каспийское море образуют дельту. Волго-Ахтубинская пойма представляет собой современную аллювиальную равнину, которая формируется из собственно пойменного, старичного и руслового аллювия. Рельеф представлен прирусловыми отмелями, косами, осередками, которые приурочены к крупным водотокам и подвергаются интенсивной переработке волжскими протоками. Со стороны поймы косы и отмели окаймляются гривами прирусловых валов, чередующимися с межгривистыми понижениями [44].

Дельта – это аллювиально-морская равнина, снижающаяся к Каспию, с поднимающимися над нею бэровскими буграми. В её нижней части аккумулируется большая часть твердого стока наносов, которая и является основным рельефообразующим фактором для дельты Волги. Крайняя часть дельты связывает морской край дельты и авандельту, т.е. надводную и подводную ее части. Здесь идет образование современного рельефа дельты [113] под действием аккумуляции речного аллювия и морских отложений.

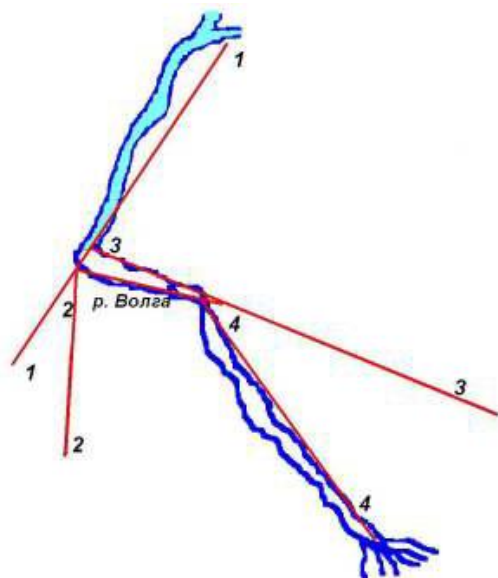
1.3.3 Геолого-гидрогеологические особенности

1.3.3.1 Геологические особенности

Геологические условия Астраханской области определены длительной историей ее развития. Территория области в тектоническом отношении располагается в пределах двух платформ Восточно-Европейской и Предкавказской. Между

ними переходная полоса - зона сочленения платформ [49, 111].

Разломы в фундаментах платформ отражаются тектоническими нарушениями в осадочном чехле и на местности соответствуют руслам Волги и Ахтубы (рис. 10).



Разломы:

- 1 – 1 Волжско-Ергенинский
- 2 – 2 Сарпинский
- 3 – 3 Азигирский
- 4 – 4 Нижне-Волжский

Рис. 10 Схема соотношения разломов фундамента с планом долины Нижней Волги (по Самборскому, 1981)

В течение длительной истории геологического развития местность Астраханского региона неоднократно терпела погружения, при этом большая её часть затапливалась морскими водами. В результате возник осадочный чехол, в разрезе которого выделяются породы, начиная с девонского периода, существовавшего около 360 миллионов лет назад, до современных отложений.

Максимальная мощность осадочного чехла установлена в Прикаспийской синеклизе, в пределах которой располагается большая часть территории Астраханской области. По данным сейсмических исследований мощность осадочного чехла составляет около 15 километров. В настоящее время по результатам поискового бурения на углеводородное сырьё фактический разрез чехла установлен до глубины 7 тысяч метров [93,94,114].

Литологический разрез осадочного чехла, начиная с девонских отложений,

представлен терригенно-карбонатной толщей. Залегающие выше породы каменноугольного периода представлены толщей известняков, вплоть до нижнепермских отложений.

Важную роль в геологическом развитии области сыграл нижнепермский период, существовавший 250-280 млн. лет назад. В нижнепермском периоде (кунгурский век) при установившемся жарком климате возникало накопление огромных масс каменных солей в мелководном бассейне. В этот период солеродный бассейн (Палеотетис) представлял собой остаточное внутриконтинентальное море, по мере обмеления которого в течение около 10 млн. лет сформировалась мощная (3-5 км) соляная толща. Химический состав толщи представлен, в основном, галитом, ангидритом, калийными и другими солями.

Климатические изменения, последовавшие после кунгурского периода, происходили одновременно сменой осадконакоплений (континентальных и морских), в результате которых соляные толщи были перекрыты различными слоями осадочных пород, начиная с верхнепермского возраста до современных [136]. Мощность покровной толщи достигла от сотен метров до нескольких километров. Под гравитационным воздействием накопившихся осадков возник соляной тектогенез. Процессы пластического перераспределения соли с разной интенсивностью продолжались в последующие этапы вплоть до настоящего времени. Временами происходит вертикальное перемещение пластов каменной соли. Этот процесс протекает неравномерно и сопровождается поднятием перекрывающих ее горных пород [52].

Начиная с неогенового периода, большое значение в геологическом строении региона приобрели трансгрессивно-регрессивные движения Каспийского моря - остаточного водоема Мезотетис. За более чем 24-х миллионный период, длившийся с начала неогена, накапливалась преимущественно песчано-глинистая толща общей мощностью свыше пятисот метров [48]. В песчаных прослоях, имеющих выдержанное распространение в

пределах всей территории области, произошло увеличение подземных, преимущественно минерализованных вод.

Соляная тектоника определяет особенности гидрографии отдельных участков поймы и водораздельных пространств. Соляные структуры в крест простира-ния пересекаются Волго-Ахтубинской долиной. Ряд куполов в современную эпо-ху пассивен (Свиточ, 2002), а современная скорость роста отдельных соляных ку-полов Прикаспия составляет от 0,9-1,0 до 3-4 мм/год (Синяков и др., 1996). Соля-нокупольная тектоника отражает геоморфологический облик территории Астра-ханской области. Наиболее ярко действие соляно-купольной тектоники выражено в северной части области [93].

Интенсивные поднятия каменной соли, происходящие от одного геологиче-ского этапа к другому, включая и современный период, привели к образованию обширного Баскунчакского соляного массива. Вследствие солянокупольной тек-тонике на фоне рыхлых четвертичных отложений на дневную поверхность выне-сены древние позднепалеозойские и мезозойские породы, образовавшие самую высокую точку на территории области – гору Большое Богдо (рис. 11).



Рис.11 Гора Большое Богдо <http://www.cosmoenergy.ru>

Вершины соляных куполов в пределах Баскунчакского соляного массива покрыты сильно дислоцированными гипсоангидритовыми породами кепрока. Они обладают хорошей растворимостью и почти не содержат глинистых частиц (И.В. Головачев, 2006).

Наряду с растущими соляными массивами формируются участки, испытывающие прогибание (мульды). В пределах одной из компенсационных мульд существует современный соляной бассейн – озеро Баскунчак.

Сульфатные породы распространены практически со всех сторон по отношению к озерной котловине Баскунчак. Трещиноватость сульфатных отложений велика на фоне соляной тектоники, а наличие растворителя в виде атмосферных осадков дополняет благоприятные условия для развития карста. Таким образом, широко развиты эндогенные и экзогенные процессы в пределах Баскунчакского ландшафтного района образовали различные по форме подземные и поверхностные карсты [97].

В одной из карстовых воронок образовалось озеро с пресной водой – оз. Карасун (рис.12).



Рис.12 Озеро Карасун <http://geosfera.org/evropa/russia>

В настоящее время территория Баскунчакского соляного массива является заповедной (Богдинско-Баскунчакский заповедник), относящейся к особо охраняемым объектам области.

1.3.3.2 Подземные воды

В соответствии с геолого-географической историей развития региона происходило формирование подземных вод и в пределах Богдинско-Баскунчакского заповедника. Сложная геологическая история определяет своеобразие и сложность гидрогеологических условий. Солянокупольные поднятия способствовали возникновению глубоких разрывных нарушений в породах и, тем самым, гидравлической связи между отдельными горизонтами и комплексами, а также контакту их вод с галогенными породами [10,52].

Неравномерное гипсометрическое положение фрагментарных водовмещающих толщ, разнообразие их литологического состава и сложное тектоническое строение Баскунчакского массива и других куполов обусловили своеобразные гидрогеологические условия этого района.

Водоносный горизонт современных элювиально-делювальных и хвалынских морских осадков района имеет спорадическое распространение. Подземные воды таких отложений обнаружены на приподнятых в рельефе вершинах и склонах куполов Баскунчакского соляного массива.

Литологический состав водовмещающих пород разнообразен и зависит от состава пород местных источников сноса – сводов куполов Баскунчакского массива. Водовмещающие породы состоят из разнозернистых песков с включением грубообломочного материала – галек и щебня известняков, гипсов, песчаников, мергелей и аргиллитов палеозойского и кайнозойского возраста. На участках морских хвалынских отложений, удаленных от выходов древних пород, количество грубообломочного материала в водовмещающих породах уменьшается. Разрез представлен переслаивающимися песками, супесями и суглинками с галькой местных пород в основании. Пески разнозернистые, чаще тонкозернистые. Они нередко замещаются по простиранию супесями и суглинками. Шоколадные глины

присутствуют в виде маломощных прослоев в песках.

Уровень подземных вод находится на абсолютной отметке 11 м. кровля водоупора на 3 м. Мощность водовмещающих пород хвалынского возраста колеблется от 4,5 до 8,0 м. Водообильность верховодки незначительная, зависит от количества атмосферных осадков, свободно проникающих в него лишь в местах развития проницаемых пород [53].

Дебиты скважин и колодцев, каптирующие воды спорадического распространения составляют не более 0,01-0,05 л/сек, при понижении уровня 5,6 м.

Минерализация вод горизонта изменяется от 0,5 до 6,0 г/л. Химический состав их разнообразен. Обычно по составу воды сульфатно-гидрокарбонатные натриевые. На их состав существенно влияет литология водовмещающих пород [6].

Например, в колодце у кошары Верблюжья на гипсовом поле Шар-Булак южного побережья озера Баскунчак, воды сульфатно-натриевые с минерализацией 3,0 г/л. Наиболее минерализованные воды тяготеют к нижней части водовмещающей толщи горизонта и содержат соли до 4,0-6,0 г/л. Чаше распространены воды с минерализацией 1,0-2,0 г/л. Пресные воды с минерализацией до 1,0 г/л встречаются редко [123]. Разгрузка вод рассматриваемого горизонта осуществляется в озеро Баскунчак по дренирующим их балкам. Воды, стекая по склонам, собираются в днищах балок в виде ручьев, расходы которых невелики и зависят от времени года. В балке Кордонной, у юго-западного побережья озера, образовалось искусственное глубокое озеро посредством плотины, сооруженной неподалеку от устья балки.

Выше охарактеризованные воды, развитые на сводах и склонах куполов, имеют общую поверхность с водами хвалынских морских и хазарских аллювиальных отложений.

Водоносный горизонт хвалынских морских и хазарских аллювиальных отложений распространен западнее и южнее озера. Он представлен мощной толщей песчано-глинистых пород, достигающей 80 м. Водоносные пласты, как правило,

заклучены в нижней хазарской части горизонта. Песчаные прослои в хвалынских осадках редки и маломощны и не имеют существенного как коллекторы подземных вод.

С этими отложениями связаны пресные подземные воды [60]. Наиболее крупная площадь распространения пресных подземных вод в Астраханской области расположена западнее озера Баскунчак, так называемое Ахтубинское месторождение пресных подземных вод. Оно находится в окружении склонов Южно-Баскунчакского, Шунгулинского и Капустиноярского соляных куполов. Кроме того, участки развития пресных вод подземных вод имеются на южных склонах Южно-Баскунчакского купола [94].

Существование пресных подземных вод объясняется благоприятными условиями, создавшими активный водообмен в этой зоне. С одной стороны происходит питание атмосферными осадками и свободная их инфильтрация в верхнюю часть горизонта; с другой – возможность разгрузки минерализованных вод нижней части водосодержащих толщ в Волго-Ахтубинскую долину. Таким образом, происходит естественный процесс вытеснения минерализованных грунтовых вод атмосферными водами по принципу сообщающихся сосудов.

Разобщенные пласты пород, содержащие пресные воды со средней мощностью около 20 м, занимают территорию, ограниченную линиями, соединяющими населенные пункты В. Баскунчак - Ахтубинск - Болхуны - Глубокие колодцы - Зеленый сад - В. Баскунчак. Пресные воды залегают в интервале от 8 до 68 м, но чаще всего в интервале от 30 до 50 м, подстилаясь водоупором. В некоторых случаях они, вниз по разрезу, постепенно сменяются солоноватыми водами.

Образование месторождений пресных пластовых вод с восполнимыми статическими запасами в условиях аридного климата с небольшим количеством осадков (менее 300 мм/год) является редким случаем. Ряд авторов образование месторождений пресных вод Баскунчакской группы связывают с особенностями геологической историей региона в четвертичном периоде, обусловленными оледенениями на Русской равнине (Николаев, Синяков и др., 2007). Неоднократные

оледенения, вызванные изменениями климата, отразились и в Прикаспии.

Анализ палеогеографической обстановки свидетельствует о том, что оледенения, а также межледниковые периоды повлияли на трансгрессивно-регрессивные фазы Каспийского моря. Регрессивные фазы привели к образованию аллювиально-озерной равнины, где отлагались терригенные осадки – пески, суглинки, глины мощностью до 220 м. С наступлением континентального режима активизировались и тектонические движения солянокупольных структур. Особенно ярко это проявилось в районе Баскунчака. При очередной регрессивной стадии в пределах аллювиально-озерной равнины отлагались осадки стречневой, русловой, пойменной и озерно-старичной фаций: галечники, гравий, крупные и мелкие пески, глины, илы. Мощность толщи достигает 50 м. Именно с этими отложениями связаны залежи пресных подземных вод Баскунчакского типа.

Процесс формирования месторождений пресных подземных вод, начавшийся в конце плейстоцена, продолжается и поныне. Анализ площадного распространения залежей подземных вод с различной минерализацией показывает, что пресные воды приурочены к сводам и склонам активных соляных куполов.

Водовмещающие породы, содержащие пресные подземные воды, представлены песками разномеристыми хазарского возраста (аллювий) и залегают в интервале 30-50 м. Сверху вниз в интервале 0-30 м развиты суглинки и «шоколадные» глины хвалынского возраста, ниже залегают бакинские глины. Воды обладают местным напором, достигающим 15 м [93,94].

Мощность горизонтов пресных вод, залегающих на солоноватых пластах, составляет 10-18 м, а подстилаемых водоупором от 17 до 60 м. Максимально обводненный горизонт вскрыт эксплуатационной скважиной в поселке Зеленый Сад. Мощность водосодержащей толщи составляет 60 м и расположена в интервале от 8 до 68 м. Вода на этом участке пресная, по своему составу гидрокарбонатная натриевая с минерализацией 0,7 г/л. Дебит скважины составил 420 м³/сутки. Скважина в течение двух десятилетий обеспечивала чистой питьевой водой население поселка.

С 1907 по 1991 годы у поселка Верхний Баскунчак действовал водозабор, эксплуатировавший подземные воды питьевого качества. В отдельные годы дебит водозабора достигал 7 тыс. м³/сут, что обеспечивало потребность в воде около 15 тыс. жителей, проживающих в поселках Верхний, Средний и Нижний Баскунчак. Впоследствии это месторождение было законсервировано [114]. В сводах и на склонах Баскунчакского соляного массива, где под водоносными хазарскими осадками залегают водонасыщенные породы тюрькянского, бакинского и апшеронского горизонтов, неогенового комплекса или подакчагыльской толщи, существует гидрогеологическая связь между всеми горизонтами, что подтверждается рядом скважин. Кроме того, воды всех основных горизонтов, исключая воды хазарских аллювиальных осадков, имеют сходный химический состав и повышенную минерализацию. Величина минерализации колеблется от 1,7 до 63,5 г/л.

В трещиноватых раскарстованных породах кунгурского яруса нижней перми циркулируют подземные воды. Они вскрыты скважинами на различных глубинах, выходят на поверхность в виде родников. Воды этого комплекса характеризуются высокой минерализацией от 10-35 до 260 г/л и выше, хлоридным натриевым составом. Основной поток их направлен в сторону баскунчакской котловины, что и является основным источником пополнения и формирования соляных залежей. На большей части территории Астраханской области подземные (грунтовые) воды залегают на глубине от нескольких метров до 20-50 м. Водоносные горизонты грунтовых вод представлены песками современного хвалынского и хазарского возраста.

Грунтовые воды характеризуются повышенной минерализацией от 3,0-5,0 - до 20,0-40,0 г/дм³ [154].

В водоносных слоях между пластами водоупорных пород находятся межпластовые подземные воды. Начиная с четвертичных отложений этот тип подземных вод, прослеживается в разновозрастных горных породах по всему геологическому разрезу. Повышенная минерализация от 10,0-30,0 до 150,0-250,0 г/дм³ [9,26] характеризуется большей частью межпластовых вод.

1.4 Почвенно-географическая характеристика территории по условиям формирования водного режима

В соответствие с физико-географическими условиями региона в пределах природных комплексов Астраханской области преобладают основные типы почв (табл. 5)

Табл. 5 Преобладающий тип почв Астраханской области (по материалам Н.В. Челобанова, 2003)

Природные комплексы	Ландшафтный район	Преобладающий тип почв	Климатические (теплый период года) и ландшафтные особенности
Полупустынная зона	Волго-Сарпинский - Баскунчакский	светло-каштановые солонцеватые и засоленные суглинистые	Осадки 145-195 мм.
	Баскунчакский - Волго-Уральский	бурые полупустынные супесчаные	Занимают 2/3 пахотных земель. Осадки 100-160 мм.
Пустынная зона	Волжско-Приергенинский – Западный ильменно-бугровой	бурые полупустынные на буграх Бэра, на южных склонах пятна солонцов, в межбугровых пространствах ильменно-луговые и пойменные	Широкое распространение бугров Бэра, между которыми обычно расположены ильмени. Северные и западные склоны бугров более крутые, чем южные и восточные. Пологие склоны, как правило, заканчиваются прибугровыми шлейфами. Осадки 100-114 мм.
Внутризональный ландшафтный район	Пойменный - дельтовый	лугово-степные, луговые	Территория в виде расширенного к югу треугольника, состоящего из множества островов, разделенных многочисленными речками, протоками и ериками. Осадки 93-109 мм.
	Пойменный	пойменные и ильменно-луговые	Преимущественно пахотные земли. Осадки до 189 мм.

На карте Астраханской области (рис.13) отображены все типы почв, их комплексы и сочетания [64].

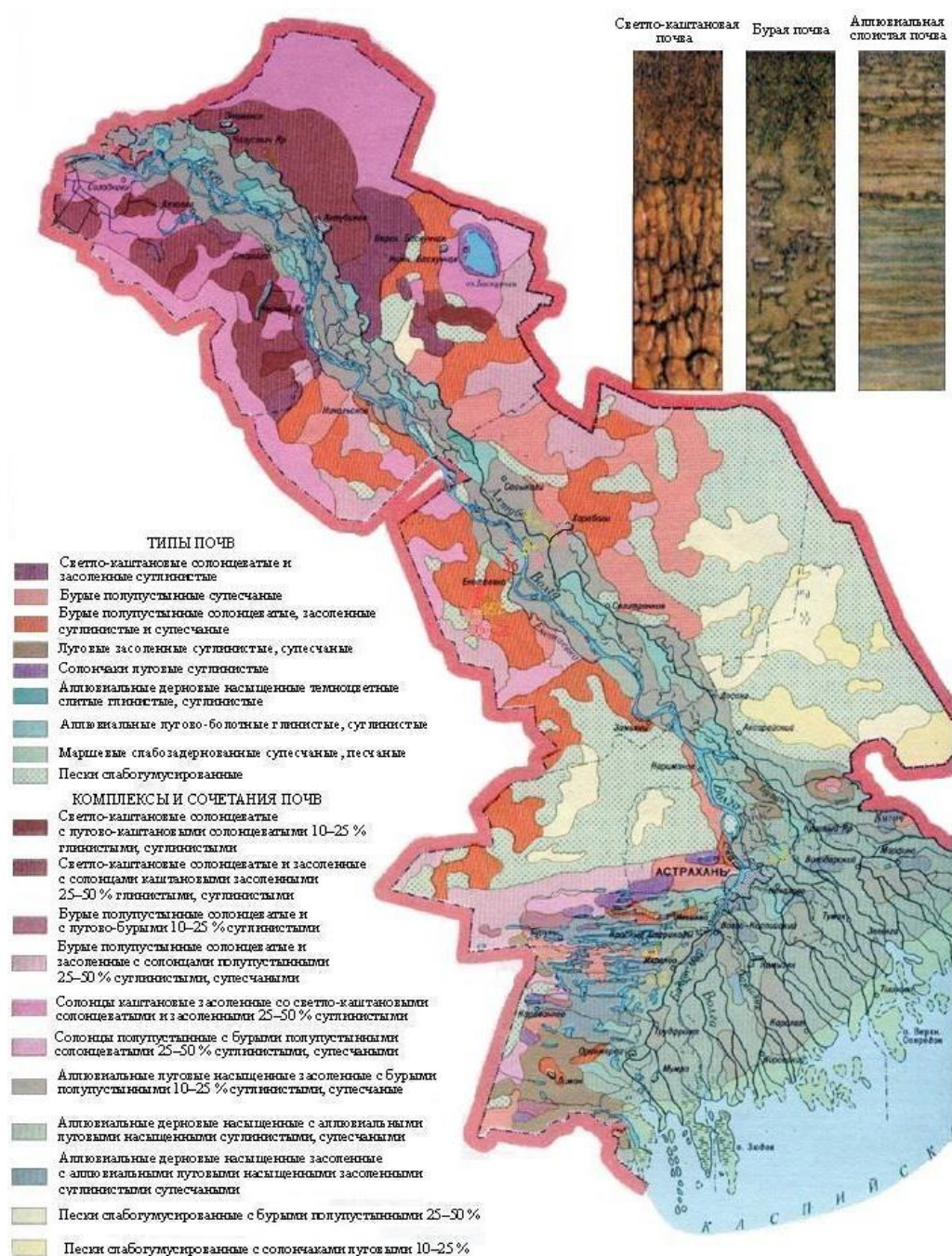


Рис.13 Почвы Астраханской области (по А.Н. Животову, 1997)

В полупустынной зоне светло-каштановые почвы развиты пятнами или полосами на возвышенных участках в северной части области, на право- и левобережье Волго-Ахтубинского района [80,101]. Эти почвы делятся на различной степени солонцеватые разности. Мощность гумусовых горизонтов этих почв составляет 30-40 см. Количество гумуса не превышает 3 %. Нижняя часть почвенного

профиля засолен. В целом засоленность почв составляет 70-80 %. Глубина залегания грунтовых вод более 10 м.

По мере продвижения на юг полупустынная зона сменяется пустынной [128]. Светло-каштановые почвы сменяются бурыми полупустынными, занимающие значительную часть территории области. При усилении засушливости климата они продвигаются все дальше с севера на юг и характеризуются повышенной засоленностью.

Количество гумуса (в зависимости от механического состава) колеблется от 0,66 до 1,45 %. Глубина залегания грунтовых вод более 6 метров.

По предположению В. А. Ковды (1973), эти почвы прошли в своем развитии все стадии дельтового почвообразования, вплоть до интенсивного засоления, и являются крайним звеном в эволюции почвенного покрова региона [81,82,83].

Внутризональный ландшафтный район объединяет лугово-степные, луговые, пойменные и ильменно-луговые типы почв пойменного и дельтового районов. Почвы распространены, на участках коренных берегов Волги и шлейфовых зонах бугров Бэра. В зависимости от места распространения и материнских пород в дельте на песчано-суглинистых аллювиальных отложениях развиваются аллювиальные дерновые насыщенные почвы на гривистых и равнинных элементах рельефа. Уровни залегания грунтовых вод колеблются в пределах 2,5-3,5 м.

Аллювиальные луговые насыщенные формируются на пониженных поверхностях рельефа – межгривных, межбугровых и ильменных с более высоким уровнем залегания грунтовых вод (1,0-2,5 м). Засоленность этих почв составляет 50 %.

На небольших площадках коренных берегов и шлейфовых участках бугров формируются аллювиальные дерново-опустынивающиеся карбонатные почвы. Основой для их формирования служат переслаивающиеся суглинистые и делювиально-аллювиальные отложения, подстилаемые мощными толщами древне-каспийских пород различного механического состава. Почвы характеризуются различной степенью засоленности. Участки развития этих почв затапливаются редко, лишь в годы высоких половодий. Глубина залегания грунтовых вод изме-

няется от 2,5 до 4,0 м.

К типу гидроморфных солончаков относятся почвы аллювиального происхождения, содержащие в поверхностном слое более 2 % солей. Ежегодно затапливаемых во время половодий данный тип представлен, главным образом, в средней и нижней зоне дельты, на равнинных и несколько пониженных участках центральной части островов. Высокие, редко заливаемые шлейфы бэровских бугров с аллювиально-делювиальными наносами, не глубоко подстилаемые соленосными материнскими породами это второй вариант распространения данного типа почв. В этом случае солончаки приобретают в некоторой степени автоморфный характер.

В пределах внутризонального ландшафтного района развиты болотные и лугово-болотные почвы. Они формируются в условиях длительного избыточного поверхностно-грунтового увлажнения с близким (до 1 м) залеганием грунтовых вод. От всех других типов почв отличаются преобладанием в песчаном профиле сизоватых и зеленоватых тонов и наличием ржавых пятен и орштейнов. Болотные и лугово-болотные почвы не засолены [162].

С уменьшением водообеспеченности области, увеличением засушливости на фоне низкой дренированности территории или практического её отсутствия, нерациональным проведением поливных и дренажных мероприятий, другими причинами [61,144,168] на отдельных площадях усиливается засоленность почв.

Исходя из множества факторов, исследователями разных лет Н.Н. Большев [27], С.А. Владыченский [30], В.В. Гладких [51], А.Г. Доскач [60], Д.М. Кац [64,66] обобщены те или иные признаки, зависящие от ландшафтных особенностей территории, рельефообразования, развития гидрологической сети и т.д. провоцирующих процессы засоления почв. Для дальнейших рекомендаций и мероприятий по исследованию и улучшению состояния почв принимались выполненные с этой целью различные виды районирования.

С середины прошлого столетия неоднократно предлагались схемы мелиоративного районирования территории области [62,134]. Как правило, они разраба-

ывались на основании закономерностей ландшафтного распространения почв, обладающих различными физическими и физико-химическими свойствами с точки зрения пригодности для поливного земледелия. Выделяли от 8 до 12 районов, причем некоторые из них по ряду причин делили на подрайоны. Проведением намеченных мероприятий планировалось улучшить состояние и земель, и водотоков, в зависимости от форм хозяйствования. В одном из последних вариантов схемы предложено 9 районов по способам орошения (рис.14) [135,145,165], которой и придерживаются авторы.

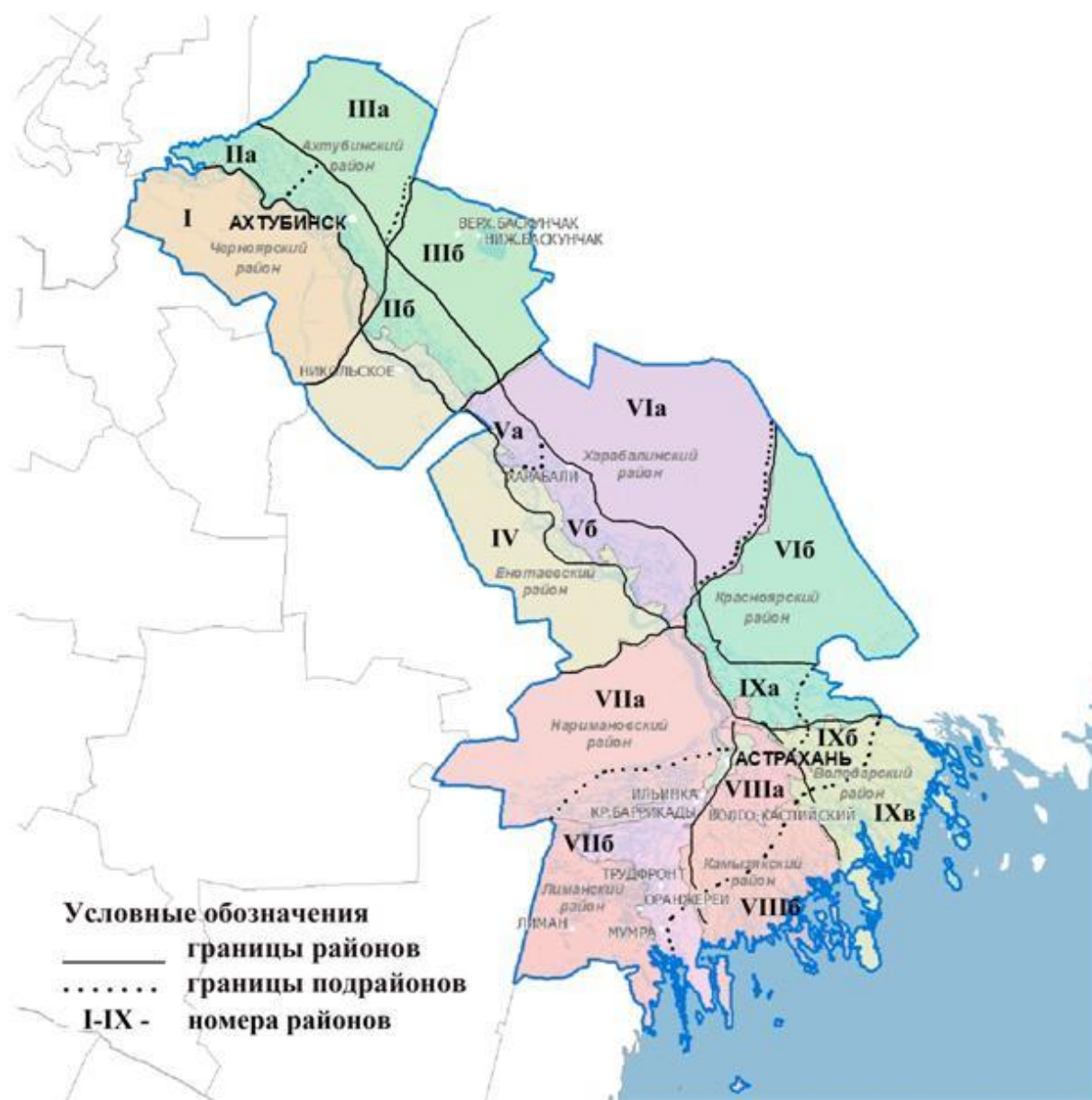


Рис.14 Схематическая карта Астраханской области по применению различных способов орошения

I район выделен в северной правобережной зоне с преобладанием светло-каштановых почв. В зависимости от рельефа и выращивания сельскохозяйственных культур целесообразны механизированные и автоматизированные поверхностные способы орошения, в садах и виноградниках рекомендуется орошение по глубоким бороздам и капельное.

II район – пойменный, подразделяется на два подрайона: в пределах подрайона *IIa* (озерно-старичная пойма) предпочтительнее поверхностные способы орошения, на территории подрайона *IIб* – различные виды дождевания.

III район выделен в пределах северной и северо-восточной части области и поделен на два подрайона: светло-каштановых (*IIIa*) и бурых слабосолонцеватых (*IIIб*). В подрайоне *IIIa* целесообразнее использовать поверхностные способы, возможно капельное орошение, в другом – различные системы дождевания.

IV район – правобережный степной. На его площади рекомендуется проводить дождевание из закрытой сети. На участках со связными почвами возможны поверхностные способы орошения.

V район занимает южную пойменную часть. Он характеризуется сложными, часто чередующимися почвенно-мелиоративными условиями. В подрайоне *Va* могут преобладать различные виды дренажа из закрытой низконапорной сети и возможны системы капельного орошения. В другом подрайоне целесообразно орошение по бороздам.

VI район – левобережный степной, занимает обширную территорию, подразделяется на два подрайона. В *VIa* подрайоне на легкосуглинистой и песчаной равнине со светло-каштановыми и бурыми почвами рекомендуются механизированные оросительные системы с поверхностными способами полива по длинным бороздам. В подрайоне *VIб* предпочтительнее различные виды дождевания из закрытой сети.

VII район охватывает территорию западных подстепных ильменей. Сложные природные и хозяйственные условия района определяют многоцелевой характер мелиорации в целом и орошаемого земледелия в частности. Она заключа-

ется в учете требований сельского, рыбного, лесного хозяйства, создании культурного ландшафта и т. д. Район подразделен на 2 подрайона. Подрайон *VIIa* выделен в пределах распространения супесчаной и песчаной всхолмленной равнины с бурыми почвами; подрайон *VIIб* занимает ильменно-грядовую приморскую равнину на суглинистых и супесчаных буграх и ильменно-луговых почвах. В этом районе целесообразно развивать автоматизированные мелиоративные системы с разными видами дождевания. Отдельные массивы, шлейфы бэровских бугров и склоны ильменей рекомендуется орошать по полосам.

VIII район выделен в западной незатопляемой части дельты Волги, разделен на 2 подрайона: *VIIIa* – в дельтовой равнине развитых лугово-ильменных суглинистых, значительно засоленных и заболоченных почв, *VIIIб* – в сильно заболоченной приморской дельте с преобладанием глеевых влажнолуговых слоистых поверхностно-солончаковых почв. В пределах всего района рекомендуются многоцелевые мелиорации для соответствующего вида хозяйствования. Например, для рисосеяния и рыбозаведения – затопление горизонтально спланированных чеков. Для других целей – орошение дождеванием, поверхностные поливы.

IX район выделен в затопляемой части дельты, в пределах рыбохозяйственной зоны. Район подразделен на три подрайона. Подрайон *IXa* характеризуется лучшей дренированностью, *IXб* – выровненной поверхностью, *IXв* – молодостью суши, большей засоленностью. Здесь могут быть рекомендованы рыбохозяйственные мелиорации в сочетании с сельскохозяйственными.

Глава 2. Изменение водного режима Волги и Ахтубы и качества их вод как один из основных факторов изменения природных комплексов

2.1 Изменение стока Волги и Ахтубы под влиянием природных факторов

К природным факторам относятся различные по временным периодам неотектонические движения в земной коре, отразившиеся на современном геоморфологическом облике территории Низовья Волги, изменения климата, трансгрессивно-регрессивные движения Каспийского моря, другие причины.

В соответствии с современным геолого-геоморфологическим строением волжской долины, по мнению Б.В. Полякова и Н.И. Николаева (1937), значительные переуглубления русла Волги в ее приустьевой части обязаны своим происхождением, главным образом, гидрологическому режиму.

И.И. Плюснин (1938), рассматривая продольный профиль Волги в пределах Волго-Ахтубинской поймы, отметил крупные, сильно переуглубленные плесы не только непосредственно вблизи дельты у Астрахани, но и выше по течению, вплоть до села Каменного Яра. Наличие переуглубленных плесов и разделяющих их перекатов на этом отрезке русла Волги, говорит о связи образования здесь ряда местных зон спада паводковой волны, обязанных четкообразному строению долины. Наиболее крупные «ямы» в днище русла Волги, как правило, оказываются приуроченными к суженным участкам долины, непосредственно выше ее расширений, где происходит растекание, спад волны. Переуглубленные участки русла отмечаются у села Каменный Яр, Черного Яра, несколько выше села Енотаевка, выше села Замьян. Напротив, перекаты, или «внутренние бары», по Н.И. Макавееву (1949), тяготеют к расширенным отрезкам долины.

В конце XIX века А.И. Воейков высказал предположение, что сток крупных рек (в частности реки Волги) претерпевает заметные изменения в результате вырубки лесов в бассейне, многократно возросшей после отмены крепостного права. По мнению Р.К. Клиге (1985) водность волжского стока подвержена только 6%

влиянием хозяйственной деятельности в бассейне, а 94% климатическими причинами и регрессивно-трансгрессивными колебаниями Каспия, так как начало каждой крупной трансгрессии Каспия обычно совпадало с фазами значительного похолодания климата (Вронский, Войткевич, 1977). В фазы похолодания и увлажнения климата во много раз уменьшалась величина испарения с поверхности водоема, и возрастал речной сток, поэтому приходно-расходный баланс возобновлялся путем значительного увеличения размеров бассейна (трансгрессия). Напротив, регрессивные фазы, когда фиксировалось значительное понижение уровня Каспия, приходились на первую половину межледниковых периодов. Резкая аридизация климата приводила к увеличению величины испарения с поверхности водоема и к значительному уменьшению речного стока. По мнению Р.К. Клиге, климатический фактор является одной из главных причин значительных четвертичных трансгрессий и регрессий Каспия. Выводы Р.К. Клиге подтверждаются результатами палинологических исследований четвертичных отложений (из более чем 30 скважин) юго-запада Прикаспийской низменности (Вронский, 1970).

Э.Х. Ленцем (1836 г.) впервые были объяснены колебания уровня Каспия изменением климатических условий (изменение стока рек, колебания количественных показателей испарения и атмосферных осадков на поверхность моря).

Позже ведущая роль в колебаниях уровня моря доказывалась гидрологами, океанологами, физико-географами и геоморфологами, такими как Л.Д. Раткович, А.В. Фролов, М.Г. Хублараян, В.И. Найденов и др. изменением составляющих водного баланса.

По их мнению, резкое падение уровня в 1933-1940 гг. (почти на 1,72 м) было вызвано уменьшением приходных составляющих водного баланса, в особенности речного притока, средняя величина которого за этот период составила 223,7 км/год (на 72,3 км /год меньше нормы, оцениваемой за 1880-1990 гг. величиной 296 км /год). Испарение (видимое) при этом было больше нормы – 773 мм/год (норма – 750 мм/год).

Начавшийся в 1978 г. подъем уровня явился результатом изменения клима-

тического режима. С 1972 г. происходит смена эпох атмосферной циркуляции, с ростом частоты широтной формы и сокращением меридиональной. Особенно резкие климатические изменения происходят с 1976 г. Это выразилось в изменении циклональной деятельности, которая увеличивается в среднем на 12% по сравнению с предыдущим десятилетием (в августе на 31%, в сентябре на 38%). Увеличилось число Атлантических (на 48%) и Западно-Европейских (31%) циклонов с ростом их водности соответственно на 35 и 18%. Это привело к росту облачности, увеличению атмосферных осадков (и как следствие речного стока) и сокращению испарения. На сокращении испарения сказалось также понижение температуры каспийской воды.

Установлено, что под влиянием подъема Каспийского моря в 1994 г. произошел общий подъем уровня высокоминерализованных грунтовых вод, и сегодня он составляет от 0,5 до 1,2 м. При этом резко прогрессируют процессы вторичного засоления, гибнет растительность, подвергаются эрозии орошаемые земли и теряют ценность сельскохозяйственные угодья. Создается подпор в водотоках дельты, идет интенсивное обрушение берегов, на которых расположены населенные пункты (Экологическая безопасность России....1995).

В результате совместного анализа процессов в приземной, атмосферной и океанической ветвях гидрологического цикла В.Н. Малинин (1996) выявил, что межгодовая изменчивость уровня моря обусловлена соответствующей изменчивостью процессов крупномасштабного влагообмена в системе океан-атмосфера-суша и фактически является их интегральным индикатором. Однако, Б.Н. Голубов (1996), считал, что протекающие на Каспии процессы связаны в первую очередь, с активизацией эндогенной и экзогенной активности геологических процессов в регионе, включая и усиление разгрузки подземных вод в море. Усиление разгрузки подземных вод, по его мнению, обусловлена техногенными факторами, такими как многолетняя эксплуатация месторождений нефти и газа, подземных ядерных взрывов и гидростроительства.

2.2 Влияние хозяйственной деятельности на изменение водного режима Волги и Ахтубы по периодам освоения природных комплексов

В развитие антропогенного воздействия на изменение водного режима можно выделить три основных периода хозяйственного освоения природных комплексов: первый (1907-1955 гг.); второй (1956-1980 гг.) и третий (2006-2015 гг.) (табл. 6, рис. 15).

Табл. 6 Основные периоды хозяйственного освоения природных комплексов Низовья Волги (составлено автором)

Период	Освоение природных комплексов
Первый (1907-1955 гг.)	<i>Столыпинская аграрная реформа (1906).</i> Земельно-мелиоративные и водные мероприятия: «водяной пар», чигирное орошение. Оценка состояния водообеспеченности Астраханского края гидротехнической партией: - оценка качества подземных вод; - поиск и выделение участков пресной воды по линии озер Баскунчак-Эльтон для составления водных карт и геологического очерка; - нивелирование для лиманного затопления. Расширение посевных площадей. Применение моторно-насосных установок вместо чигирей. Использование искусственных обводнительных и оросительных сооружений, колодцев, худуков, плотин, валов, в целях обеспечения населения питьевой водой и водопоя скота. Составлена подробная сводная ведомость (1915) о водных нуждах Астраханской губернии. Катастрофическое понижение уровня Каспийского моря (1925). Грандиозный проект Большой Волги (1930). Регулирование стока водохранилищами Верхней Волги (1935-1955). Антропогенные потери $5,6 \text{ км}^3/\text{год}$. Интенсивное проведение дноуглубительных работ.
Второй (1956-1980 гг.)	<i>Заполнение крупных водохранилищ на Нижней Волге:</i> Горьковского (1955-1957), Куйбышевского (1955-1957), Камского (1954-1956), Волгоградского (1958-1960) Антропогенные потери стока в среднем $17 \text{ км}^3/\text{год}$. В 1955-1970 гг. стабилизация уровня Каспийского моря до отметки минус 28,50 м. Создание комплексных хозяйств: рыболовство в сочетании с овощеводством, бахчеводством и пастбищным животновод-

	ством, с подсобным земледелием и т.п. в зависимости от территориальных возможностей. Широкое развитие рыбоводно-мелиоративных мероприятий, производство риса и ряда технических культур (хлопчатника, кенафа, арахиса, кунжута, судзы, клещевины и т.п.). Включение акватории предустьевого взморья в список угодий международного значения (Рамсарская конвенция). <i>Регулирование стока Волги водохранилищами Волжско-Камского каскада.</i> Антропогенные потери стока: 1961-1980 г.г. в среднем 18,1 км³/год; 1981-1990 г.г. - 14,6 км³/год; 1991-2000 – 10,0 км³/год. В 1977 г. уровень Каспийского моря понизился до самой низкой отметки минус 29,00 м., 1978 г. - интенсивный подъем до 27,9 м. 1992-1995 г.г. – прекращение дноуглубительных работ на ВКМСК. Стабилизация уровня Каспийского моря на отметке 27,00 м. Оценка мелиоративного состояния орошаемых земель, выдача рекомендаций по их улучшению. Контроль за их осуществлением и обеспечением сельско- и водохозяйственных организаций своевременной информацией об изменениях гидрогеолого-мелиоративной обстановки с целью предупреждения негативных процессов. Создание на территории государственного природного заказника Богдинско-Баскунчакского природного заповедника.
Третий (2006-2015 гг.)	Начало очередного периода снижения уровня Каспийского моря. Организация государственных и частных агропромышленных комплексов. Создание во всех административных районах особо охраняемых природных территорий, занимающих 4,7% от площади. Влияние природно-антропогенных факторов привело к уменьшению срока продолжительности интенсивности подъема и спада половодья, усилению засоления земель, заилению водотранспортных каналов

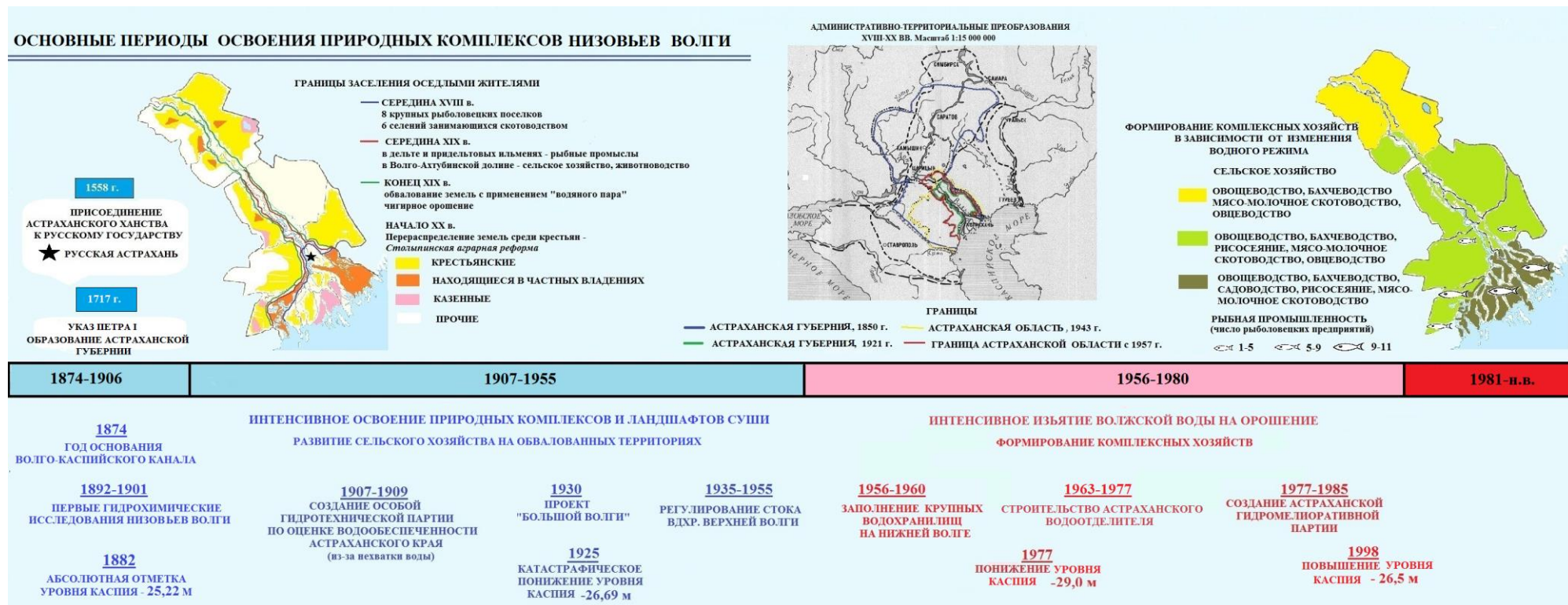


Рис. 15 Основные периоды освоения природных комплексов Низовья Волги в пределах Астраханской области

К первому периоду (1907-1955 гг.) исследователи относят временной отрезок, принятый в качестве исходного для расчетов изменений стоков в последующие периоды [Водные ресурсы и водный баланс территории Советского союза, 1967; Воскресенский, 1967; Ресурсы поверхностных вод, 1973].

Второй период (1956-1980 гг.), характеризующийся зарегулированием стока, стал самым неблагоприятным для всего волжского бассейна. Это особенно сказалось на Нижней Волге и Волго-Ахтубинской пойме. Изменения были катастрофическими, и река «мучительно» перестраивалась к совершенно не свойственному для равнинной реки, искусственно навязанному ей режиму.

В *третьем периоде (2006-2015 гг.)* Волга «адаптировалась» к навязанному ей зарегулированному режиму, однако, уже природные факторы (климатические циклы, чередующиеся маловодные, средневодные и многоводные периоды) вновь стали приводить к дисбалансу. И теперь уже оба фактора, природный и антропогенный, совместно, играют отрицательную роль в формировании современного гидрологического режима Волги. Продолжается углубление кризисного состояния природных комплексов Низовья Волги.

2.2.1 Первый период (1907-1955 гг.)

В выделенный интервал времени волжский сток зависел от природных факторов и соответствовал регрессивному состоянию Каспийского моря. В этот период в сторону отступающего моря перемещались практически все виды хозяйственной деятельности на побережье: возникали поселения, образовывались зоны земледелия, отгонных пастбищ, развивалась промышленность.

С начала XVIII века, по указу Петра I, началось освоение территории Астраханской губернии практически с заселения Волго-Ахтубинской долины и дельты Волги оседлыми жителями. Освоение заключалось в использовании водных и земельных ресурсов в качестве добычи пропитания и выпаса скота, добычи соли на соляных озерах и озерных грязей в лечебных целях [14,97]. На первых этапах заселения хозяйственная деятельность населения подразделялась на кочевое скотоводство и рыбный промысел.

Сельское хозяйство занимало небольшие по площади участки, на которых размещались бахчи, огороды, казенные виноградники, начиналось развиваться животноводство, на севере области существовал соляной промысел. Государственные крестьяне, переселившиеся из земледельческих губерний, на новых местах занялись хлебопашеством, используя под посевы верховья балок, падины и участки степи с менее солонцеватыми почвами. Они высевали рожь озимую, просо, пшеницу, ячмень или овес, коноплю, лен, горох. Земледелие требовало немало труда, который большей частью не оправдывался урожаем. Поэтому, большая часть крестьян занялась скотоводством, извозным промыслом, а крестьяне, не имевшие скота, нанимались работать на рыбные промыслы. В сфере воздействия Астрахани оказалась обширнейшая территория, а сам город стал форпостом и центром торговли Европы с Востоком. Через Астрахань проходил великий Шелковый путь из Китая в Переднюю Азию и Европу.

Во второй половине XIX произошло некое разделение: в дельте и придельтовых ильменах развивались исключительно рыбные промыслы, в Волго-Ахтубинской долине преобладало сельское хозяйство – выращивание различных культур и развитие животноводства. Реформа 1861 года вызвала новый приток переселенцев в низовья Волги. Усилилось развитие сельского хозяйства, основной технической культурой этого района являлась *горчица*, посевы которой размещались в степи. В небольших количествах возделывался *подсолнечник*. Естественные богатства равнины – плодороднейшие почвы, обилие солнечного тепла, продолжительный вегетационный период, обилие воды для разведения ценных, теплолюбивых технических и специальных культур не использовались. Рыба и развитие рыбных промыслов являлась основным направлением в развитие региона. Но уже в середине XIX в. рыбные богатства края стали иссякать, об этом свидетельствует история рыбного хозяйства Волго-Каспия. Промысловые запасы осетровых и их состояние вызывало особую тревогу. Наличие обоих направлений было немыслимо без воды, а необдуманный вылов рыбы, увеличение пахотных угодий, рост промышленного садоводства, огородничества, бахчеводства требо-

вали улучшения в своем развитии. Первая защищенная территория (акватория) - запретная береговая полоса, рассчитанный для охраны и воспроизводства рыбы (участки Астраханского заповедника позже были сформированы именно в этой запретной зоне) была создана в дельте Волги в 1865 г.

Для первого участка заповедника - Трехизбинского в июне 1919 г. была выделена территория, а юридически оформленные участки Обжоровский и Дамчикский в 1924 г. Заповедник был обоснован в приморской части дельты Волги и охватывал наиболее характерные ландшафты с определенным набором растительности [124,125,137].

С 1845 по 1874 гг. стали проводить исследования и первые дноуглубительные работы, которые велись только на Камызякском направлении. Большая заносимость пробных прорезей (до 50%) заставила принять единственно правильное решение и начать дноуглубительные работы на Бахтемирском фарватере, который с 1818 года эксплуатировался транзитными судами для выхода из устья р. Волги в Каспийское море. Дноуглубительные работы Бахтемирского прохода были окончены в 1881 году. Фарватер между устьевым взморьем и Астраханью был углублен до 8 футов. Долгожданный результат, благодаря завершённой работе, оказался настолько серьезен, что после этого представилось возможным отменить мелкосидящие баржи для перевозки пассажиров и доставлять последних на особых пароходах с осадкой 3,5 фута. С 1874 г. положено начало постоянным путевым работам на Бахтемирском направлении. Этот год признан годом основания Волго-Каспийского канала [38,141].

В начале XX века более активно началось развиваться сельскохозяйственное освоение околководных природных комплексов и ландшафтов суши, на обвалованных землях производились посевы культур с применением «водяного пара» и чигирного орошения (табл.6). Господствующим видом водоподъёмной установки служили журавель и чигирь татарский или болгарский. Подача воды журавлём производилась при посредстве ручного труда в основном для полива в личных хозяйствах, более широкое применение имели чигири, приводимые в движение ло-

шадью или верблюдом. Их производительность при двухсменной работе - около 0,6 га в день (в 6 раз выше журавеля). В 1928 г. таких установок имелось в Волго-Ахтубинском районе около 5000. В это время актуальными были проблемы обводнения, осушения и орошения. Особенно остро проблемы улучшения и усовершенствования водного хозяйства обозначилась в связи с проведением Столыпинской аграрной реформы 1906 года, предусматривающей перераспределение земель среди крестьян. Для решения этих проблем при Астраханском Управлении Государственным Имуществом в 1907 году была создана особая гидротехническая партия, в задачи которой, в том числе, входила оценка состояния водообеспеченности Астраханского края «...о случаях обводнения мелиоративного типа и об орошении путем лиманного затопления посредством валов и оросительных сооружений». Партией впервые были выполнены изыскательские работы по всей территории. За три года работы (1907-1909 г.г.) партией составлен геологический очерк Астраханского края, выяснена необходимость в проведении обводнительных, осушительных или оросительных работ, необходимых для проведения землеустройства. Установлены глубины залегания колодезной (грунтовой) воды на землях по Эльтонскому тракту и прилегающих к Баскунчакскому озеру составляющей в среднем 8 сажен; сделаны рекомендации по величинам водообильности колодцев в зависимости от происхождения, глубин и времен года; установлен качественный состав и жесткость воды. Отмечено, что воды в большинстве своем в различной степени солоноватые, и на небольшом расстоянии друг от друга воды в одном колодце пресные, в другом соленые (Балталов, 1913, Маттисен, 1915).

Установили, что данное объяснение заключается в солоноватости самой почвы и присутствием неравномерно распределенных солей в песчано-глинистых каспийских отложениях. Причем лучшую по качеству воду дают те колодцы, которые питаются из песчаных слоев; меняющиеся горизонтальная и вертикальная слоистости пород вызывают необходимость в проведении разведочного бурения перед устройством колодцев. Артезианскую доброкачественную воду можно получить только на землях по линии озер Баскунчак – Эльтон, т.к. вода здесь из

слоев, лежащих ниже каспийских отложений. По мере удаления от линии на юг и запад, мощность отложений увеличивается, получить качественную воду практически не возможно. Воды верхних отложений требуют подробных буровых изысканий.

Также по результатам работ рекомендовано проводить:

- подробные исследования и изыскания, составлять проекты гидротехнических сооружений с целью образования водопойных пунктов и устройств орошения на балках;
- нивелирование для лиманного затопления;
- изыскания на пресную воду, для составления водных карт. Для их составления собиралась информация по всем гидротехническим сооружениям – колодцам, прудам, плотинам, ирригационным валикам. В каждом колодце замерялась глубина до дна, определялась мощность водоносного слоя, устанавливались содержание хлористых солей. Все колодцы и водоемы увязывались нивелировкой по реперам.
- гидротехнические работы в наиболее благоприятных по рельефу местах в целях орошения или осушения, с указанием по возможности важности предполагаемого сооружения.

К середине XX века орошаемое земледелие Волго-Ахтубинского района получило значительное количество нефтяных двигателей и ветродвигателей, взамен применявшихся раньше чигирей и других примитивных средств орошения. Количество их, особенно выросшее после коллективизации, достигло в Астраханской области 940 с общей мощностью 17,8 тыс. лошадиных сил, орошающих 15 тыс. га. Мощность двигателей от 8 до 35 лошадиных сил. Несмотря на обилие природно-ветровой энергии, довольно мощной и постоянной в регионе, ветродвигательные и водоподъёмные установки получили ещё недостаточное распространение. Мощность ветросиловых установок значительно ниже оптимальной при имеющейся силе ветра. Между тем именно ветросиловые установки наиболее выгодны. В ряде районов, имеющих поблизости мощные заросли чакана и камыша, целесо-

образно использовать их для замены жидкого топлива, применяемого для тепловых двигателей.

С активным расселением на освобождающейся от воды территории по времени совпало интенсивное загрязнение волжских и каспийских вод, предположительно от хозяйственных, заводских и фабричных отходов. Проведенные исследования волжской воды С.М. Поповым (1895 г.) и В.А. Арнольдовым (1902 г.), свидетельствовали о том, что вода мутная, содержит много взвешенных веществ, плотный остаток составляет 0,359 г/л, содержание органических веществ 0,065 г/л, неорганических 0,294 г/л.

Н.Н. Пушкаревым в 1892-1894 годах более подробно выполнено химическое исследование воды и установлено, что сильно загрязненная весной взвешенными веществами, вода вдвое беднее солями, чем в межень. Н.Я. Шмидт (1895-1901г.г.) одним из первых начал систематическое исследование волжской воды в устье реки и довольно точно описал годовой ход изменения ее химического состава. К.А. Чапковский (1909 г.) и Ю.И. Балталов (1913 г.) положили начало комплексному изучению гидрохимии устьевой части р. Волги, уделяя основное внимание ионному составу и газовому режиму вод коренного русла реки, ее крупных рукавов и ильменей. Основные результаты осуществивших экспериментов по исследованию режима биогенных элементов подытожены в работах С.В. Бруевича и Н.И. Аничковой (1941 г.). В них указывалась исключительно важная роль речного стока в водном балансе Каспийского моря и была показана тесная связь между водным и химическим стоком р. Волги.

Учитывая прогрессирующую роль гидрологии в социалистическом строительстве, ведущие ученые ГГИ (Госкомгидромет СССР), конец 20-х - начало 30-х годов, своими трудами вкладывали большой вклад в научное обоснование воплощаемые в те годы проекты крупных водохозяйственных мероприятий. Один из последних величественных, предусматривающий создание каскада гигантских водохранилищ, проектов – «грандиозный проект Большой Волги», который неизбежно должен был привести к коренному изменению гидрологического режима

реки, сокращению суммарного притока воды в Каспийское море.

Для восполнения дефицита притока воды в Каспийское море (Глушков В. Г.) в качестве основных компенсационных мероприятий обсуждались переброски части стока северных рек и р. Дона в р. Волгу. По проекту Волга должна была трансформироваться в широкую водную магистраль, слиться с северными и южными морями, стать значительной фабрикой электрической энергии и часть своих вод распределить для орошения в засушливые районы. Самым важным звеном предназначенной водно-ресурсной системы должен был стать Волжско-Камский каскад гидроузлов с водохранилищами, позволяющий осуществить положенные на него функции: энергетические, транспортные, водоснабженческие, ирригационные и др.

На Волге планировалось создать восемь крупных гидроузлов, так называемого Волжского каскада. Организация этими гидроузлами системы водохранилищ предоставило бы перераспределять сток Волги по временам года в соответствии с потребностями народного хозяйства. Каждый последующий нижерасположенный гидроузел должен был создавать подпор до следующего, верхнего гидроузла, что создавало бы судоходство по всему волжскому пути, каналам и крупным притокам Волги. В составе гидроузлов предполагались шлюзы для прохода судов и гидроэлектростанции, которые бы давали дешевую электроэнергию.

Когда началось строительство канала имени Москвы, с того самого момента, стал претворяться в жизнь проект «Большая Волга». Сооружался канал с 1932 по 1937 годы. Ведущее сооружение канала на Волге - Ивановский гидроузел.

Ниже Иванькова началось строительство сооружений Угличского и Рыбинского гидроузлов. Верхняя Волга на протяжении 1300 км стала покорной человеку. Обновилась центральная энергосистема, глубокоосидающие астраханские речные корабли добрались до Москвы. В 50-е годы на Волге было закончено строительство Рыбинской ГЭС. В 1956 году завершено строительство Горьковской ГЭС (Нижегородской).

1925 год в истории региона охарактеризовался катастрофическим пониже-

нием уровня Каспия до отметки минус 26,69 м. Самое низкая позиция уровня моря за историческое время (минус 30 м., минус 33 м.) имела место в VI в., а наиболее высокое (минус 23 м., минус 24 м.) - в самом начале нашей эпохи и в конце XVIII - начале XIX в. Максимальный уровень наблюдался в 1882 г. и имел абсолютную отметку минус 25,22 м. (Клиге, 1985).

Это отразилось на изменении водного режима, социальной структуры населения и потребовало проведения в больших объемах дноуглубительных работ судоходных и рыбоходных каналов.

2.2.2 Второй период (1956-1980 гг.)

Этот период в целом наибольшего антропогенного воздействия на водные ресурсы, в частности строительство и ввод в эксплуатацию Нижневолжских водохранилищ.

С развитием различных отраслей промышленности началось формирования комплексных хозяйств. Рыболовство в сочетании с овощеводством, бахчеводством и пастбищным животноводством, с подсобным земледелием и т.п. в зависимости от территориальных возможностей - затоплением, распространением пастбищных или посевных угодий. Многообразие форм явилось необходимым и характерным для данного района. Проведенными на территории области исследованиями сотрудниками географического факультета МГУ было выявлено 11 форм земледелия.

В расчете на близкий уровень грунтовых вод возделывание картофеля производилось посадкой летом в пойме по низким и влажным местам без орошения, значительная часть посевов бахчевых культур осуществлялось на неорошаемых пустынно-степных землях. Кормовые и зерновые возделывались, главным образом, без искусственного орошения. Также неполивные культуры возделывались на землях поймы, огражденных валами, но с применением периодического намеренного пуска полых вод для промывки почвы и создания запаса влаги, так называемого «водяного пара». Разновидностью этой формы земледелия является неполиваемая культура с «водяным паром» в приморской полосе в ильменах и култуках,

затопляемых (при нагонных ветрах) морской водой, опресненной близ устьев Волги. Кроме того, выделено 5 форм поливных культур, осуществляемых различными способами:

- поливные культуры (овощные, плодовые сады, рис) возделываются на пустынно-степных землях на основе использования вод местного стока –так называемое механическое орошение;
- возделывание тех же культур, а также бахчевых и отчасти зерновых на основе подачи волжской воды насосными станциями;
- возделывание поливных культур (овощных, плодовых, риса, других зерновых, картофеля, кормовых, бахчевых) на землях поймы, огражденных валами от затопления. В таких случаях применялся основной вид орошения – механический;
- поливная культура возделывалась на обвалованных землях с периодическим применением «водяного пара». Этот способ применялся в обвалованных ильменах в дельте, на засоленных почвах. Способ «водяного пара» являлся средством промывки засоленных почв и облегчал борьбу с сорной растительностью. Возделывались те же группы растений, за исключением плодовых деревьев и многолетних трав;
- возделывание поливных культур (овощных и плодовых, в меньшей степени риса) на повышенных участках поймы, в обычные годы не затапливаемых половодьем. Применялось механическое орошение.

В этот же период положено начало широким опытам по внедрению и производственному освоению ряда технических культур: хлопчатника, кунжута, арахиса, кенафа, южной конопли, сои, клещевины, судзы и других. Такие культуры, как хлопчатник, арахис, кунжут, требующие большого количества тепла и более продолжительного безморозного периода, возделываются в южной части равнины. Их современная северная граница - Енотаевский и Харабалинский районы. Другие же культуры: клещевина, соя, южная конопля, кенаф, с успехом произрастали в северных районах Волго-Ахтубы. Хлопчатник и кенаф разводились, по

преимуществу, в дельтовых районах; клещевина и соя продвинулись в более северные районы Волго-Ахтубы. Опытные работы по внедрению в производство культуры канатника и джута проводились вплоть до 1940-1943г. Было доказано, что обе эти грубостебельные лубяные культуры могут выращиваться в районе: первая, менее теплолюбивая, может возделываться в северной зоне и вторая, более теплолюбивая, в дельтовых районах.

В 50-х годах прошлого столетия началось возделывание риса. Наиболее перспективны для рисосеяния - районы южной дельты [28]. Они характеризуются густой гидрографической сетью, отличаются обилием тепла и солнечного света. Исследованиями этого периода доказывалось, что культура риса благоприятствует успешному развитию рыбного хозяйства [139]. Она создаёт для рыбной молоди искусственные пастбища в виде рисовых полей, затопленных прогретой солнцем водой. Эти поля изобилуют пищей для молоди - детритом, образующимся в результате быстрого разложения мелких остатков культуры риса. В интересах рыбного хозяйства возделывание риса в южной дельте необходимо было без обвалования. В связи с этим обстоятельством в южной дельте пригодны лишь скороспелые сорта риса. Пригодны для рисосеяния также районы западных ильменей. Рис мог возделываться на ильменах, затопляемых неглубокими, прогретыми водами, а также в межбугровых долинах, увлажняемых пресными грунтовыми водами [147].

Усиленное изъятие волжской воды на орошение, формирование различных отраслей промышленности, создание комплексных хозяйств на фоне естественного десятилетнего периода маловодья Волги (1960-1970 гг.) происходит в это же время. И уже к 1990 г. за счет хозяйственной деятельности уменьшился приток в Каспий, то составило 41 км^3 в год. Предположительно по некоторым данным, если бы не активное развитие деятельности человека, то уровень Каспийского моря в настоящее время был бы на 1,2 - 1,3 м выше современного.

При отметке минус 28,50 м. уровень Каспийского моря к 1956 г относительно стабилизировался, региону пришлось модернизировать транспортный флот. А

к 1977 году уровень моря опустился до самой низкой за весь период инструментальных исследований отметки минус 29,00 м [109]. С 1978 г. началось увеличение уровня моря и к 1986 г. составил минус 27,9 м, что близко к отметкам конца 40-х годов текущего столетия.

В связи с резким увеличением уровня Каспийского моря и постановлением ЦК КПСС и Совета Министров от 14 августа 1986 г. «О прекращении работ по переброске части стока северных и сибирских рек» проблема предсказания на отдаленную перспективу уровня Каспийского моря приобрела особую остроту и массовое публичное звучание [168].

ГГИ были начаты исследования по прогнозированию на перспективу до 2020 г. (В. Ю. Георгиевский, А. В. Ежов, А. И. Моисеенков).

Было доказано, что положение уровня бессточного Каспийского моря в будущем зависит от характера колебаний естественных климатических факторов (Клиге, 1993), определяющих общую увлажненность бассейна, режим испарения и осадков на акватории; от хозяйственной деятельности в бассейне и от возможных в перспективе мероприятий по переброске части стока р. Волги в соседние бассейны и, наоборот, части стока соседних рек в Волгу или в другие реки, впадающие в море (Шикломанов, 1988).

В это же время был сооружен уникальный по своим масштабам водоотделитель, рассчитанный улучшить условия воспроизводства полупроходных рыб Волго-Каспийского района в маловодные годы, путем перекрытия западного волжского рукава подъёмной плотиной и создания подпора до 4,5 метров (рис. 16).

Вододелитель был введен в работу в 1977 году и эксплуатировался всего шесть раз - в 1977, 1978, 1982, 1983, 1988 и 1989 годах, при этом общая продолжительность его работы составила 160 дней (в среднем 20-30 дней в году). После этого с 1989 года его не ни разу не использовали, так как завершился маловодный природный цикл 1960-70-х годов, и в 1990-х годах волжскую воду стали намного меньше забирать на орошение и необходимая ранее дополнительная «подпитка» восточной части дельты водой стала не столь значительной.



Рис.16 Астраханский вододеливатель в работе (Наримановская районная газета «Степная новь»)

В течение этого этапа начали создаваться государственные заказники, где запрещалась охота, и государственные памятники природы. Памятники природы в 1998 г. такие как: «Гора Большое Богдо», «Урочище Шарбулак» и «Зеленый Сад» вошли в состав Богдинско-Баскунчакского природного заповедника [137].

Конец XX в. ознаменовался периодом заполнения крупных водохранилищ на Нижней Волге [1]. Зарегулирование стока каскадом водохранилищ отразилось на состоянии природных комплексов.

Все эти изменения отразились на водно-солевом режиме почвогрунтовой толщи. Данные факты вызвали необходимость контроля мелиоративного состояния орошаемых земель и создания Астраханской гидрогеолого-мелиоративной партии (АГМП) [146]. В задачи контроля входило: оценка состояния земель, выявление причин ухудшающих их и выдачи рекомендаций по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель. Рекогносцировочное обследование с бурением скважин дало возможность охарактеризовать площадное и глубинное залегания уровней грунтовых вод и минерализации (Гладких, 1983). В 1982 г. АГМП было проведено районирование, в основе которых использовалась таксономиче-

ская схема Д.М. Каца (1981г.) и составлен мелиоративный кадастр орошаемых земель. Поведение итогов заключающегося материала режимных наблюдений за 1977-1985 гг. позволил разработать «Критерии оценки мелиоративного состояния орошаемых земель», на основе которых оценивается их мелиоративное состояние и формируется мелиоративный кадастр орошаемых земель [75,76,149].

Исследователями [67,98] по 8 из 11 районов области (Ахтубинский, Черноярский, Енотаевский, Харабалинский, Красноярский, Камызякский, Приволжский, Лиманский) проведено районирование по степени засоленности почв, глубине залегания и минерализации грунтовых вод. Это способствовало более подробно дать характеристику каждому из выделенных районов, дать его геофильтрационную оценку, разработать основные мероприятия и рекомендации по улучшению мелиоративного состояния орошаемых земель

2.2.3 Третий период (2006-2015 гг.)

Усиливающийся интерес к данной проблеме и острая необходимость ее решения рассматриваются в работах О.В. Горелица, И.В. Землянова, В.А. Брылева, Б.И. Кочурова, Э.И. Бесчетновой, Ю.С. Чуйкова, П.И. Бухарицина и др.

Поэтому, прогнозирование (научное предвидение) развития этих процессов в будущем представляет собой весьма сложную и многоплановую научную задачу.

2.3 Закономерности гидрологических изменений водного режима

Определяющими факторами формирования и деятельности природных комплексов Низовья Волги в условиях аридного климата, является гидрологический режим Нижней Волги и объем стока воды, поступающей в нижний бьеф Волжской ГЭС. Параметры регулирования стока естественно влияют на условия существования уникальных экосистем региона [108].

Гидрологический режим реки, объем и продолжительность фазы половодья имеют решающее значение для развития хозяйственной деятельности и сохране-

ния экологических условий. Для сохранения биоразнообразия, благоприятной экологической обстановки, биопродуктивности сельскохозяйственных угодий, воспроизводство рыбных запасов Нижней Волги, зависят сроки наступления половодья, его продолжительности, высота пика и другие параметры (Горелиц, Землянов, 2017).

Началом изучения гидрологического режима Нижней Волги принято считать период с 1876-1887 гг., когда Волжская описная партия Министерства путей сообщения организовала систематические наблюдения за колебаниями уровней р. Волги на ряде водомерных постов. Изучение стока Низовья Волги начато в 1884-1887 годах.

2.3.1 Сток воды

Основную приходную часть водного баланса Каспийского моря составляет приток поверхностных вод. Волга дает около 80% всех пресных вод, втекающих в это море [10]. Величину среднего многолетнего годового стока Волги у Волгограда различные авторы оценивали различно: от 300 до 253км^3 [55]. За период 1937-1953 гг. средняя многолетняя величина стока Волги в вершине дельты у ст. Астрахань-Ильинка может быть принята равной 234км^3 [130].

На протяжении Волго-Ахтубинской поймы и в дельте Волги происходят потери стока на испарение и фильтрацию, а также при водозаборе. Естественные потери стока на участке между Волгоградом и морем, по Б.А. Аполлову составляют $2,83\text{км}^3$, а по Д.Л. Соколовскому - 9км^3 в год. Более подробная характеристика потерь стока Волги на этом участке дана П.С. Кузиным. По его данным эта величина не превышает $6,04\text{км}^3$. Эту же величину использовал в своей работе Б.Д. Зайков. В дальнейшем величина потерь стока уточнялась С.С. Байдиным, а для Волго-Ахтубинской поймы - А.П. Жидиковым.

Подробно рассмотрены гидрологические особенности территории (Валединский, Аполлов, 1930; Кузин, 1938; Москаленко, 1970, 1972; Козловский, Корнблум, 1973; Горбунов, 1976; Ващукова, 1982; Бухарицин и др., 1981; Брылев и др., 2001).

Дальнейшее регулирование стока отразилось на общем годовом стоке и внутригодовом его распределении. При зарегулированном стоке наблюдается, как и в бытовых условиях, синхронность колебаний годового стока и водности весеннего половодья [7,13,31,33,112,116].

Регулирующая способность каскада волжских водохранилищ привела к уменьшению удельного стока весеннего половодья до 38% годового стока [143]. Даже в годы с большой водностью объем весеннего половодья не превышал 45-47%. Водность и характер поступления воды во время весеннего половодья в дельту определяют биологическую продуктивность всего Волго-Каспийского бассейна (Тарасов, Бесчетнова, 1987).

Таким образом, создание волжского каскада водохранилищ уменьшило общий годовой сток р. Волги в ее нижнем течении на 2-2,5% и привело к внутригодовому его перераспределению (рис. 17).

Период с 1956-1980 гг. в большей своей части характеризовался чрезвычайно низким объемом весеннего половодья – менее 100км^3 [144].

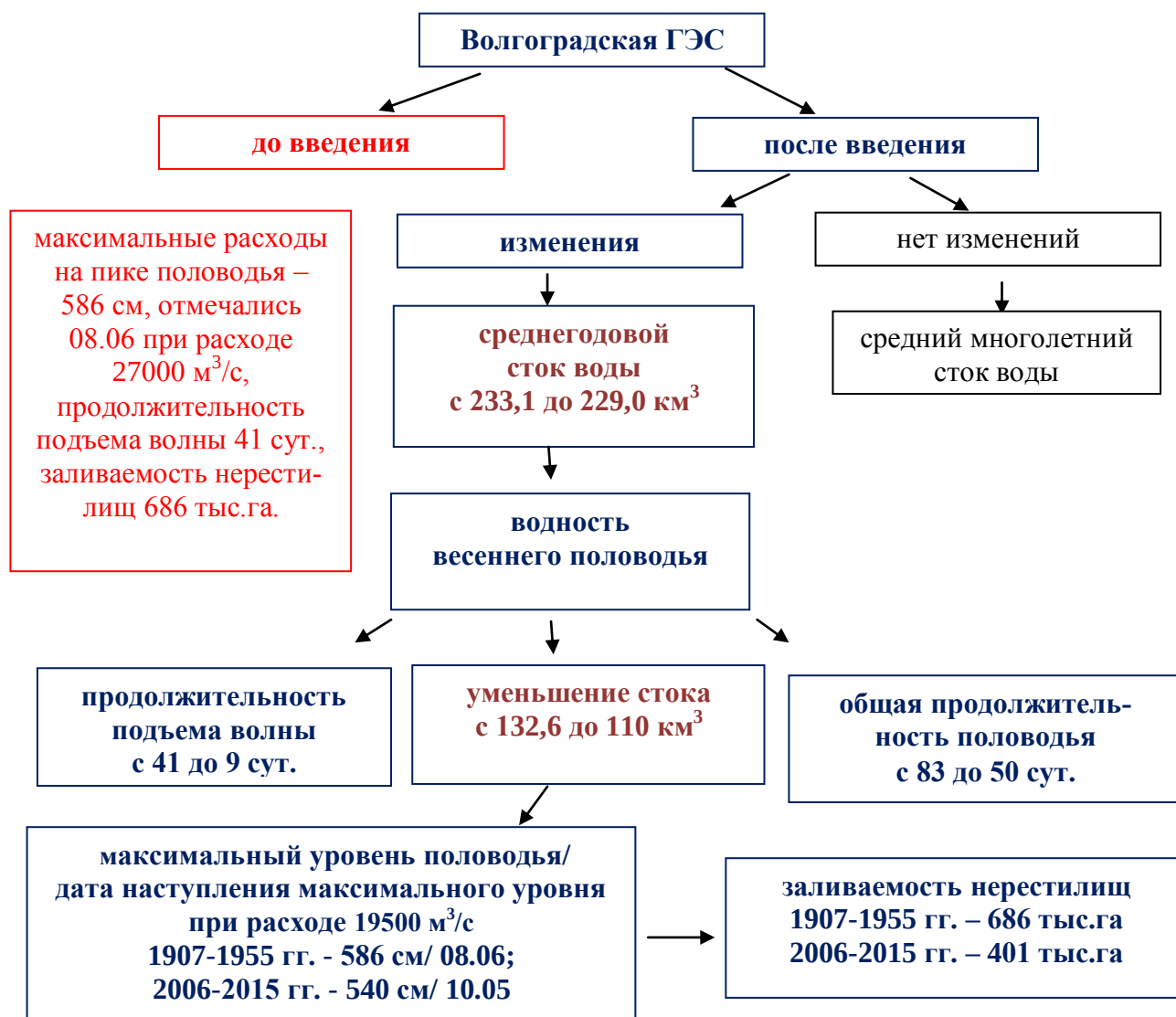


Рис. 17 Блок - схема воздействия зарегулирование стока до и после введения Волгоградской ГЭС на экосистему Низовья Волги

Объем годового стока значительно выше и более равномерно, за исключением нескольких лет (табл. 7).

Табл. 7 Расходы воды в нижний бьеф Волгоградской ГЭС (тыс.м³/сек), объемы стока (км³) экстремальных значений уровней воды по Астрахани (см), площади затопления (%) за период 1959-1986 гг.

Год	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
Апрель 1-5	8,2	4,8	5,7	6,8	8,3	5,2	5,3	11,9	4,6	7,4	4,34	6,3	5,5	6,0
6-10	6,9	4,6	8,1	6,2	7,2	5,0	5,5	11,9	4,9	5,1	5,82	7,6	5,5	4,6
11-15	8,1	5,6	10,0	4,8	6,9	4,5	5,3	13,7	4,3	4,5	4,5	10,3	5,5	5,4
16-20	10,9	12,0	11,9	7,1	7,4	5,7	5,0	15,7	5,4	6,7	4,02	16,5	5,6	5,8
21-25	12,3	11,6	15,1	13,6	8,2	6,0	4,7	27,2	7,8	9,5	5,12	26,8	7,14	6,24
26-30	13,4	9,0	24,6	20,3	13,9	5,7	5,9	28,4	7,4	13,1	9,04	25,8	9,6	10,8
Май 1-5	14,3	9,7	25,2	25,0	16,4	7,0	15,4	23,4	15,1	25,0	15,99	25,1	13,8	21,02
6-10	14,6	10,4	21,2	24,3	20,6	12,9	23,4	29,1	22,5	25,1	24,5	25,0	24,9	23,8
11-15	15,4	14,1	21,4	23,0	25,3	24,5	20,0	30,0	18,4	24,1	20,02	25,0	23,6	25,2
16-20	17,2	23,0	21,0	22,9	26,4	22,9	20,0	30,0	17,0	23,8	20,0	24,8	23,0	20,9
21-25	20,6	24,8	17,9	18,0	27,8	20,0	20,0	30,0	13,9	23,3	19,96	21,9	23,0	20,8
26-30	27,5	26,0	17,3	11,8	28,5	16,9	19,1	26,5	7,7	20,0	18,37	19,9	26,1	16,8
Июнь 1-5	17,9	19,0	15,7	6,3	23,2	11,1	17,3	20,7	4,1	15,0	13,06	16,3	17,6	12,9
6-10	11,9	9,8	14,3	5,5	15,3	6,7	16,2	16,6	4,3	9,4	8,92	14,1	12,6	8,48
11-15	8,0	5,0	14,0	5,4	10,5	5,2	14,0	12,9	4,7	7,0	4,88	13,2	8,09	7,29
16-20	9,0	4,2	12,2	4,8	7,8	5,9	9,7	9,3	4,1	5,5	4,9	12,8	4,92	7,01
21-25	9,1	4,1	9,0	4,7	6,0	6,5	10,4	4,1	4,6	5,5	4,7	10,85	4,75	6,73
26-30	7,5	4,1	7,6	4,1	5,7	6,2	10,2	8,2	4,3	4,5	5,62	7,6	4,12	7,12
Максимальный уровень по Астрахани (см)/ дата наступления	234/ 5-6.V	258/ 5-6.VI	246/ 26.V	258/ 23,25.V	297/ 6.VI	227/ 29,30	215/ 31.V	320/ 26.V	194/ 18.V	266/ 27.V	218/ 31.V	286/ 19.V	257/ 2.VI	230/ 28.V
Максимальный уровень по Астрахани (см) перед половодьем/ дата наступления	28/ 15-16.IV	-30/ 14-15.IV	-30/ 31.III	-8/ 20.IV	26/ 21.IV	-12/ 1.V	-40/ 30.IV	-78/ 1.IV	-46/ 30.VI	-38/ 19.IV	-52/ 23.IV	8/ 10.IV	-22/ 21.IV	-20/ 27.IV
Минимальный уровень в вегетационный период 01.IV по 01.X/ дата наступления	-57/ 24-25.IX	-49/ 21.IX	-42/ 24,30.IX	-23/ 8.VIII	-18/ 28-29.VIII	-16/ 5.IX	-40/ 30.IV	-43/ 14,22.IX	-55/ 15.VII	-44/ 9.VIII	-22/ 25.IX	-46/ 30.IX	-35/ 9.IX	-62/ 28.IX
Максимальный расход, тыс. м ³ /сек/дата наступления	23,7/ 27.V	25,88/ 31.V	25,84/ 4.V	25,29/ 30.IV	28,20/ 25,26.V	25,20/ 15.V	24,30/ 6.V	30,11/ 13.V	25,2/ 8.V	27,25/ 5V	26,0/ 8.V	27,1/ 25.IV	26,6/ /8.V	25,02/ 5.V
Объем стока (км³) в период половодья	100,6	89,1	119,2	97,8	116,5	78,2	99,9	158,0	68,6	104,1	85,6	135,5	97,5	94,3
Площадь затопления, %	56	61	59	81	66	54	51	76,0	33,0	51	40	62	45	54
Количество дней стояния свыше 190 см	19	21	40	28	36	20	32	54,0	12,0	34	26	49	33	28
Годовая обеспеченность, %	-	75	48	30	50	76	38	10,0	93,0	45	50	30	47	80
Суммарный приток за II кв. по каскаду (км ³)	-	135	172	149	170	147	165	217,0	114,0	160	146,6	196	149	147
Обеспеченность суммарного притока за II кв., %	-	77	40	65	40	65	45	5,0	90,0	35	58	15	60	59
Объем годового стока (км³)	224,0	199,4	228,6	246,3	262,1	216,4	219,5	293,8	181,0	243,0	221,1	274,0	232,0	217,0

Год	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Апрель 1-5	5,1	5,9	4,5	2,9	4,1	6,0	8,7	5,3	8,4	5,6	5,5	4,5	6,0	7,9
6-10	5,7	5,2	4,4	3,6	5,3	4,8	7,1	5,3	8,7	6,0	5,7	5,5	5,7	7,4
11-15	5,6	5,3	5,5	4,2	5,6	5,1	8,1	3,7	8,1	5,5	6,9	6,6	5,4	7,4
16-20	6,1	7,8	4,9	4,7	4,8	5,9	8,5	5,2	8,5	6,6	11,6	5,4	6,8	10,4
21-25	9,1	10,1	5,6	4,9	5,3	5,7	8,0	6,1	9,5	5,4	24,2	4,9	6,4	20,6
26-30	14,9	10,1	5,7	4,8	11,2	8,2	9,9	4,4	16,7	4,6	26,0	4,9	7,9	28,0
Май 1-5	23,3	15,9	19,2	5,4	18,9	17,0	11,7	6,0	26,0	7,5	20,0	6,5	16,0	28,0
6-10	23,4	24,3	23,4	6,4	25,0	24,6	23,9	14,2	25,6	17,4	15,0	7,1	26,6	23,3
11-15	23,5	20,1	13,2	8,0	20,3	21,1	33,8	25,4	23,9	26,0	15,0	25,8	27,7	22,0
16-20	19,1	21,0	6,2	8,2	13,2	21,0	31,7	23,6	25,0	24,7	15,0	19,0	24,0	22,0
21-25	13,6	21,7	4,9	20,1	11,1	19,4	32,4	15,2	24,4	17,1	12,5	14,0	22,5	21,4
26-30	7,7	23,0	5,9	21,8	8,6	21,2	34,0	14,0	23,0	13,4	8,4	13,6	22,1	18,2
Июнь 1-5	4,9	23,8	4,2	15,9	4,4	12,0	32,9	14,0	20,0	6,9	5,7	6,8	21,5	16,6
6-10	3,9	23,0	4,6	12,0	5,8	5,6	27,3	13,9	16,2	6,9	6,8	5,4	17,2	11,4
11-15	3,4	22,6	5,0	5,2	4,8	4,7	19,7	10,7	14,0	5,9	5,8	5,7	15,5	7,6
16-20	3,4	17,8	5,1	4,9	4,9	13,0	13,7	8,5	14,4	5,7	6,8	5,2	12,2	8,3
21-25	3,4	15,1	4,6	5,1	6,1	7,4	10,7	6,3	10,1	6,1	8,2	5,0	10,9	7,1
26-30	4,2	10,4	4,7	4,9	5,2	7,9	8,5	6,6	9,0	5,2	7,0	5,5	11,3	7,2
Максимальный уровень по Астрахани (см)/ дата наступления	230/ 20-21.V	273/ 21.VI	198/ 15.V	194/ 4.VI	220/ 17.V	243/ 25.V	355/ 9.VI	235/ 25.V	288/ 29.V	248/ 25.V	238/ 8.V	217/ 23.V	280/ 30.V	282/ 14.V
Максимальный уровень по Астрахани (см) перед половодьем/ дата наступления	-31/ 21.IV	-29/ 18.IV	-38/ 1.V	-58/ 5-6.V	-44/ 27.IV	-33/ 27.IV	40/ 7-9.VI	-46/ 5.V	37/ 17.IV	-58/ 4.V	-36/ 10.IV	-50/ 4.V	-8/ 26.IV	19/ 19.IV
Минимальный уровень в вегетационный период 01.IV по 01.X/ дата наступления	-81/ 12.VIII- 7.IX	-50/ 19.IX	-82/ 17.IX	-84/ 4.IV- 15.VIII	-65/ 29.VII	-45/ 20.IV	16/ 20- 23.VII	-38/ 25.VIII	-17/ 17.IX	-34/ 23.IX	-26/ 26.VIII	-49/ 14.VII	-12/ 26.IX	-7/ 19.IX
Максимальный расход, тыс. м ³ /сек/дата наступления	26,0/ 6.V	24,9/ 2-5.VI	24,2/ 4-9.V	25,2/ 27.V	26,8/ 11.V	25,0/ 8.V	34,0/ 15.V	26,0/ 17.V	26,0/ 8.V	26,0/ 17.V	26,0/ 30.IV	27,0/ 13.V	28,1/ 14.V	28,1/ 25.IV
Объем стока (км³) в период половодья	77,5	124,9	56,8	63,9	71,0	88,5	145,5	82,7	126,0	77,4	89,7	71,2	117	120,6
Площадь затопления, %	53	64	37	43	47	53	85	60	75	64	53	36	56	50
Количество дней стояния свыше 190 см	20	51	5	8	9	26	46	18	49	15	7	12	44	46
Годовая обеспеченность, %	90	30	61	80	75	15	13	37	15	50	35	55	13	9
Суммарный приток за II кв. по каскаду (км ³)	108	186	102	128,9	129,5	156	212	149	194	155	145	110	187	178
Обеспеченность суммарного притока за II кв., %	94	20	99	80	80	50	6	58	15	50	60	90	20	28
Объем годового стока (км³)	175,8	262,0	166,7	184,8	185,6	271,9	319,7	247,1	292,8	245,2	237	223	299	313

Однако значительно возросла доля стока в зимние месяцы (декабрь-март). В настоящее время в зимний период проходит в среднем около 28% годового стока против 14% в 1907-1955 гг. [16,23]. Повышенные расходы в зимние месяцы приводят к увеличению скоростей течения на рукавах дельты и особенно на рыбозимовальных ямах, что нарушает условия зимовки рыб.

Сток воды р. Волги на участке Волгоград - Астрахань как до зарегулирования стока, так и в настоящее время изменяется за счет потерь воды на заливание Волго-Ахтубинской поймы. Разность объемов стока у г. Волгограда и г. Астрахани колеблется в отдельные годы от 7 до 21 км³, в среднем составляя 13 км³. На подъеме половодья (апрель - май) среднемесячный сток у с. В. Лебяжье (40 км выше г. Астрахани) на 20 - 23% меньше, чем у г. Волгограда, а в период спада (в июне) на 11% больше; в июле он выше на 31%. К сентябрю сток в этих двух пунктах выравнивается (табл. 8) [11,90]

В пределах дельты водный сток распределяется неравномерно. На основные рукава восточной части приходится в среднем 41,5% общего стока р. Волги, на западные – 51,6% [72,90].

В многоводные годы увеличивается доля стока восточной части дельты, а в маловодные годы, наоборот, сток восточных рукавов уменьшается. В период межени доля стока западных рукавов почти в 2 раза больше, чем восточных и составляет 60% общего меженного стока. В половодье и в восточную и западную части дельты поступает примерно по 45% общего стока реки [155]. После зарегулирования каких-либо существенных изменений в распределение стока по рукавам дельты не отмечалось.

Таким образом, общая годовая водность реки снизилась с 233,1 до 229,0 км³, значительно уменьшилась водность весеннего половодья с 132,6 до 110 км³ и возросла водность зимних месяцев с 30,6 до 64,8 км³ (табл. 8) [12,34,55,131].

Табл. 8 Сток воды р. Волги у г. Волгограда и у с. В. Лебяжье (км³) 1907-2015 гг.

Период	Створ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средне- годовой	Средний за поло- водье (IV-VI)	Средний за зимний период (XII-III)
1907-1955	г. Волгоград	8,4	7,8	8,3	19,9	60,8	51,9	20,8	13,3	10,6	12,4	12,8	6,1	233,1	132,6	30,6
	с. В. Лебяжье	7,4	6,1	8,0	12,1	51,2	58,5	28,1	12,0	10,0	11,0	11,4	5,8	221,6	121,8	27,3
1956-1980	г. Волгоград	11,3	13,1	15,8	22,7	59,9	51,9	17,7	15,5	15,0	15,3	13,4	12,8	263,9	134,0	43,0
	с. В. Лебяжье	10,7	12,0	15,4	15,3	45,8	55,8	20,6	15,1	13,8	14,1	13,8	9,6	242,0	116,0	47,7
1981-2005	г. Волгоград	16,0	14,9	15,8	16,3	50,1	36,2	15,0	15,3	14,7	14,1	13,0	14,6	235,9	102,8	61,3
	с. В. Лебяжье	14,8	14,7	17,0	16,0	43,0	25,2	10,8	14,5	13,6	14,2	14,3	15,9	214,0	95,0	62,4
2006-2015	г. Волгоград	16,9	15,3	15,6	16,0	47,7	23,5	15,7	15,4	14,5	15,3	16,1	17,0	229,0	110,0	64,8
	с. В. Лебяжье	15,2	15,0	16,0	14,1	45,8	21,6	15,5	13,8	13,9	14,8	13,9	22,8	222,4	97,0	69,0

Анализ материалов государственных докладов о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды [42,50,57,103,104,137] показал, что кризисная ситуация произошла с 2006 г., паводок нанес ущерб сельскому хозяйству, многие ильмени и озёра, являвшиеся источниками воды, просто пересохли, животноводам не удалось заготовить необходимого количества сена (рис. 18, табл.9).

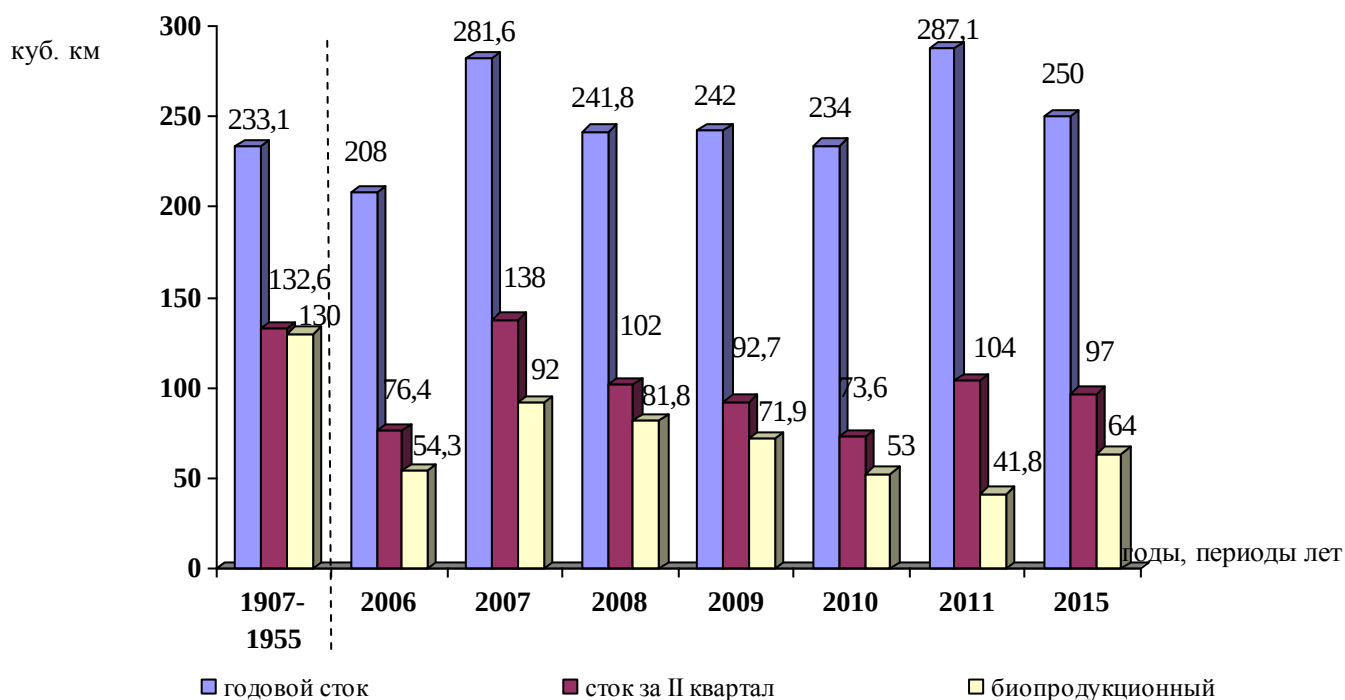


Рис. 18 Изменения основных показателей весеннего стока Волги

Половодье 2006 г., продолжалось всего 6 дней, максимальный расход составлял только 19500 м³/с, расход на «водохозяйственной полке» половодья, которое длилось всего один месяц (с 10 по 30 мая), от 15000 м³/с, площадь затопления поймы составила примерно 1/3 [151].

Такие расходы чрезвычайно малы для того, чтобы помочь экосистеме Волго-Ахтубинской поймы удержаться в состоянии самовозрождения, самонормализации, экологической стабильности [25,56,91].

Табл. 9 Сравнительные показатели водности весеннего половодья р. Волга по г/п с. В. Лебяжье

Характеристики		Годы, периоды лет							
		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2015	1907-1955
Дата начала половодья/расход		04.05 /6000м³/сек	11.04/ 10500 м³/сек	12.04/ 7550м³/сек	19.04/ 7310м³/сек	12.04/ 6020м³/сек	19.04/ 6000м³/сек	29.04	24.04.
Отметка максимального уровня в/п с.В. Лебяжье, см*		467	554	580	550	557	536	562	586
Продолжительность подъема волны, сут		9	7	9	11	23	15	17	41
Дата наступления максимального уровня/расход		10.05 /19500 м³/сек	17.04-26.04 /25800 м³/сек	22.04-30.04 /27200м³/сек	29.04 /27000м³/сек	05.05 /27000м³/сек	05.05-10.05 /25000м³/сек	15.05-1.06 /16100м³/сек	08.06 /28000м³/сек
Рыбохозяйственная полка/расход		10.05-30.05 (20 суток) /15000 м³/сек	30.04-9.06 (41 сутки) /17000 м³/сек	5.05-24.05 (21 сутки) /17100м³/сек	8.05-28.05 (21 сутки) /18800 м³/сек	16.05-2.06 (7 суток) /17000м³/сек	15.05-20.05 (5 суток) /16000м³/сек	19.05-29.05 (10 суток) /14000 м³/сек	20.05-10.06 (39 суток) /23000 м³/сек
Межень/расход		15.06/ 6000 м³/сек	21.06/ 6000 м³/сек	7.06/ 6200 м³/сек	9.06 /5350 м³/сек	12.06 /4490 м³/сек	2.06 /6000м³/сек	8.06 /6130м³/сек	15.06 /6000 м³/сек
Дата окончания половодья		28.06	28.06	30.06	20.06	07.07	15.06	8.06	15.07
Продолжительность половодья, сут.		50	65-76	68-86	50	85	45	53	83
Сток р. Волги за II квартал в/п с. В. Лебяжье, км³		76,4	120,0	102	92,7	73,6	104,0	97,0	121,8
Биопродукционный сток, км³**		54,3	92,0	81,8	71,9	53,0	41,8	64,0	130
Годовой сток р. Волги, км³		208	281,6	241,8	242,0	234,0	289,1	250,0	221,6
Заливаемость нерестилищ, тыс.га***		301	501	525	494	370	328	317	686
	Примечания: * с 1 января 1997 г. "0" графика в/п В. Лебяжье равен 28,00 м. Данные по новому отсчету водомерной рейки ** сток за время заливания нерестилищ *** расчетные данные ФГУП "КаспНИРХ" о заливаемости нерестилищ на пике половодья в зарегулированный период стока								

Последствие этой кризисной ситуации проявилось в 2006 г. и выразилось в крайне засушливом состоянии поймы. Годовой сток в 2006 г. составил 208 км^3 (средний – 250 км^3) [150].

Колебания уровня воды в нижнем течении р. Волги и в ее дельте связаны с изменениями стока реки. Сгонно-нагонные колебания уровня проявляются здесь весьма слабо, что связано со значительными уклонами водной поверхности в приморском подрайоне дельтового района [105].

Для примера, рассмотрим паводок 2011г., который сначала был оптимистичным. По предварительному прогнозу Росгидромета суммарный приток воды в водохранилище Волжско-Камского каскада во 2 квартале ожидался на уровне $155\text{--}185 \text{ км}^3$ (норма 161 км^3). По информации Росгидромета на конец февраля 2011гг. содержание влаги в снеге в бассейне р. Волга составляло 178 м^3 , что являлось самым большим показателем за последние 10 лет, на начало апреля запасы воды в снежном покрове в бассейне р. Волги и Камы составляли 123 км^3 (119% нормы). Что на тот период позволяло говорить о прогнозировании благоприятного паводкового режима на Нижней Волге. По уточненному прогнозу Росгидромета суммарный приток воды составил 104 км^3 .

21 апреля на заседании Межведомственной оперативной группы при Федеральном агентстве водных ресурсов был рассмотрен и принят за основу график специального весеннего попуска на Нижнюю Волгу объемом 104 км^3 , что относится к средней величине объема весеннего стока (табл. 10).

Табл.10 Показатели весеннего половодья за 2007 и 2011гг.

Показатели	2007	2011
Температура воздуха	в феврале ниже $2\text{--}8^{\circ}\text{C}$	
Выпавшие осадки	превысили норму 1,5-2,5 раза	
Запасы воды в снежном покрове в бассейне р. Волги	- 20.02.07 – 115 км^3 - 10.03.07 – 128 км^3 - 5.04.07 – $66,5 \text{ км}^3$	- конец февраля – 178 км^3 большой показатель за 10 лет - март – до 195 км^3 - начало апреля 123 км^3 (Волга и Кама)
Суммарный приток воды во 2 квартале* в водохранилище Волжско-Камского каскада	$138\text{--}172 \text{ км}^3$ (норма 161 км^3)	$155\text{--}185 \text{ км}^3$

Свободная емкость водохранилища*	- 10 марта – 20,0 км³ - 1 апреля – 20,5 км³	
Суммарный приток воды во 2 квартале** в водохранилище Волжско-Камского каскада	138-168 км³ в период половодья: - основной вариант объемом 113 км³ при объеме притока к каскаду 134 км³ - минимальный вариант объемом 105 км³ при объеме притока к каскаду 128 км³	104 – 107 км³
Свободная емкость водохранилища*	5 апреля – 15 км³	
Рекомендованный весенний попуск ***	18-25 апреля расходами 26000 м ³ /сек.	6-10 мая расходами 25000 м ³ /сек.

Примечание:

* по предварительному прогнозу Росгидромета

** по уточненному прогнозу Росгидромета

*** Межведомственная оперативная группа по регулированию режимов работы водохранилищ Волжско-Камского каскада

Для сравнения взят 2007 год (многоводный, после маловодного 2006г.), объем половодья – 120км³, что позволило считать его оптимальным, так как формально было выполнено требование рыбного хозяйства (рыбохозяйственная полка с 30.04-9.06 (41 сутки), биопродукционный сток – 92км³).

1907-1955 гг. (условно-естественный) объем половодья - 132,6км³ [23], 2011г. при объеме 104,0км³ и 2018г. с объемом 97км³ (рис. 19, табл.11).

Табл.11 Сравнительные характеристики весеннего половодья

Показатели	2007	2011	2018
Суммарный приток воды* в водохранилище, км ³	138-172 (норма 161)	155-185	161
Суммарный приток воды** в водохранилище, км ³	120	104	97
Рекомендованный весенний попуск/расходы ***	19.04-25.04/ 26000 м ³ /сек.	9.05-14.05/ 25000 м ³ /сек.	23.04-01.05/ 26900 м ³ /сек.

Примечание:

* по предварительному прогнозу Росгидромета

** по уточненному прогнозу Росгидромета

*** Межведомственная оперативная группа по регулированию режимов работы водохранилищ Волжско-Камского каскада

Паводок 2018 года на территории Астраханской области имел волнообразный характер с достаточно быстрым подъемом воды на относительно невысокие отметки и также достаточно быстрым сходом воды, из-за чего не произошло пол-

ного обводнения заливных лугов и массивов нерестилищ (полоев), необходимого для развития молоди рыб [155,164].

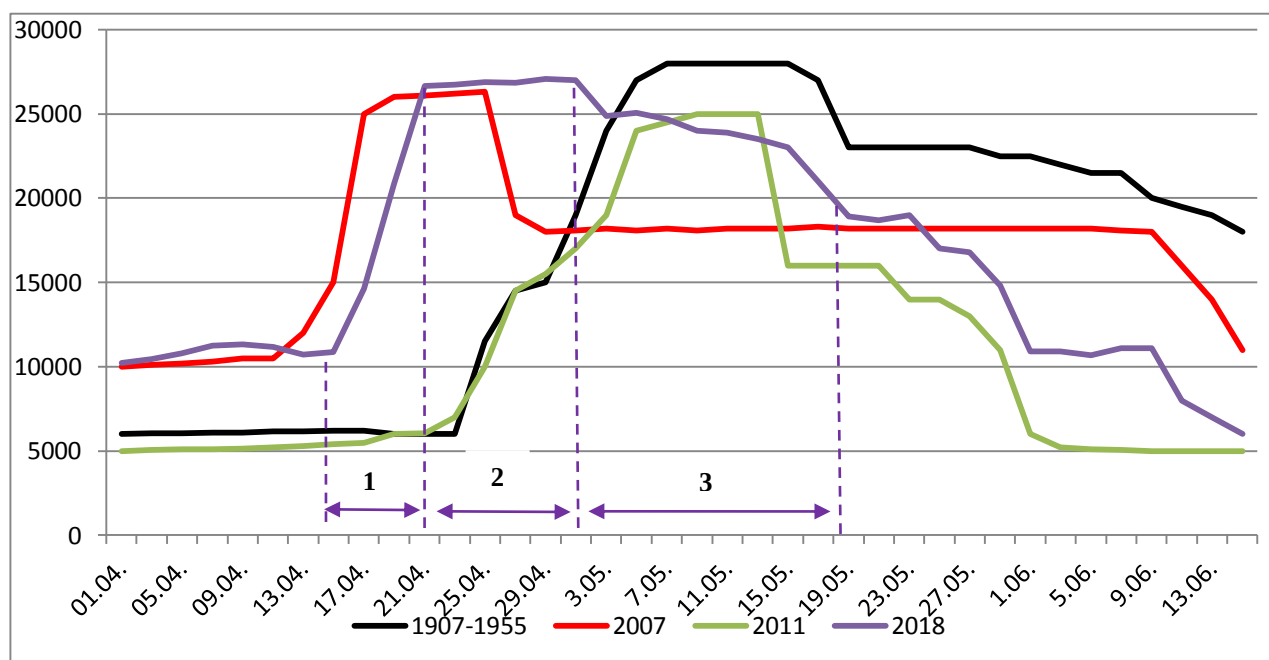


Рис. 19 Сравнительные графики спецпусков через Волжскую ГЭС 1907-1955гг. (132,6км³), 2007г. (120км³), 2011г. (104км³) и 2018г. (97км³)

Паводок 2018 разделим на 3 фазы:

- **первая фаза:** участок, начинается с отметки 10000 м³/сек (01.04) и заканчивается началом подачи максимального расхода 26900 м³/сек;
- **вторая фаза:** участок кривой, характеризуется подачей максимального расхода 26900 м³/сек (23.04-01.05);
- **третья фаза:** участок кривой, конец подачи максимального расхода — на спаде, начало подачи расхода 5000-6000 м³/сек (13.06).

Оптимальной для рыбохозяйственного значения имеет **вторая фаза** (ее минимальная длительность должна составлять около 18 дней, в нашем случае — 9 дней), характеризующаяся подачей максимальных расходов. На этом этапе наблюдается затопление лугов высокого уровня и равнинных массивов межгрядных пространств. От последствий паводка пострадала вся Волго-Ахтубинская пойма, 300 тысяч гектаров естественных сенокосных угодий осталось не залитыми, что привело к снижению объема заготовок кормов на осенне-зимний стойловый пе-

риод.

Третья фаза графика весеннего попуска должна обеспечить постепенный сход полых вод с поймы, транспортирование молоди и отнерестившейся рыбы в акваторию р. Бахтемир, как это было в 2007 году.

Температурные условия соблюдены не были (красноперка, сом, сазан, линь – оптимальная $t^{\circ}\text{C}$ для нереста и развития икринки от $+15$ до $+22^{\circ}\text{C}$), что привело к необратимому характеру отрицательного воздействия на все элементы экологической системы – сокращение площади нереста и нагула рыбы, гибель нерестовой икры и мальков [68,163].

Вероятности продолжительности «рыбохозяйственных полок» в ряде случаев 22% лет отсутствуют. С обеспеченностью 30% продолжительность полки составляет 17 суток. Подобный режим работы является нежелательным для водной экосистемы и биоресурсов Низовья Волги.

На рис. 20 показана зависимость величины ущерба, нанесенного естественному воспроизводству рыб нарушением попусков воды в разные по водности годы [150].

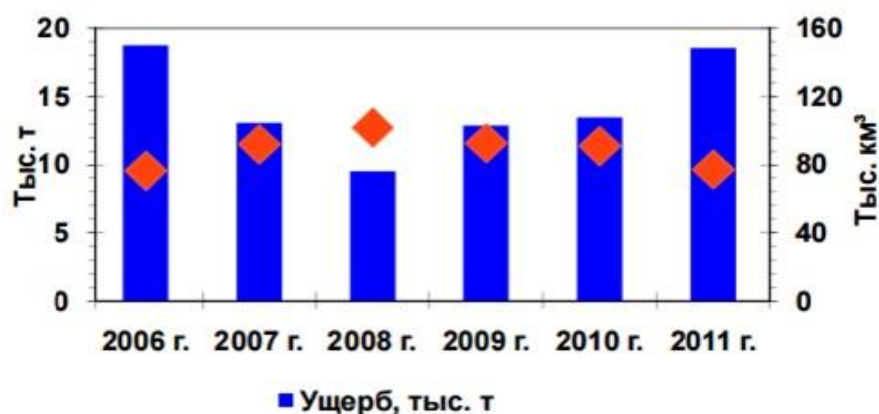


Рис. 20 Ущерб естественному воспроизводству промысловых рыб в результате нарушения рыбохозяйственных попусков воды в 2006-2011 гг., тыс.т

2.3.2 Уровень

Колебания уровня воды в нижнем течении р. Волги и в ее дельте связаны с изменениями стока реки. Сгонно-нагонные колебания уровня проявляются здесь

весьма слабо, что связано со значительными уклонами водной поверхности в приморской зоне дельты [102]. Это явление особенно ослабло в течение последних десятилетий в связи наблюдавшимся снижением уровня моря, при котором площадь зоны с относительно повышенными уклонами значительно увеличилась. Развитию сгонно-нагонных колебаний уровня на предустьевом взморье дельты препятствует также широко распространившиеся здесь водная растительность; на протяжении примерно 10 км от края дельты до взморья с начала лета образуется густой травостой [138].

В период до зарегулирования стока р. Волги в ее нижнем течении и дельте наблюдались две волны подъема уровня: весенняя (половодье) и осенняя (дождевые паводки) (рис.21)

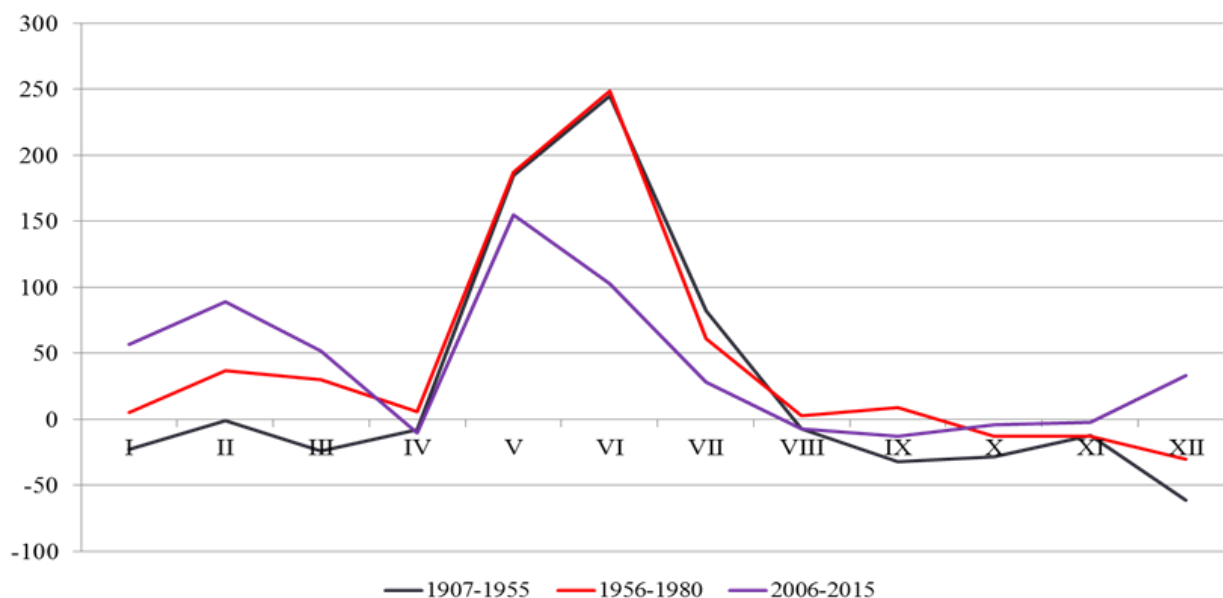


Рис. 21 Изменение среднего месячного уровня воды р. Волги у г/п с. В. Лебяжье

Весенний подъем уровня, обусловленный таянием снега на водосборе имел у г. Астрахань в среднем максимальную высоту 287 см, среднюю продолжительность подъема и спада соответственно 41 и 39 сут. (табл. 12).

Табл. 12 Характеристики весеннего половодья р. Волги у г/п с. В.Лебяжье по периодам: первый (1907-1955г.г.); второй (1956-1980г.г.); третий (2006-2015г.г.)

Период	Сток в период половодья (апрель-июнь), км ³	Общая продолжительность половодья, сут	Продолжительность подъема уровня до максимальной отметки	Максимальный уровень, см.	Продолжительность спада уровня, сут
1907-1955	121,8	83	41	320	39
1956-1980	116	62	27	250	25
2006-2015	97	50	9	190	10

Максимальные уровни наблюдались, как правило, в конце мая – начале июня.

Подъем уровня в половодье происходил в верхней части дельты, но по мере приближения к авандельте гребень волны постепенно понижался до отметок, горизонт которых составлял 13-18% максимального уровня в верхней части дельты. Понижение уровня половодья по мере его следования к морю определялось разветвлением основного русла р. Волги на многочисленные рукава и протоки (табл. 13).

Табл. 13 Затопление Волго-Ахтубинской поймы (ВАП)

Гидрологические посты	«0» постов в абс. отметках	Уровни воды в пунктах ВАП над «0» постов в см, при которых:							
		Происходит выход воды на пойму	Появление участков, залитых на 80-100%	Происходит заливание всего района на 80-100%	Происходит полное затопление поймы (спад)	Заливаемость составляет около 10%		Заливаемость составляет около 100%	
						Подъем половодья	Спад половодья	Подъем половодья	Спад половодья
Волгоград	-11,40	275	500	-	-	320	80	930	840
Черный Яр	-20,40	270	600	870	900	370	190	850	770
Енотаевка	-24,68	290	550	720	750	340	150	710	650
В. Лебяжье	-25,54	160	350	510	540	210	100	480	450
Гидрологические посты	Максимальный уровень в 1926 г.		Максимальный уровень в 1991 г.		Максимальный уровень в 1975 г.		Максимальный уровень в 1992 г.		
	Многоводные годы				Маловодный год		Средний по водности год		
Волгоград	970		839		-		784		
Черный Яр	980		868		710		790		
Енотаевка	870		767		570		675		
В. Лебяжье	613		540		375		460		

Осенний подъем уровня, вызываемый выпадением в это время года большого количества осадков в бассейне р. Волги, продолжался в среднем 1,5 месяца. Минимальный уровень наблюдался в зимний период (табл. 14).

Табл. 14 Средние месячные уровни (см) р. Волги у г/п с. В.Лебяжье в трех периодах: первый (1907-1955г.г.); второй (1956-1980г.г.); третий (2006-2015г.г.)

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средне годовой
1907-1955	-23	-1	-24	-8	185	245	82	-7	-32	-28	-12	-61	26
1956-1980	5	37	30	6	187	249	61	3	9	-13	-13	-30	44
2006-2015	57	89	52	-10	153	103	28	-7	-13	-4	-2	33	37

После зарегулирования стока понижение уровня половодья по мере его следования к морю связано с низкими сбросными расходами, которые составили всего 16000 м³/с в течение 7 дней. Вода в малом количестве заполнила объекты гидрографической сети поймы, что привело к серьезному ухудшению ее экологического состояния.

Таким образом, годовой ход уровня стал определяться главным образом режимом работы Волгоградской ГЭС, особенностью которого в период весеннего половодья является: быстрый подъем уровня до максимальных отметок (9 сут. против 41 сут.), кратковременное стояние высоких уровней > 150 см (15 сут. против 60 сут.) и резкий спад до меженных отметок (10 сут. против 39 сут.) Продолжительность половодья сократилась с 83 до 57сут. (табл. 12, рис. 21).

Быстрый подъем уровня, непродолжительное стояние высоких уровней и особенно резкий его спад отрицательно сказываются на процессах нереста и нагула рыб в дельте р. Волги. Молодь рыб остается в замкнутых водоемах, отрезанных от проточных русел, а многие ильмени вообще не успевают заполняться водой (рис. 25).

Следует отметить, что после зарегулирования стока осенний подъем уровня уже не наблюдается, что связано с аккумуляцией дождевых вод в водохранилищах. Дождевой сток, формирующийся в пределах водосбора ниже Волгоградского водохранилища, очень мал и недостаточен для заметного подъема

уровня реки у г. Астрахань и в дельте.

Зарегулирование р. Волги и особенно ввод в эксплуатацию Волгоградского водохранилища изменили и сроки наступления минимального уровня. В условиях зарегулированного стока минимальный уровень стал наблюдаться в осенний период. Изменился уровенный режим зимних месяцев [36,54]. За счет повышенных сбросов воды из Волгоградского водохранилища уровни повышаются на 55-70 см по сравнению с уровнем 1-24 см до зарегулирования в низовьях р. Волги в январе-марте. В отдельные годы уровень в январе-феврале поднимался до отметки 1 м. Средний годовой уровень остался в пределах среднего многолетнего (табл.15).

Полезная емкость водохранилища Волгоградского ГЭС позволяет в определенной степени маневрировать стоком – изменять продолжительность половодья, но только в период каскадного регулирования (рис.22).



Рис. 22 Продольный профиль каскада ГЭС и водохранилищ на реке Волги (<http://www.rushydro.ru/hydrology/informer> с добавлением авторов)

Табл. 15 Гидрологическая характеристика зимних уровней р. Волги за 2008-2010 гг.

	2008				2009				2010			
	Низовья Волги	дельта р. Волги	рук. Ахтубы	взморье	Низовья Волги	дельта р. Волги	рук. Ахтубы	взморье	Низовья Волги	дельта р. Волги	рук. Ахтубы	взморье
Первое появление льда	16-21.12.07 (позже на 3-8 дней)		19-20.11 (раньше на 14-18 дней)		19-26.12.08 (позже на 10-11 дней)	17-19.12.08 позже 3-5 7-15			09-18.12.09 (раньше 1-2 дня)	10-15.12.09	08-09.12.09 (позже на 1-6 дней)	
Толщина льда, см	42-85	33-51	41-51		21-31	18-32	24-43	24-23	35-38	29-40	36-49	16-44
Начало половодья	12-15.04.08 (раньше на 7-10 дней)				19-21 апреля	21-22 апреля	19-22 апреля	22-24 апреля	позже среднесноголетних на 3-5 дней			
Предполоводные уровни воды, см	86-93	53-63	56-104	38-50	71-136	55-67	73-108	29-43	ниже прошлых годов на 29 см и ниже нормы на 23 см			
Максимальные суточные приращения уровня воды, см	59-89	43-52	50-66	34-36	48-67	28-33	36-55	16-17	ниже нормы			
									10-12	18-23	3-27	12-19
Продолжительность половодья, сут	18-23 (ниже нормы на 5-6 дней)	23-30 (ниже нормы на 6-8 дней)		26-27 (ниже нормы на 8-13 дней)	65-76				85			
	68-86											

С учётом складывающейся гидрологической и водохозяйственной обстановки в регионе, предложениями водопользователей за последние два года (2017-2018 гг.) и в соответствии с рекомендациями Межведомственной рабочей группы по регулированию режимов работы водохранилищ Волжско-Камского каскада, Федеральным агентством водных ресурсов принято решение о максимальных сбросных расходах 25000 м³/с через Волгоградский гидроузел.

С 20 апреля 2017г. среднесуточные сбросные расходы Волгоградского гидроузла начали нарастать (рис. 23).

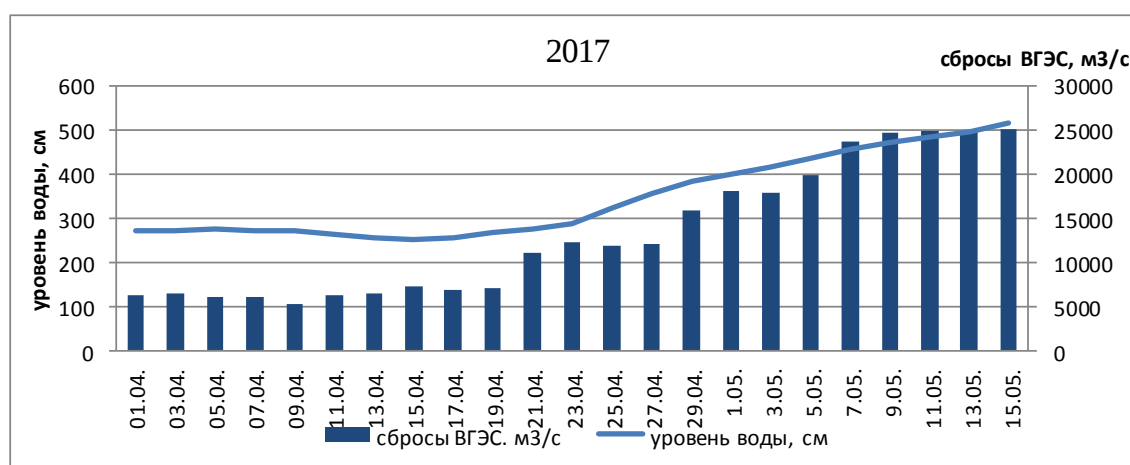


Рис. 23 Зависимость объемов сбросов ВГЭС от уровней воды, 2017г.

Ежедневно уровень воды в Волге поднимался в среднем на 3-5 сантиметров. Пик паводка в Астрахани пришёлся на 13-15 мая и достиг 510 сантиметров при опасной отметке 620-670 сантиметров. Эти показатели меньше по сравнению со значениями 2018 года, когда пик паводка пришелся на 1-2 мая и уровень воды в областном центре достиг 620 сантиметров (рис.24).

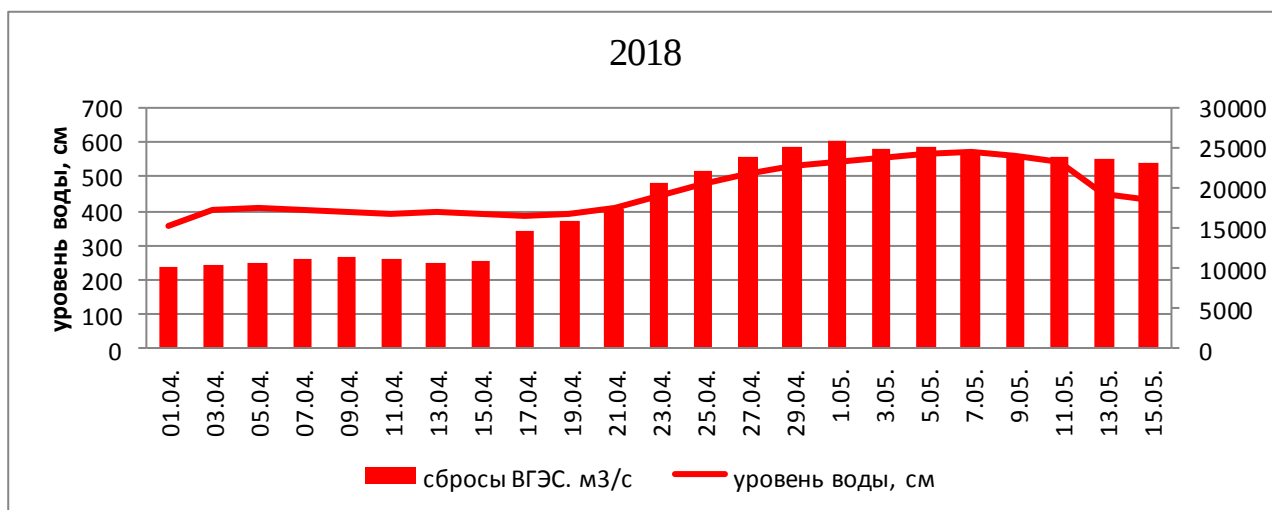


Рис. 24 Зависимость объемов сбросов ВГЭС от уровней воды, 2018г.

Для рыбохозяйственных целей (так называемая «рыбохозяйственная полка») наиболее оптимальный срок пика паводка должен приходиться на 25 апреля. Таким образом, полученные в соответствии с запросом объемы воды ($25000 \text{ м}^3/\text{с}$) не соответствуют естественному рыборазведению [151]. А максимальные сбросные расходы при опасных отметках 620-670 сантиметров, могут привести к необратимым процессам, связанным с затоплением и подтоплением территорий, как это наблюдалось в 1908, 1926, 1979 (см. табл. 7), 1991 годах.

В Астраханской области на территории, подверженной негативному воздействию вод, проживает примерно 1/2 населения области. Основными оборонительными сооружениями от подтопления и затопления населённых пунктов и социальных объектов служат земляные водооградительные валы общей протяжённостью более 1100 км.

Процессы подтопления и затопления населенных пунктов отрицательно скажутся не только на социальных условиях жизни населения области, но и на экологической обстановке и экономике всего региона [155].

Таким образом, зарегулирование стока р. Волги изменило гидрограф годового уровня нижнего течения и дельты реки. А также сроки прохождения и отметки максимальных и минимальных уровней. Средний годовой уровень у г. Астрахани остался в пределах, близких к среднему многолетнему [30,56].

2.3.3 Взвешенные вещества

Взвешенные вещества нижнего течения р. Волги и дельты формируются из транзитных, приносимых со всего водосборп р. Волгт, и местных, являющихся в основном результатом эрозии русла и размыва отложенных ранее аллювиальных морских и эоловых наносов [9].

Основная масса взвешенных веществ (около 90% годового объема твердого стока) [17] проходила в период весеннего половодья (табл. 16), максимальные концентрации наблюдались, как правило, до пика половодья (табл.17).

Табл. 16 Сток взвешенных веществ р. Волги (млн.т) в Каспийском море

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	среднегодовой
1907-1955	0,150	0,190	0,440	1,680	9,470	4,680	1,260	0,360	0,200	0,300	0,400	0,140	19,3
1956-1980	0,210	0,320	0,690	1,680	4,580	5,020	0,780	0,300	0,200	0,280	0,230	0,190	14,5
1981-2005.	0,237	0,309	0,476	0,885	3,066	0,993	0,341	0,337	0,285	0,284	0,300	0,254	7,8
2006-2015	0,067	0,010	0,207	0,440	1,010	0,420	0,121	0,120	0,117	0,258	0,388	0,178	2,9

Табл. 17 Концентрации взвешенных веществ (мг/л) в воде р. Волги у г. Астрахань

Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	средне-годовой
1907-1955	20	31	55	139	185	80	45	30	20	27	35	25	58
1956-1980	20	27	45	110	100	90	38	20	15	20	17	20	44
1981-2005	16	21	28	53	73	34	22	26	21	20	21	16	29
2006-2015	4	6,2	8	25	15	12	9	6	2,5	5,5	7,2	4	8,7

В естественных условиях высокие средние годовые концентрации взвешенных веществ (до 100 мг/л) отмечались в 1936-1940 гг., с 1947 г. их содержание уменьшается. Так, по данным Л.А. Барсуковой [18,19], средняя годовая концентрация взвешенных веществ за 1935-1948 гг. составила 93 мг/л, за 1949-1955 г.г. снизилась до 54 мг/л [15,16]. По ее мнению, такое уменьшение связано с вводом в

действие верховолжских водохранилищ.

В многоводные годы наблюдается небольшое увеличение содержания взвешенных веществ по сравнению с маловодными, но не так значительно как после зарегулирования. Если ранее при объеме стока в период половодья более 110 км^3 содержание взвешенных веществ составляло 102-180 мг/л, то в современных условиях при таком же стоке воды их концентрации максимально повышались лишь до 70-80 мг/л [63].

С уменьшением концентраций взвешенных веществ сократился и их вынос в море (табл.16). В период до зарегулирования он составлял 19,3 млн.т/год, а по мере зарегулирования вынос постепенно уменьшился до 2,9 млн.т/год [149].

За прошедшие десятилетия произошло интенсивное отложение наносов в районе рукава Бахтемир со стороны Каспия. Это привело к заилению из-за снижения расходов воды, ухудшению кислородного режима. В результате за бровками канала создаются неблагоприятные условия для нагула и зимовки рыб, заметно сокращается заход промысловых рыб, уменьшается концентрация рыб в промышленной зоне, резко снижается эффективность промысла.

Таким образом, создание каскада водохранилищ на р. Волге привело к обеднению воды нижнего течения реки взвешенными веществами [36] за счет аккумуляции их в водохранилищах (табл.18-22).

Табл. 18 Распределение и изменение стока взвешенных наносов в дельте р. Волги (1972-80 гг.)

Дельта	Половодье (апрель-июнь)				Летне-осенняя межень (июль-ноябрь)				Зимняя межень (декабрь-март)				За год	
	м ³ /с	г/м ³	тыс.т	%	м ³ /с	г/м ³	тыс.т	%	м ³ /с	г/м ³	тыс.т	%	тыс.т	R %
	Q ср.	ρ ср.	R ср.		Q ср.	ρ ср.	R ср.		Q ср.	ρ ср.	R ср.		ΣR	
р.Волга- с.В.Лебяжье	9804	48,9	3769	100	5385	21,2	1509	100	5538	1,83	106	100	5384	100
Западная часть дельты														
рук.Бахтемир	1691	49,2	654	17,4	1228	22,6	367	24,3	1263	1,95	25,8	24,3	1047	19,4
каналы-рыбоходы	259	53,5	109	2,9	198	32,3	85	5,6	204	2,81	6,0	5,7	200	3,7
межканальное пр-во	4293	22,5	759	20,1	22,4	9,8	297	19,7	23,59	0,85	20,9	19,7	1077	20,0
суммаΣ ₁	-	-	1522	40,4	-	-	749	49,6	-	-	52,7	49,7	2324	43,2
Восточная часть дельты														
рук.Бузан	3179	57,5	1437	38,1	1502	22,9	455	30,2	1544	1,98	32,0	30,2	1924	35,7
каналы-рыбоходы	346	51,7	141	3,7	260	27,3	93,8	6,2	267	2,36	6,6	6,2	241	4,5
межканальное пр-во	3213	19,2	485	12,9	1404	6,9	128	8,5	1444	0,60	9,0	8,5	622	11,6
суммаΣ ₂	-	-	2063	54,7	-	-	677	44,9	-	-	47,6	44,9	2787	51,8
Σ=Σ ₁ +Σ ₂	-	-	3585	95,1	-	-	1426	94,5	-	-	100	94,6	5111	95,0
аккумуляция в дельте	-	-	184	4,9	-	-	83	5,5	-	-	5,7	5,4	273	5,0

Табл. 19 Распределение стока взвешенных наносов Волги между рукавами дельты

Водоток-пост	Способ расчета распределения стока наносов											
	по среднемного- летним значени- ям		по максималь- ным расходам взвешенных наносов		по осредненным расходам взвешенных наносов за:				по расходам взвешенных наносов за:			
					многоводные годы		маловодные го- ды		продолжитель ное половодье		короткое поло- водье	
	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%
р.Волга-с.В.Лебяжье	250	100	2300	100	347	100	155	100	608	100	460	100
рук.Бузан-исток	96	38,4	1500	65,2	143	41,2	55	35,5	263	43,3	260	56,5
рук.Бахтемир-исток	68	27,2	990	43,0	102	29,9	53	34,2	166	27,2	200	43,5
рук.Камызяк-исток	45	18,0	720	31,3	73	21,0	19	12,4	131	21,5	130	28,3
рук.Старая Волга- исток	30	12,0	440	19,1	47	13,6	20	12,7	71,5	11,7	77	16,7
рук.Болда- с.Началово	18	7,2	330	14,3	28	8,2	11	6,9	50,0	8,2	59	12,8
пр.Рычан-с.Яманцуг	9,4	3,8	100	4,3	14,4	4,1	6,0	3,8	19,1	3,1	18,0	3,9
рук.Ахтуба- с.В.Лебяжье	4,0	1,6	121	5,3	6,0	1,9	2,3	1,7	18,1	3,0	16,5	3,5
Западная часть	-	57,2	-	93,4	-	64,5	-	59,3	-	60,5	-	78,5
Восточная часть	-	50,0	-	89,1	-	55,4	-	47,9	-	57,6	-	76,7

Табл. 20 Распределение средних годовых расходов взвешенных наносов различной вероятности превышения

Водоток-пост	Вероятность превышения, %																	
	1		5		10		25		50		70		90		95		99	
	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%
р.Волга-с.В.Лебяжье	460	100	380	100	339	100	294	100	219	100	165	100	124	100	104	100	66	100
рук.Бузан-исток	220	47,8	180	47,4	158	46,6	135	45,9	101	46,1	66	40,0	41	33,0	27	25,9	14	21,2
рук.Бахтемир-исток	140	30,4	110	28,9	100	29,5	86	29,3	62	28,3	48	29,1	37	29,8	32	30,7	24	36,1
рук.Камызяк-исток	96	20,8	77	20,3	68	20,1	58	19,7	41	18,7	28	17,0	18	14,5	13	12,5	4,2	6,4
рук.Старая Волга-исток	66	14,3	54	14,2	48	14,2	41	13,9	30	13,7	21	12,7	16	12,9	15	14,4	6,4	9,7
рук.Болда-с.Началово	49	10,7	37	9,74	31	9,15	25	8,3	16	7,3	10	5,06	7	5,65	9,3	8,94	3,1	4,7
пр.Рычан-с.Яманцуг	29	6,3	21	5,53	17	5,02	13	4,42	7,6	3,47	4,4	2,66	2,5	2,01	1,6	1,54	0,62	0,9
рук.Ахтуба-ст.Досанг	54	11,7	30	7,89	19	5,61	11	3,74	3,9	1,78	0,47	0,28	-	-	-	-	-	-
Западная часть %	-	65,5	-	63,4	-	63,8	-	62,9	-	60,7	-	58,8	-	57,2	-	57,6	-	52,5
Восточная часть %	-	76,5	-	70,5	-	66,4	-	62,6	-	58,6	-	49,0	-	40,6	-	36,4	-	26,8

Табл. 21 Распределение минимальных расходов взвешенных наносов различной вероятности превышения

Водоток-пост	Вероятность превышения, %																	
	1		5		10		25		50		70		90		95		99	
	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%
р.Волга-с.В.Лебяжье	93,5	100	77,1	100	69,3	100	56,1	100	44,2	100	33,3	100	24,2	100	19,6	100	11,8	100
рук.Бузан-исток	35,3	37,8	29,4	38,1	26,4	38,1	21,5	38,3	16,6	37,6	11,7	35,1	7,6	31,4	5,2	26,5	1,00	8,5
рук.Бахтемир-исток	32,9	35,2	25,3	32,8	21,6	31,2	16,5	29,4	11,8	26,7	8,1	24,3	5,5	22,7	4,38	22,3	2,58	21,9
рук.Камызяк-исток	16,0	17,1	11,9	15,4	10,7	15,4	8,8	15,7	6,7	15,2	5,0	15,0	3,54	14,6	2,91	14,8	1,66	14,1
рук.Старая Волга-исток	9,6	10,3	7,7	9,9	6,8	9,8	5,4	9,6	4,08	9,2	2,96	8,9	2,06	8,5	1,63	8,8	0,9	7,6
рук.Болда-с.Началово	4,9	5,2	3,94	5,1	3,47	5,0	2,77	4,9	2,11	4,8	1,49	4,5	1,05	4,3	0,81	4,1	0,42	3,6
пр.Рычан-с.Яманцуг	3,02	3,2	2,34	3,0	2,02	2,9	1,54	2,7	1,09	2,5	0,72	2,2	0,43	1,8	0,31	1,6	0,88	0,7
рук.Ахтуба-ст.Досанг	1,03	1,1	0,56	0,7	0,42	0,6	0,26	0,5	0,14	0,3	0,06	0,2	0,02	0,1	0,01	0,00	0,00	0,00
Западная часть дельты %	-	62,6	-	58,1	-	56,4	-	54,7	-	51,1	-	48,2	-	45,8	-	45,4	-	43,8
Восточная часть дельты %	-	47,3	-	46,9	-	46,6	-	46,4	-	45,2	-	42,0	-	37,6	-	32,2	-	12,8

Табл. 22 Распределение максимальных расходов взвешенных наносов различной вероятности превышения

Водоток-пост	Вероятность превышения, %																	
	1		5		10		25		50		70		90		95		99	
	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%	кг/с	%
р.Волга-с.В.Лебяжье	4990	100	3520	100	2880	100	2000	100	1330	100	970	100	650	100	570	100	470	100
рук.Бузан-исток	2030	40,7	1500	42,6	1260	43,8	920	46,0	630	47,4	460	47,4	290	44,6	230	40,4	160	34,0
рук.Бахтемир-исток	990	19,8	740	21,0	630	21,9	470	23,5	340	25,6	260	26,8	190	29,2	180	31,6	130	27,6
рук.Камызяк-исток	720	14,4	520	14,8	450	15,6	330	16,5	240	18,0	190	19,6	140	21,5	130	22,8	120	25,5
рук.Старая Волга-исток	500	10,0	390	11,1	330	11,5	250	12,5	180	13,5	130	13,4	76	11,7	55	9,6	20	4,3
рук.Болда-с.Началово	360	7,2	270	7,7	230	8,0	170	8,5	170	9,0	88	9,1	55	8,5	45	7,9	31	6,6
пр.Рычан-с.Яманцуг	170	3,4	130	3,7	110	3,8	86	4,3	62	4,7	47	4,8	29	4,5	24	4,2	15	3,2
рук.Ахтуба-ст.Досанг	170	3,4	100	2,8	77	2,7	76	2,3	26	2,0	18	1,9	15	2,3	14	2,5	13	2,8
Западная часть дельты %	-	44,2	-	46,9	-	49,0	-	52,5	-	57,1	-	59,8	-	62,4	-	64,0	-	57,4
Восточная часть дельты %	-	54,7	-	56,8	-	58,3	-	61,1	-	63,1	-	63,2	-	59,9	-	55,0	-	46,6

2.4 Гидрохимические особенности изменений водного режима

Волго-Ахтубинская пойма до дельты на всем протяжении испытывает антропогенное влияние различного характера, влекущее за собой пространственно-временную изменчивость наиболее значимых в экологическом отношении гидрохимических компонентов. Пойма представляет собой каскад расширений с замедленным водообменом. Эти расширения выполняют противопаводковую функцию, а также получают поверхностный сток бассейна, благоприятствуют осаждению взвешенных частиц, т.е. исполняют собой природно-техногенные «очистные сооружения» [142,167].

Изначальные данные по гидролого-химическому составу воды нижнего течения и дельты Волги встречаются в 1867-1901 гг. Они содержались в замерах уровней воды в паводок и межень, измерение температуры, определение мутности, а также солености, кислотности и щелочности [24].

Эти эксперименты проводились в основном санитарными врачами. Большая часть данных оставалась в архивах и не получала широкого распространения. Н. Шмидт (1895, 1901гг.) одним из первых начал последовательные исследования волжской воды в устье реки и довольно четко описал годовой ход развития гидролого-химического режима.

Н. Пушкаревым в течение 1892-1994 гг. было проведено довольно тщательное для того времени исследование вод дельты Волги. К Чапковский (1909г.) и Ю. Балталон (1913г.) положили начало совокупному гидрологическому изучению устьевой части Волги, которые были доведены Б. Аполловым и В. Валединским, которые в 1928г. издали первую монографию «Дельта реки Волги», где сгруппировали и подытожили многолетний материал по гидрологии устьевой области Волги. Исследования состояния гидролого-химического режима Нижней Волги и ее дельты и тех превращение, которые произошли в результате каскада водохранилищ, были обобщены в работах Э.И. Бесчетновой [23], Д.Н. Катунина [72] и в трудах других исследователей Нижней Волги [66,116,117].

Исследования показали, что помимо увеличения солености вод, появляется опасность заморов в связи с неблагоприятным кислородным режимом, как это случилось в 2015 году (рис.25).



Рис. 25 Замор рыбы (автор - А.А. Токарева, 25.04.15г.)

Зимние и весенние заморы, наличие в воде сероводорода сильно препятствуют ведению рыбного хозяйства, хотя по многим другим показателям качество воды может сохраняться в пределах рыбохозяйственных стандартов (Еловенко, 2009).

Исходное качество воды в значительной мере определяется составом волжской воды в период половодья [144], так как только в этот период происходит заливание ильменей и прудов.

Нами [119,120] произведено обобщение материалов гидрохимических исследований для периода весеннего половодья за 2011-2015 гг. на г/п: с. В. Лебяжье, г. Астрахань и рукав Бахтемир (табл.23) и подведены итоги с целью рассмотрения качества вод.

Табл. 23 Средние весенние гидрохимические показатели для периода 2011-2015 гг. по г/п: с. В. Лебяжье, г. Астрахань и рукав Бахтемир

Показатель	с. В. Лебяжье г/п 8	г. Астрахань г/п 10	рукав Бахтемир г/п 27	ПДК р/х	Класс ка- чества вод
Расход, м ³ /с	10388	6394	6400		
Fe, мг/л	0,22	0,21	0,24	0,1	3б
Cu, мкг/л	6	8	8	1	4а
Zn, мкг/л	32	31	29	10	4б
Ni, мкг/л	11	10	9	10	3б-4а
Cr, мкг/л	0,5	0,3	0,5	5	3а
Pb, мкг/л	1,1	0,9	1	6	3а
Mo, мкг/л	1,2	0,9	0,9	-	3а
Co, мкг/л	0,2	0,1	0,4	10	3а
Sn, мкг/л	3,3	7,1	5	-	-
Cd, мкг/л	0,1	0,1	0,1	5	3б
Mn, мкг/л	1,2	1,1	1,1	10	3а
NH ₄ , мкг/л	0,03	0,04	0,02	0,4 по N	2а
NO ₂ , мкг/л	0,018	0,012	0,018	0,02 по N	3б
NO ₃ , мкг/л	0,27	0,27	0,29	9,1 по N	2б
Минерализация, г/л	0,43	0,34	0,36	0,1	-
Фенолы, мг/л	0,002	0,002	0,002	0,001	4б
НУ, мг/л	0,09	0,09	0,11	0,05	4б
P _{общ} , мг/л	0,038	0,034	0,045	0,2 по P	2б
BV, мг/л	18	18	19		3а
ХПК, мгО/л	26	26,5	27,3	15	3б
БПК ₅ , мгО/л	3	3,2	3,7	3	4а

Учитывая характерное для этого района загрязнение вод был произведен выбор ряда показателей концентраций в воде следующих элементов Cu, Zn, Cr, Pb, Co, P_{общ}, Fe_{общ} ХПК, БПК₅, нефтепродукты (НУ), биогены с целью рассмотрения их изменения расходов воды, учитывалось изменение этих показателей каждого года для половодного периода.

Для примера взят рукав Бахтемир (2015 г.) в качестве примера, где были приведены изменения расхода воды и ряда гидрохимических показателей в половодный период (рис. 26)

С ростом расхода воды концентрации Ni, Zn, Pb, ХПК – увеличиваются, а

концентрации Cr, Cu, БПК₅ - уменьшаются.

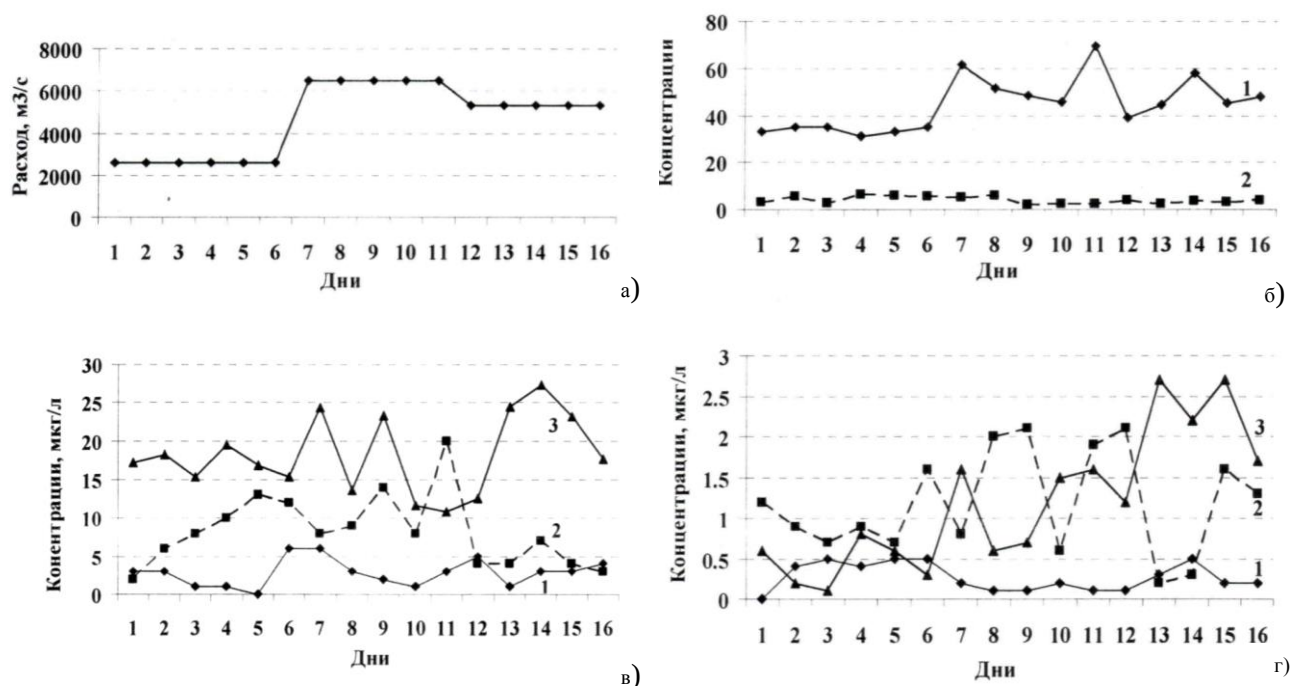


Рис.26 Изменение расхода воды (а) и гидрохимических показателей (б, в, г) в половодный период в рукаве Бахтемир:

б) - ХПК, мгО₂/л (1) и БПК₅, мгО₂/л (2);

в) - медь (1), цинк (2), никель (3);

г) - хром (1), свинец (2), кобальт (3).

Средние весенние гидрохимические показатели за 2011-2015 гг. на трех рассматриваемых гидропостах (табл.23) показали, что содержание в воде Cr, Pb, Co, Mo существенно ниже ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения, только концентрация никеля в одном случае заметно превышает этот норматив - на южной окраине Астрахань-Ильинка.

Концентрации Fe, Zn, главным образом Cu в воде везде выше ПДК. Заметное превышение ПДК содержания фенолов, что связано не только с антропогенным воздействием, поскольку при химическом анализе учитываются и фенолы естественного происхождения (от высшей водной растительности).

Основными показателями для дельты р. Волги загрязняющих веществ являются легкоокисляющиеся (по БПК₅) и трудноокисляющиеся (по ХПК) органиче-

ские вещества. Наличие в составе волжских вод содержания органического вещества гумусового происхождения от сбросов сточных вод промышленных предприятий. На это указывают среднегодовые величины ХПК и БПК₅ в период половодья: в 2001- 2006 гг. БПК₅ в 2005-2006 гг. ХПК, отмечая в эти годы неблагоприятную ситуацию для региона.

По эколого-санитарным (трофо-сапробиологическим) показателям ХПК и БПК₅ (период 2011-2015 гг.) воды р. Волги относятся к умеренно-загрязненным (класс качества 4а) и сильно загрязненным (класс качества 4б) (Оксиюк и др., 1993).

Исследования показали, что средние весенние гидрохимические показатели за период 2011-2015 годов для 3-х г/п: с. В. Лебяжье (г/п 8), г. Астрахань (г/п 10) и рукав Бахтемир (г/п 27) позволяют отнести воды по величинам ХПК к слабо загрязненным (класс 3б), а по БПК₅ - к умеренно загрязненным. По содержанию в воде Cr, Pb, Mo, Co, Mn, взвешенных веществ воды относятся к классу достаточно чистых вод [120]. По содержанию Fe, Cd, Ni, NH₄, ХПК - к классу слабо загрязненных вод. По содержанию Cu, Ni, БПК₅ - к умеренно загрязненным водам, а по содержанию Zn, фенолов, нефтяных углеводородов - к сильно загрязненным, по содержанию нефтяных углеводородов на р. Бахтемир - к весьма грязным (рис. 27)

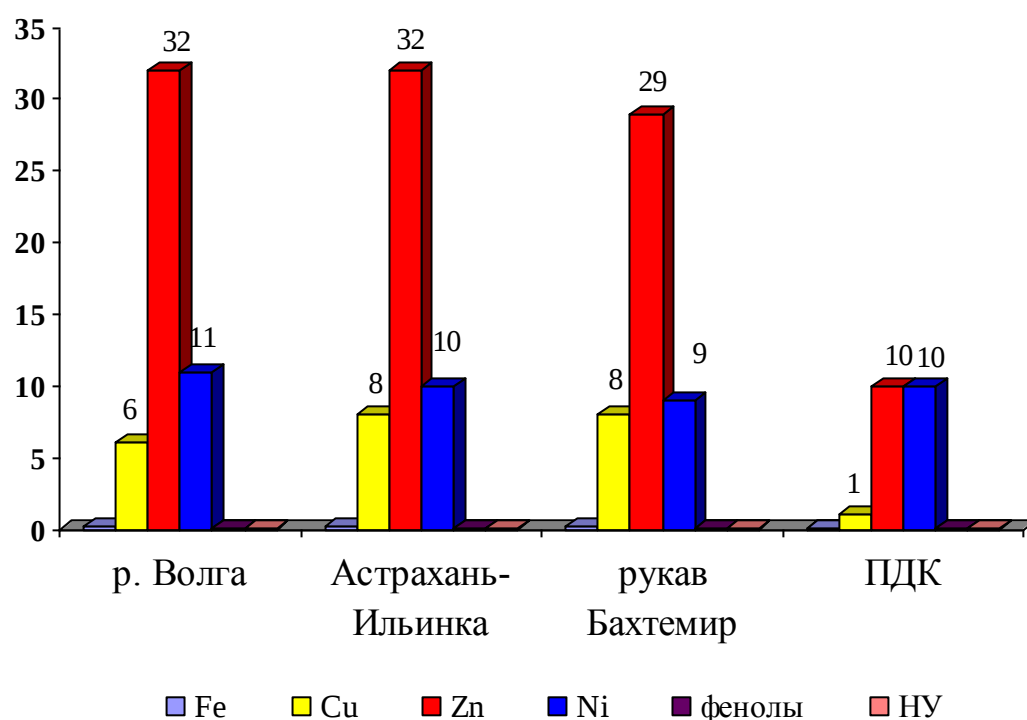


Рис. 27 Повышение концентраций в воде для периода 2011-2015 гг. на г/п: с. В. Лебяжье, г. Астрахань и рукав Бахтемир

В период весеннего половодья происходит смыв загрязняющих веществ полыми водами с обширных территорий полоев дельты и Волго-Ахтубинской поймы, что предположительно характеризуется существенным повышением концентраций металлов в воде.

Собственные исследования [119,120] были проведены в водоемах:

- р. Волга с. В. Лебяжье;
- ерики Сазаний и Ульянин Ахтубинский район;
- р. Волга г.Астрахань-Ильинка;
- рукав Бахтемир;
- р. Волга с. Цаган-Аман, Республика Калмыкия,

внутризональных ландшафтных районов за 2006-2011, 2015 гг., определены с использованием стандартных методик по О.А. Алекину, 1953 г. [4,5] и занесены в табл.24.

Табл. 24 Гидрохимический режим водотоков в период половодья за 1907-1955, 2006-2011, 2015 гг.

Показатели, единицы измерения	1907- 1955	ПДК	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2015
Сульфаты, мг/л	40,1	до 50	10	52	27,7	28,5	30	25	34
Хлориды, мг/л	14,8	10-12	20	22	24	26	25	24	24
Нитриты, мг/л	0,01	0,01-0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Нитраты, мг/л	0,18	1,0	0,01	0,03	0,05	0,01	0,14	0,27	0,19
Фосфаты, мг/л	0,03	0,5	0,01	0,04	0,04	0,04	0,02	0,01	0,04
Свободная углекис- лота, мг/л	-	10-15	12,3	10,0	10,5	12,3	13,0	12,0	14,9
Гидрокарбонаты, мг/л	-	100-130	110,3	109,0	107,0	101,0	108,0	102,3	102,2
Аммонийный азот, мг/л	0,2	0,05-0,1	0,10	2,0	0,18	0,10	0,14	0,01	0,05
Общее железо, мг/л	-	2,0	0,05	1,0	2,0	1,0	1,0	0,05	2,0
Щелочность, мг-экв/л	-	5,0	0,32	0,36	0,33	0,37	0,4	0,36	0,36
Жесткость воды, мг экв/л	-	до 5	0,9	1,02	0,93	1,04	1,03	1,05	1,01
Растворенный кис- лород, мг/л	12,3	8,0	7,7	7,9	7,8	8,0	6,5	8,0	7,0
Окисляемость, мгО ₂ /л	11,7	10-15	12,3	18,0	17,5	14	11,2	9,6	14
Минерализация, г/л,	0,22	0,1-1,0	0,27	0,28	0,28	0,3	0,28	0,34	0,34
рН	7,75	6,5-7,5	7,4	7,2	7,2	7,5	7,9	7,5	7,8
Температура, °С	20	15-22	17	21	20	19	20	18	17
Запах, баллы	0	0-5	0	3	0	0	0	0	0
Прозрачность, см	18	15	15	5	10	20	20	15	15

Газовый режим. Весной и осенью содержание кислорода в р. Волга было высоким и изменялось в пределах 9,2-11,4 мг/л. Некоторое снижение содержания кислорода отличается во время половодья (7,0 мг/л), он расходуется частично на окисление попадающих с поймы в воду веществ, в основном органических, что является естественным.

Активная реакция воды в р. Волга слабощелочная и изменяется от 7,2 до 7,8, причем минимум приходится на спад половодья, когда вода разбавляется подкисленными водами Волго-Ахтубинской поймы, а максимум – на период, ко-

гда это разбавление отсутствует. В исследуемых ериках в период половодья рН несколько ниже, но близко к его значению в р. Волга. Это говорит о том, что они достаточно хорошо промываются. После отмежевания ериков вода становится слабо кислой или даже кислой, в особенности в ерике Сазаний, где накапливается много органических веществ, которые при своем разложении сильно подкисляют воду. Следовательно, в некоторых отмежеванных и пересыхающих водоемах значения рН могут быть значительно ниже 6,0.

Сероводород во всех водоемах, как правило, отсутствует, однако в конце июля в пробе из ер. Сазаний обнаружены его следы. Следовательно, в водоемах поймы могут создаваться условия, когда он может образовываться. Это особенно заметно, когда водоем, после спада половодья близок к пересыханию. В это время вблизи водоема заметен характерный слабый запах сероводорода. Содержание углекислого газа во всех водоемах поймы достаточно для фотосинтеза и он не лимитирует его развитие. Таким образом, газовый режим исследуемых водоемов в основном определяется природными факторами, антропогенное влияние накладывается на них, не нарушая природные процессы.

Окисляемость воды в р. Волга определялась на спаде половодья, когда в реку стекает с поймы значительное количество вод, богатых органикой, она повышается до 14 мг O_2 /л. В результате затопления поймы полыми водами, разбавления и промывания внутренних водоемов в период половодья низкими значениями окисляемости характеризуются воды всех водоемов поймы. Весной окисляемость изменяется в ериках в пределах 10-18 мг O_2 /л, что еще допустимо для рыбохозяйственных водоемов. Однако после половодья в отмежеванных ериках, где происходит интенсивное разложение органических остатков под воздействием высоких температур воды, окисляемость достигает значений 20 мг O_2 /л и выше, т.е. вода становится сильно загрязненной органическими веществами, такие концентрации сохраняются даже поздней осенью.

Содержание **нитритов** в период половодья во всех водоемах не превышает

ПДК, низкими они оставались в р. Волга с апреля по октябрь. Максимум их концентрации приходился на спад половодья, когда они поступали с Волго-Ахтубинской поймы.

После половодья, в отмежеванных ериках Ульянин и Сазаний концентрация нитритов, как показателя свежего органического загрязнения, повышается до 0,02 мг/л, т.е. достигал значений ПДК.

Содержание *аммонийного азота* в водах р. Волги было в пределах 0,02-0,05 мг/л, т.е. очень низким, такие же концентрации в период половодья были и в других исследуемых водоемах. В отличие от этого в меженный период содержание его повышалось до 1 мг/л, а в ерике Сазаньем весной и осенью превышало 2 мг/л, т.е. допустимый уровень, таким образом, вода в отшнурованных водоемах весной и осенью может быть загрязнена нитритами и аммонийным азотом.

В период половодья содержание *общего железа* измеряется сотыми долями мг/л во всех водоемах и остается таковым в р. Волга в течение всего периода. Однако в меженный период его содержание повышается и может превышать 1 мг/л, а в ер. Сазаньем даже 2 мг/л, т.е. вода уже становится загрязненной. Причиной увеличения его концентрации, очевидно, вызывается испарением воды в отшнурованных водоемах или поступлением обогащенных железом вод от Волгоградского промузла (или другого источника) через р. Ахтуба.

Содержание *хлоридов* изменяется за весь период и во всех исследуемых водоемах в узких пределах от 20 до 24 мг/л. В отличие от этого, содержание сульфатов изменяется в очень широких пределах: от 10 до 60 мг/л и более. В р. Волга весь теплый сезон, а также весной в исследуемых водоемах содержание сульфатов не превышает 10 мг/л, однако после половодья их концентрация повышается до 20 мг/л в ер. Ульянин до 30 мг/л и более в ер. Сазаний. Гидрохимические показатели качества воды изменяются в очень широких пределах и зависят от тех процессов, которые в них происходят (табл. 25, рис. 28).

Табл. 25 Трансформация гидрохимических компонентов в пойме и дельте р. Волги (%).

Район наблюдения	Гидрохимические показатели										Средний по банку
	О ₂	БПК ₅	ХПК	СПАВ	н/пр.	медь	железо	хром	марганец	цинк	
с. Ушаковка (верхний створ в пойме)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-
с. Верхнее Лебяжье (нижний створ в пойме)	97	112	97	85	86	122	138	142	78	171	-
с. Верхнее Лебяжье (верхний створ в пойме)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-
Замыкающие створы дельты по банкам:											
1. Главному	92	92	84	91	84	79	210	178	192	36	114
2. Гандуринскому	99	90	72	107	48	75	132	133	225	42	102
3. Никитинскому	99	92	63	161	88	102	154	128	192	38	112
4. Кировскому	99	97	92	204	41	71	93	184	242	36	116
5. Тишковскому	103	104	85	122	52	115	107	150	292	42	117
6. Белинскому	104	84	72	78	148	115	200	105	223	50	118
7. Карайскому	101	84	54	51	50	94	116	111	213	38	91
8. Иголкинскому	103	97	73	85	76	103	110	94	307	50	110
В среднем по дельте	100	92	74	112	73	94	140	135	236	42	-

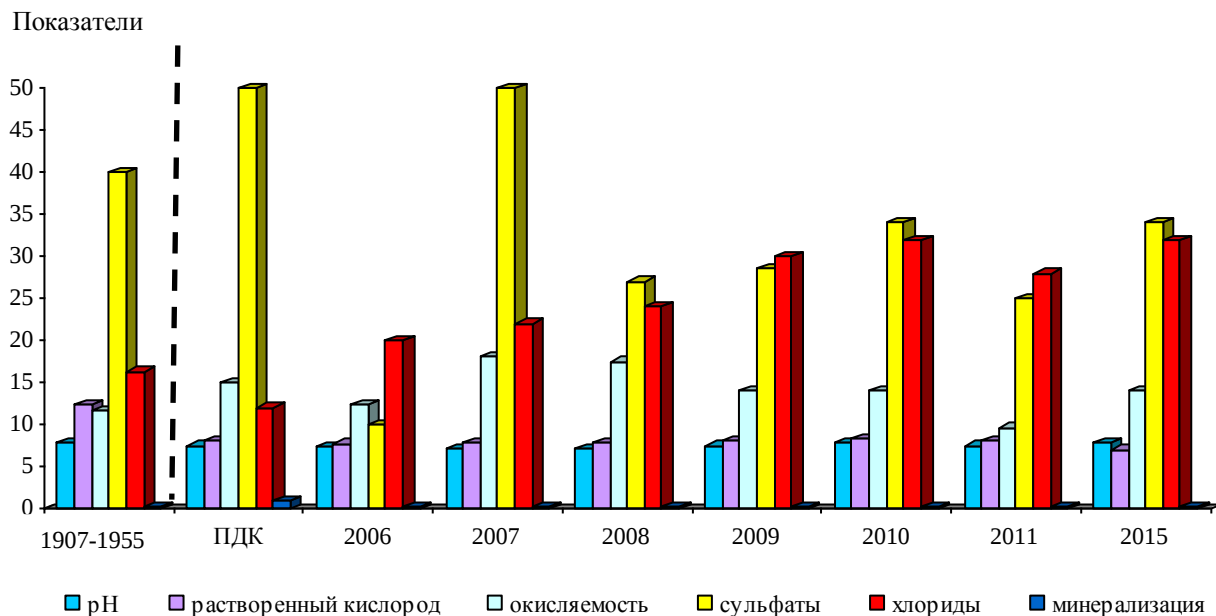


Рис. 28 Анализ гидрохимических показателей качества воды в период половодья

Минерализация воды. В зависимости от изменений водного стока реки минерализация [22] колеблется не только от года к году, но и по сезонам года (табл.26).

Табл. 26 Минерализация воды р. Волги у г/п с. В. Лебяжье

Месяц	Средняя минерализация, г/л		
	1907-1955	1956-1980	1981-2015
I	0,37	0,30	0,31
II	0,36	0,34	0,33
III	0,39	0,34	0,34
IV	0,37	0,35	0,35
V	0,23	0,35	0,36
VI	0,22	0,31	0,26
VII	0,22	0,28	0,27
VIII	0,24	0,26	0,27
IX	0,29	0,26	0,28
X	0,33	0,27	0,28
XI	0,36	0,30	0,29
XII	0,39	0,28	0,28

Амплитуда колебаний минерализации в естественно-условном периоде (1907-1955гг.) составляла 0,22-0,39г/л, при этом наибольшая за год минерализа-

ция 0,36-0,39 г/л наблюдалась в зимний период, когда расходы воды минимальные.

В весенние половодье происходило разбавление речных вод маломинерализованными снеговыми водами и спустя 10-15 сут. после прохождения пика половодья наблюдался годовой минимум минерализации (0,22 г/л). В летне-осеннюю межень с переходом реки на грунтовое питание минерализация воды постепенно повышалась.

Рассмотрим причины, обусловившие современное (1981-2015 гг.) внутригодовое распределение минерализации в пределах Астраханской области (рис. 29), в соответствии с данными табл. 26.

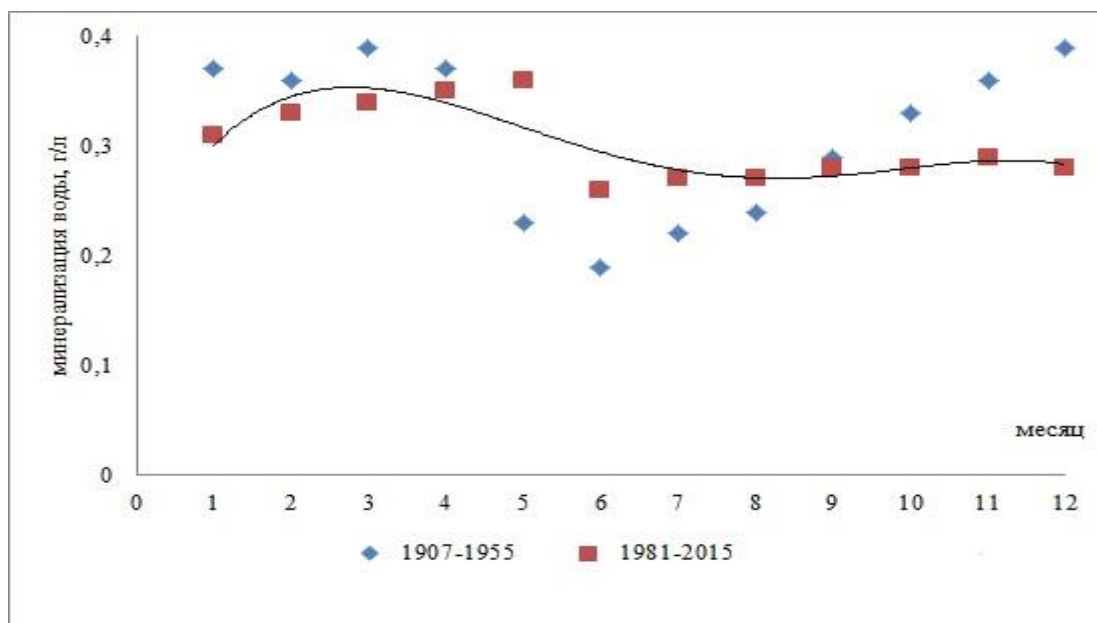


Рис. 29 Внутригодовое изменение минерализации у г/п с. В. Лебяжье

В зимний период Куйбышевское и Волгоградское водохранилище насыщены сравнительно высокоминерализованной водой реки и ее притоков, соответственно весенняя маломинерализованная вода доходит до нижнего бьефа Волгоградской ГЭС только после вытеснения всей осенне-зимней воды, накопленной в водохранилищах. Объема воды в водохранилищах во много раз больше, чем было на этом участке реки до зарегулирования, следовательно, требуется и более длительное

время для вытеснения [66]. Для преодоления волны весеннего половодья через Куйбышевское водохранилище требуется 14-16 сут, через Волгоградское – 20 сут. От нижнего бьефа Волгоградской ГЭС до г. Астрахань волна проходит за 10-12 сут.

Таким образом, общее запаздывания минимума минерализации против пика половодья составляет 45-50 сут. (рис.30), поэтому годовой минимум минерализации в устьевой области р. Волги наступает только в июле-августе (табл.26). В период летне-осенней межени в Нижнюю Волгу из водохранилищ сбрасывается в основном накопленная весной маломинерализованная вода, однородная по своему составу. Поэтому средняя месячная минерализация с июля по ноябрь практически остается без изменения (0,27-0,28 г/л) [22,155].

Обводненность нерестилищ. Основными факторами, влияющими на качество воды, в том числе и для рыбохозяйственного значения, являются: климатические факторы, поступление вод из бассейна р. Волги, проточность водоемов, поступление и деструкция органического вещества.

Каналы рыбиходы [38] являются продолжением основных водотоков дельты и служат для прохода вверх на нерест производителей рыб и ската молоди и взрослых рыб обратно в море. В последние годы в связи со снижением водообеспеченности уровень воды в этих водоемах снизился [74]. Потеря нерестилищ и их зарастание, изменение ихтиофауны, исчезновение ценных пород рыб и замещение малоценными породами произошло из-за снижения циркуляции воды, перегораживания водотоков наносами все это привело к негативным последствиям [147,166].

Наибольшие препятствия периодически возникают на участках русла в рукаве Бахтемир [119], где исторически сложились зоны аккумуляции речных наносов (табл.27, рис.30).

Табл. 27 Степень обводнения нерестилищ приморского подрайона дельты р. Волга (по материалам А.М. Пархоменко)

Показатели	1907-1955	1956-1980	2006	2007	2009	2010	2011	2015
Максимальная заливаемость пойм, тыс. га	439	400	-	305	300	-	295	317
Минимальная заливаемость пойм, тыс. га	271	250	182	-	-	257	243	

Водотоки, по которым происходит обводнение нерестилищ, настолько иссушились, что даже в период половодья глубина воды в них не превышает 0,5 м. В таких условиях нерестилища района заливаются не полностью. Особенно это заметно было в 2010 и 2011 годах по всем нерестовым площадям приморского подрайона дельты Волги.

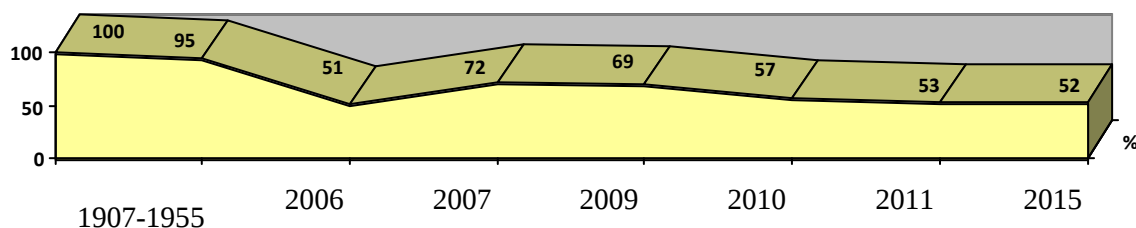


Рис. 31 Степень обводнения нерестилищ, %

Глава 3. Последствия изменений водного режима и качества речных вод для водно-солевого режима почв и грунтов

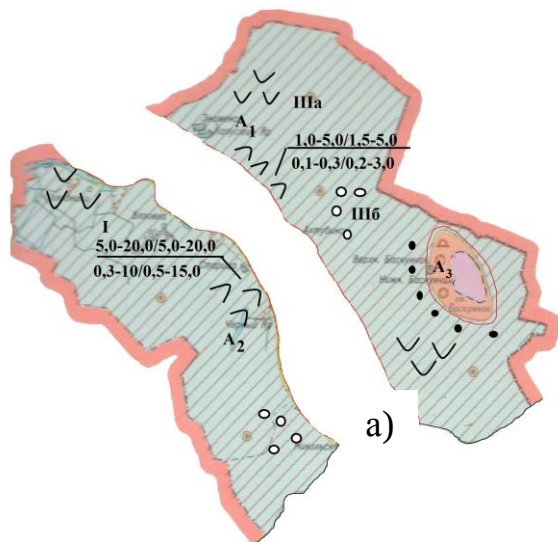
3.1 Анализ режимных наблюдений за уровнем грунтовых вод в природных комплексах

Получены, обобщены и проанализированы собранные [30,80,134,146] и собственные полевые и лабораторные материалы по почвам, водотокам и грунтовым водам [89, 92,154]. Многолетние наблюдения за режимом уровней и химическим составом грунтовых вод по природным комплексам от воздействия на них объектов сельскохозяйственного и промышленного назначения позволили уточнить и оценить изменения в состоянии природных комплексов верхней гидродинамической зоны.

Природные комплексы Низовья Волги выделены в соответствии с зонами (полупустынной, пустынной и внутризональным ландшафтным районом) и рассматриваются в пределах территорий распространения каспийских трансгрессий: нижнехвалынской, верхнехвалынской и новокаспийской а также современной аллювиальной равнины Волго-Ахтубинской поймы и дельтовой части (рис.31 а,б,в). В табл.28 приведены общие для территории Астраханской области геоморфологические элементы и гидрогеологические параметры грунтовых вод.

3.1.1 Полупустынная зона

Природный комплекс полупустынной зоны распространён в пределах нижнехвалынской морской аккумулятивной равнины, захватывает территорию Волго-Сарпинского (A_2) и Баскунчакского (A_1) ландшафтных районов, по способам орошения входит в I, IIIa и IIIб районы. Режим грунтовых вод этих ландшафтных районов относится к ирригационной группе. Грунтовые воды приурочены к хвалыно-хазарскому водоносному горизонту и залегают на глубинах 0,9-17 м и более. Минерализация грунтовых вод изменяется от 0,5 до 10 г/л, причем преобладает минерализация до 5 г/л.



а) Полупустынная зона:

- Нижнехвалынская морская аккумулятивная равнина

A₁ – Баскунчакский ландшафтный район

A₂ – Волго-Сарпинский ландшафтный район

- Современная денудационная равнина

A₃ – Карстовый внутризональный тип ландшафта

б) Пустынная зона:

- Верхнехвалынская морская аккумулятивная равнина

Б - Волжско-Приергенинский ландшафтный район

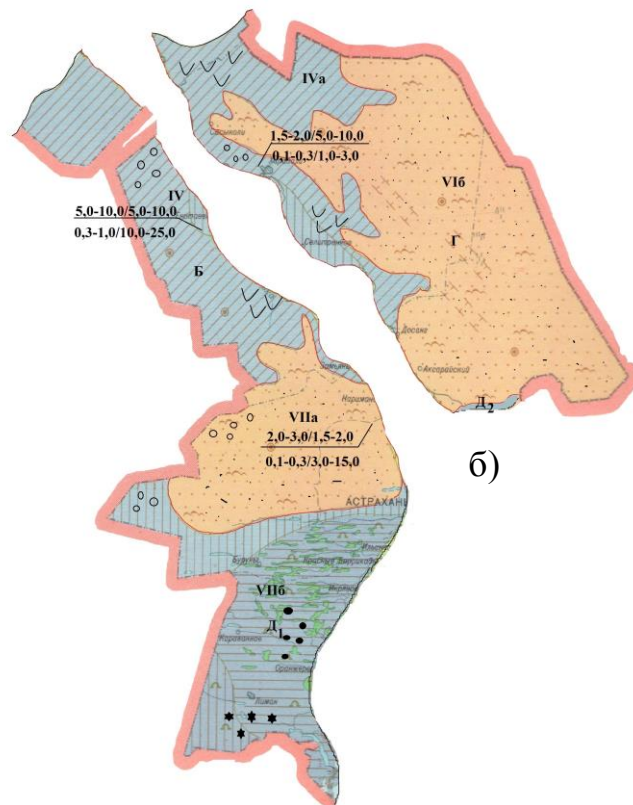
- Современная эоловая равнина

Г - Волго-Уральский ландшафтный район

- Новокаспийская морская аккумулятивная равнина

Д₁ – Западный ильменно-бугровой ландшафтный район

Д₂ – Восточный ильменно-бугровой ландшафтный район



в) Внутризональный ландшафтный район:

- Современная аллювиальная равнина

В – Пойменный ландшафтный район

- Современная аллювиально-морская равнина

Е – Дельтовый ландшафтный район

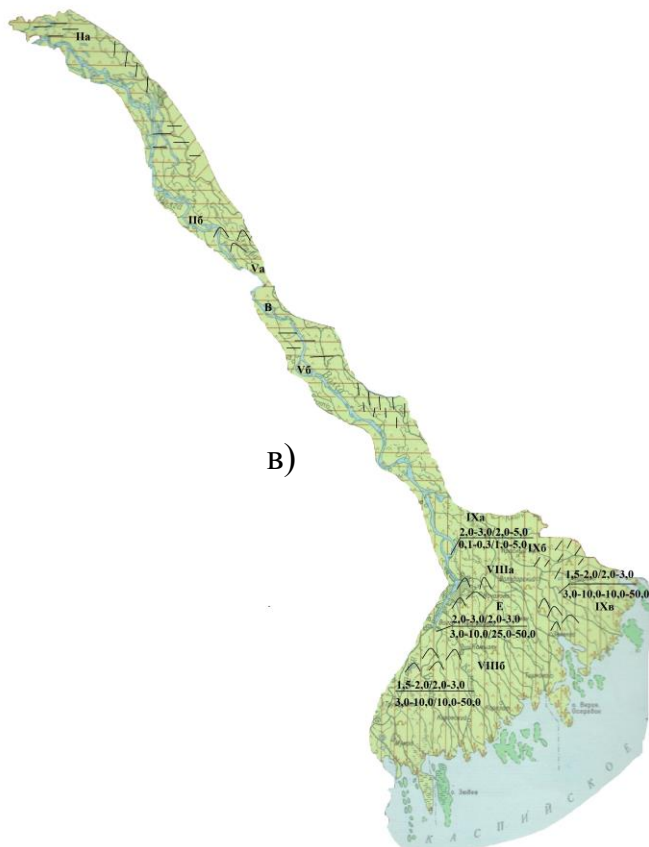


Рис. 31 (а, б, в) Природные комплексы Низовья Волги в пределах Астраханской области

Условные обозначения:

1,0 – 5,0 м – гл. залегания грунтовых вод

0,1 – 3,0 г/л – минерализация

- Показатели состояния грунтовых вод

Ландшафт			Преобладающий тип почв	По способам орошения
Район	Тип	Подтип		
 Волго-Сарпинский (А ₂)	полупустынный	южный	 Светло-каштановые солонцеватые и засоленные суглинистые  Бурые полупустынные супесчаные	I
 Баскунчакский (А ₁)		солончаковый внутризональный	 Солончаки луговые суглинистые	IIIа, IIIб
 Волжско-Приергенинский (Б)	пустынный	северный	 Бурые полупустынные солонцеватые, засоленные суглинистые и супесчаные	-
 Волго-Уральский (Г)			 Бурые полупустынные супесчаные;  Бурые полупустынные солонцеватые, засоленные суглинистые и супесчаные  Пески слабогумусированные	VI, VIа IVб, VIIа
 Западный (Д ₁) и восточный (Д ₂) ильменно-бугровой			 Луговые засоленные суглинистые, супесчаные  Солончаки луговые суглинистые	VIIб
 Пойменный (В)	луговой внутризональный	незатопляемый	 Аллювиально-дерновые насыщенные темноцветные слитые глинистые, суглинистые	IIа, IIб, Va, Vб
 Дельтовый (Е)		пойменный затопляемый	 Аллювиально-лугово-болотные глинистые, суглинистые	VIIIа, IXб, IXа
		дельтовый затопляемый	 Маршевые (молодые) слабозадернованные супесчаные, песчаные	VIIIб, IXв

Табл. 28 Особенности геоморфологических, гидрогеологических условий природных комплексов Низовья Волги

Природный комплекс	Ландшафтный район	Глубина залегания грунтовых вод, м	Геофильтрационная характеристика					Тип засоления почв
			Коэффициент фильтрации K_f , м/сут	Минерализация, г/л	Химический состав воды	Дренажность	Питание водоносного горизонта	
полупустынная зона	А₁ (о. Петриков)	от 0-5 до 25-35	водоносные пески (сверху-вниз) 1 - 20 водоупор - глины бакинских и тюркянских отложений нижнечетвертичного возраста $1 \cdot 10^{-4}$	0,2 - 3,0 реже 5,5 - 9,3 с глубиной до 20 и более	сульфатно-кальциево-магниевый, кальциевосульфатно-хлоридный, натриево-кальциевый, натриево-магниевый	слабо	атмосферные осадки	сульфатно-хлоридный, хлоридно-сульфатный, реже сульфатный и хлоридный
	А₂ (с. Соленое Займище)	от 1-5 до 20	Пески 1,5-3,5 Супеси 0,3-1,0 Суглинки 0,04-0,1 Глина 0,001-0,04	0,5 до 15-20 с глубиной возрастает	хлоридно-натриевые			
пустынная зона	Б (с. Никольское)	от 5-10 до 15	Супеси 0,5-1,0 Суглинки 0,3-0,5 Глина 0,01-0,03 Водоупор - глины отложения бакинского возраста $1 \cdot 10^{-4}$	с севера на юг 1-3 до 10-25	хлоридные натриевые, хлоридно-сульфатные натриевые, натриево-магниевые	-	атмосферные осадки	сульфатно-хлоридно и хлоридно-сульфатный, реже сульфатный и хлоридный
	Г (с. Волжское)	-	Пески 3-5 Супеси 0,7-1,0 Суглинки 0,4-0,5 Водоупор хазарские глины 0,001	10-24 до 35-50	-	слабо	атмосферные осадки	-

пустынная зона	Д₁ (с. Караванное)	0,8-15	Пески 0,7 Супеси 0,2 Суглинки 0,2 Глины 0,03	более 10	-	бес- точ- ный	атмо- сферные осадки	хлоридный, сульфатно- хлоридный, хлоридно- сульфатный, сульфатный
внутри зональ- ный ланд- шафт ный район	В (пойменная терраса р. Ахтуба)	от 0 в пе- риод по- ловодья до 5-6	Пески 8-10 Супеси 0,8-1,0 Суглинки 0,3-0,5 Глина 0,005-0,01	до 5	гидрокарбонатные с повышенным содер- жанием сульфатов и кальциевые с повы- шенным содержанием магния, солоновато- сульфатные, кальцие- вые	от интен- сив- ной до сла- бой	атмо- сферные осадки, речные воды в период паводка	сульфатный, хлоридно- сульфатный и сульфатно- хлоридный
	Е (с. Нача- ло- во)	до 3	Пески 1-10 Супеси 1,4 Суглинки 0,1-0,5 Глины 0,1- 0,002	10 в северной 50 в южной	гидрокарбонатно- сульфатные кальцие- вые, кальциево- натриевые	слабо	атмо- сферные осадки, паводко- вые воды	сульфатный, хлоридно- сульфатный, сульфатно- хлоридный

Водовмещающими породами являются: пески, супеси, суглинки и глины. Коэффициенты фильтрации хвалынских отложений: песка - 1,5-3,5 м/сут, супесь - 0,3-1,0 м/сут, суглинки - 0,05-0,1 м/сут, глины - 0,001-0,04 м/сут. Коэффициент фильтрации хазарских песков 8-20 м/сут, глины - 0,05-0,001 м/сут

По степени естественной дренированности территория относится к весьма слабодренированной зоне (площади, прилегающие к р.Волга и Ахтуба) и практически бессточной (степные территории).

Питание водоносного горизонта в хвалынских отложениях в незначительной степени происходит за счет атмосферных осадков, подпитывания из водоносного горизонта в хазарских отложениях, а в период поливов за счет инфильтрации оросительных вод, разгрузкой - в Волгу и Ахтубу.

Местным водоупором являются гирканские глины, региональным - глины апшеронского и бакинского ярусов.

По геофильтрационным условиям A_1 и A_2 относятся к двухпластовой системе с трехслойным строением и к однопластовой с двухслойным строением (площади отсутствия гирканских глины). Водопроницаемость хвалынских отложений 17-35 м²/сут; хазарских - 70-220 м²/сут.

По химическому составу грунтовые воды сульфатные, сульфатно-хлоридные и сульфатно-гидрокарбонатные натриево-магниевые и натриево-кальциевые, реже хлоридные и гидрокарбонатные натриево-магниевые.

3.1.2 Пустынная зона

Природный комплекс пустынной зоны распространён в пределах верхнехвалынской морской аккумулятивной равнины, захватывает территорию Баскунчакского и Волжско-Приергенинского ландшафтных районов (**Б**), по способу орошения входит в VI, VIa район. Режим грунтовых вод относится к ирригационной группе и аналогичен, режиму грунтовых вод ландшафтных районов A_1 и A_2 . Глубина залегания грунтовых вод изменяется от 0,4 до 11 м и более. Минерализация грунтовых вод в пределах 0,5-14 г/л.

По химическому составу грунтовые воды хлоридно-сульфатные, сульфатно-

хлоридные, гидрокарбонатно-хлоридные, натриево-калиевые и натриевые.

Современная эоловая равнина, расположена в Волго-Уральском ландшафтном районе (*Г*), по способу орошения находится в VIб, VIIа районах. Водовмещающими породами являются хвалынские и верхняя часть хазарских песков и супесей, реже суглинков. Коэффициенты фильтрации песков - в среднем 3-5 м/сут, супесей - 0,7-1,0 м/сут; суглинков 0,4-0,5 м/сут. Водоупором являются хазарские глины, коэффициент фильтрации 0,001м/сут. Поток грунтовых вод направлен к Каспийскому морю, Волго-Ахтубинской пойме, уклон его составляет 0,0001-0,0006. Минерализация грунтовых вод на территории района составляет в среднем 10-24г/л, на отдельных участках минерализация увеличивается до 35-50г/л. Также встречаются линзы пресных и слабосолоноватых вод, приуроченные, как правило, к массивам развееваемых песков. По степени естественной дренированности район относится к весьма слабо дренированной и бессточной зонам. Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Новокаспийская морская аккумулятивная равнина, находится в западном ильменно-бугровом ландшафтном районе (*Д₁*), по способу орошения в VIIб районе. Режим грунтовых вод относится к ирригационной группе. Грунтовые воды приурочены к хвалынским отложениям, за исключением отдельных межбугровых понижений, где распространены озерно-аллювиальные отложения. Водовмещающие породы представлены песками с прослоями супесей, суглинков и глин. Коэффициент фильтрации в среднем составляет 1-3 м/сут для песков; 0,5-0,7 м/сут - супеси; 0,1-0,2 м/сут - суглинки и 0,01-0,03 - глины. По степени естественной дренированности относится к бессточной зоне. Питание грунтовых вод происходит за счет атмосферных осадков и инфильтрации оросительных вод. Разгрузка происходит, в основном, за счет испарения. По геофильтрационным условиям территория относится к однопластовой системе с одно-и двухслойным строением и двухпластовой системе с многослойным строением. Водопроницаемость отложений изменяется от 9-10 до 90 м²/сут. Глубина залегания изменяется в широких

пределах от 0,5 - 2,5 м в понижениях, 3-5 м - на шлейфах Бэровских бугров, до 5-10 м и более на буграх. Минерализация грунтовых вод более 10 г/л и лишь прибрежные зоны пресных ильменей, ериков и рек, а также зоны влияния оросительных каналов характеризуются более низкой минерализацией 3-5 г/л, очень редко 1-3 г/л.

По химическому составу грунтовые воды смешанные, преобладают сульфатно-хлоридный, хлоридно-сульфатный и натриево-магниевый типы.

3.1.3 Внутризональный ландшафтный район

Природный комплекс внутризонального ландшафтного района распространён в пределах современной аллювиальной равнины, располагается в пределах пойменного ландшафтного района (**В**), по способам орошения находится в Па, Пб, Va, Vб, VIa, IXa, IXб районах. Режим грунтовых вод на орошаемых землях поймы относится к ирригационно-гидрологической группе. Грунтовые воды приурочены к аллювиальному водоносному горизонту. Водовмещающими породами являются супеси с коэффициентом фильтрации $K_f = 0,8-1,0$ м/сут; суглинки - $K_f = 0,3-0,5$ м/сут, пески - $K_f = 8-10$ м/сут и глина - $K_f = 0,005-0,01$ м/сут. Степень естественной дренированности изменяется с северо-запада к юго-востоку от интенсивной до слабой, встречаются участки, относящиеся к весьма слабодренированной и бессточной зонам. Величина естественного оттока грунтовых вод изменяется. Режим грунтовых вод характеризуется тесной гидравлической связью с окружающими водоемами [78]. Ширина зоны влияния окружающих рек в период паводка изменяется от нескольких десятков метров до 1,5-2,0 км. Питание водоносного горизонта происходит за счет атмосферных осадков, речных вод в период паводка и инфильтрации оросительных вод в период поливов сельскохозяйственных культур, разгрузкой - в окружающие реки. По геофильтрационным условиям территория поймы относится к однопластовой системе с двух- и однослойным строением. Водопроницаемость отложений изменяется от 160 до 320 м²/сут и более. Глубина залегания УГВ изменяется от 2 до 5 м, реже 1-2 и менее 1 м. По степени минерализации грунтовые воды пресные, реже солоноватые с минерализа-

цией до 5 г/л.

По химическому составу преобладают воды хлоридно-сульфатные, хлоридно-гидрокарбонатные, гидрокарбонатные, натриево-кальциевые.

Современная аллювиально-морская равнина, находится в дельтовом ландшафтном районе (*E*), по способу орошения в VIIIб и IXв районах.

Водоносными являются аллювиальные, современные и частично верхнечетвертичные морские отложения. Мощность водоносного горизонта достигает 30 метров, Водоупором служат глины хазарского возраста. Питание водоносного горизонта происходит за счет паводковых вод, атмосферных осадков, а также за счет ирригационных вод в период вегетации. Разгрузка подземных вод происходит в Каспийское море и за счет интенсивного испарения. По степени естественной дренированности район относится к весьма слабодренированной и бессточной зонам. Отток грунтовых вод от 40 до 1500 м³/год. Грунтовые воды залегают на глубинах до 3 м, в основном, пресные, солоноватые (2-3 г/л), иногда минерализация их достигает 10 г/л в северной части и 50 г/л в южной части. По химическому составу воды гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые, кальциево-натриевые.

3.2 Влияние гидролого-гидрохимических изменений на водно-солевой режим почвогрунтовой толщи

Последствия морских трансгрессий и регрессий, геологическая основа, проявившаяся от соляного тектогенеза на земной поверхности в виде озера Баскунчак на севере области, а также аридный климат сформировали преимущественно минерализованные и высокоминерализованные подземные воды [145]. Пресные и слабоминерализованные воды имеют весьма ограниченное распространение. Небольшое по запасам месторождение пресных вод обнаружено в районе озера Баскунчак, а также линзы с пресной водой вдоль русел в пойменных местах и изредка в пределах развеваемых песков современной золотой равнины. Основным источником водоснабжения для питьевых, сельскохозяйственных и производственных

нужд являются поверхностные воды [154].

Для оросительных систем используется вода Волги, её рукавов, обособленных от них русел водоемов. В связи с необходимостью оценки засоления орошаемых земель и разработки мероприятий по их промывке, появилась необходимость в систематических наблюдениях за положением грунтовых вод по глубине и качественному составу [70].

3.2.1 Первый период

Ранее солевой режим почвогрунтов изучался Астраханской гидромелиоративной партией в пяти ландшафтных районах (*A₂*, *Б*, *В*, *Д₁* и *Е*) [134,156]. Грунтовые воды в *A₂* залегали на глубине более 5,0 м и на формирование водно-солевого режима почв 1,5 - метровой толщи влияния не оказывали.

В *Б* грунтовые воды залегали на глубине менее 2 м, на площадках было отмечено вторичное засоление в течение дальнейших пяти лет. К осени произошло полное опреснение всего почвенного профиля. Грунтовые воды с сухим остатком 2,56 г/л залегали весной на глубине 2,09 м. По химическому составу они сульфатные, магниево-кальциевые.

Солевой режим почвогрунтов *В* изучался весной, где присутствовало слабое засоление, к осени все почвогрунты расселялись. Тип засоления сульфатный и хлоридно-сульфатный. Пресные грунтовые воды с сухим остатком 0,6 - 1,2 г/л (изредка 2-3 г/л) залегали на глубине 1 - 2 м.

Солевой режим почв *Д₁* изучался осенью, где отмечено увеличение засоления почвогрунтов до сильной и очень сильной степени. Тип засоления - сульфатно-хлоридный, плотный остаток более 1%, содержание хлор-иона 0,5 - 0,6 %. На участках, сложенных легкими почвогрунтами, расположенных на буграх Бэра засоление особенно не наблюдается.

Солевой режим почвогрунтов в *Е* позволяет сделать выводы о направленности процессов засоления - рассоления в зависимости от глубины залегания УГВ. Например, весной верхний полуметровый слой был засолен в средней степени, а глубже было сильное хлоридно-сульфатное засоление. К осени сверху засоление

перешло в сильное, а глубже - в очень сильное. Засоление увеличилось под влиянием довольно близко (1,9 м) залегающих очень сильноминерализованных грунтовых вод (57,6 г/л). За осенне-зимний период произошло рассоление. Это объясняется климатическими и гидрологическими условиями осенне-зимнего периода [26,41,58,59,145].

3.2.2 Третий период

Почвенные образцы с семи орошаемых участков (рис.1,32), отобранные ранней весной в пределах каждой подпровинции по таксонометрической схеме Д.М. Каца, исследованы аналитически по методу Е.В. Аринушкиной [8] с использованием специализированной литературы [69,99,107,129].

Результаты [96] представлены в табл. 29 Содержание солей по анализам водной вытяжки и соотношение токсичных солей к их сумме графически отображено на рис.32.

В период проведения исследований отметка максимального уровня по г/п Астрахань находилась в начале апреля 2010г. - 557 м, в середине апреля 2011г. - 536 м, в конце апреля 2015 г. - 562 м. Сравнивая с изменениями уровня в маловодные и многоводные годы, необходимо отметить, что во время экспедиционных работ изучались территории, которые могли заливаться водами в многоводные годы, а в маловодные годы территория оставалась сухой в течение всего года. При этом пик половодья в 2010 году пришелся на 5 мая, в 2011 на 10 мая, в 2015 году на 1 июня.

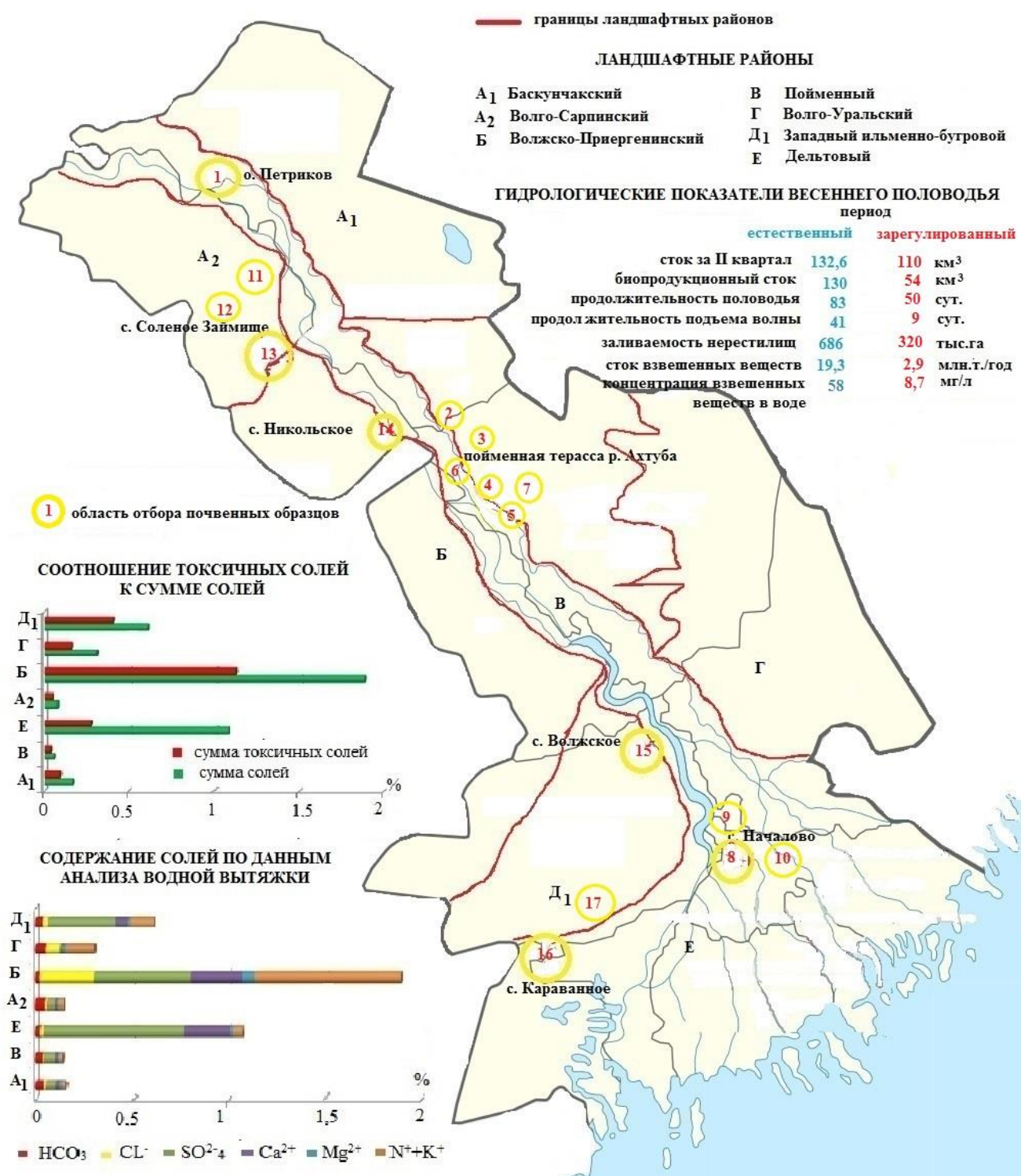


Рис. 32 Влияние гидролого-гидрохимических изменений на водно-солевой режим почвогрунтов.

Табл. 29 Содержание солей по данным анализа водной вытяжки

Ланд-ша-фтный район	Об-ласть отбора	Глу-бина, см	Сумма солей, %	Ионы: числитель – %, знаменатель – мг.экв./100 г						Сумма токсич-ных со-лей, %
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	
А ₁	1	0-16	0,17	0,040	0,020	0,050	0,020	0,010	0,020	0,090
				0,65	0,70	1,13	1,00	0,60	0,88	
В	2	0-18	0,142	0,034	0,009	0,060	0,020	0,006	0,013	0,074
				0,55	0,25	1,25	1,00	0,50	0,55	
	3	0-11	0,058	0,024	0,015	0,014	0,006	0,004	0,005	0,038
				0,39	0,14	0,30	0,30	0,33	0,20	
	4	0-12	0,063	0,024	0,015	0,019	0,008	0,003	0,006	0,036
				0,39	0,14	0,40	0,40	0,25	0,28	
	5	0-20	0,155	0,031	0,009	0,072	0,025	0,006	0,012	0,070
				0,50	0,25	1,50	1,25	0,49	0,51	
	6	0-30	0,173	0,031	0,011	0,084	0,025	0,009	0,013	0,080
				0,50	0,30	1,75	1,25	0,74	0,56	
	7	0-10	0,082	0,037	0,004	0,021	0,077	0,006	0,007	0,058
				0,61	0,11	0,44	0,35	0,49	0,32	
Е	8	0-22	1,085	0,024	0,018	0,732	0,235	0,027	0,049	0,280
				0,39	0,51	15,25	11,75	2,25	2,15	
		22-51	1,073	0,027	0,018	0,722	0,229	0,030	0,047	0,290
				0,44	0,51	15,04	11,45	2,50	2,04	
		51-100	1,233	0,030	0,062	0,804	0,207	0,076	0,054	0,520
				0,49	1,77	16,75	10,35	6,33	2,33	
	9	0-25	1,163	0,027	0,016	0,792	0,225	0,042	0,061	0,390
				0,44	0,46	16,50	11,25	3,50	2,65	
		25-50	1,114	0,028	0,032	0,738	0,218	0,040	0,058	0,370
				0,46	0,91	15,37	10,90	3,33	2,51	
		50-100	1,263	0,032	0,066	0,815	0,221	0,068	0,061	0,500
				0,52	1,88	16,98	11,05	5,67	2,66	
	10	0-28	1,084	0,024	0,012	0,740	0,228	0,032	0,048	0,300
				0,39	0,34	15,42	11,40	2,67	2,08	
		28-53	1,122	0,026	0,028	0,751	0,217	0,042	0,058	0,380
				0,43	0,80	15,65	10,85	3,50	2,53	
		53-100	1,434	0,031	0,072	0,936	0,244	0,078	0,073	0,590
				0,51	2,06	19,50	12,40	6,50	3,17	
А ₂	11	0-8	0,147	0,058	0,007	0,043	0,010	0,007	0,022	0,113
				0,95	0,20	0,90	0,50	0,58	0,94	
		8-22	0,294	0,049	0,104	0,043	0,010	0,009	0,079	0,260
				0,80	2,93	0,90	0,50	0,75	3,39	
		22-40	0,941	0,024	0,480	0,106	0,054	0,035	0,242	0,791
				0,39	13,52	2,21	2,70	2,92	10,39	
	12	0-15	0,079	0,030	0,009	0,019	0,008	0,005	0,008	0,052
				0,49	0,25	0,40	0,40	0,42	0,34	
		15-30	0,116	0,040	0,007	0,038	0,010	0,006	0,015	0,082
				0,066	0,020	0,79	0,50	0,50	0,64	

	13	0-20	0,085	0,033	0,005	0,024	0,012	0,004	0,007	0,051
				0,54	0,15	0,50	0,60	0,33	0,30	
		20-35	0,135	0,043	0,007	0,048	0,010	0,006	0,021	0,101
				0,70	0,20	1,00	0,50	0,50	0,90	
Б	14	0-15	1,89	0,020	0,290	0,50	0,270	0,050	0,760	1,130
				0,33	8,45	10,83	13,50	4,14	3,04	
Г	15	0-15	0,31	0,060	0,070	0,005	0,007	0,020	0,148	0,162
				1,11	1,97	0,1	0,34	1,83	0,41	
Д ₁	16	0-15	0,611	0,034	0,039	0,348	0,060	0,006	0,125	0,407
				0,55	1,10	7,25	3,00	0,50	5,48	
	17	0-15	0,543	0,020	0,052	0,311	0,056	0,024	0,080	0,353
				0,33	1,46	6,48	2,8	2,00	3,47	

В каждом ландшафтном районе нами оценена засоленность, установлен тип засоления и соотношение токсичных солей.

Засоленными считают почвы, содержащие сумму воднорастворимых солей более 0,1-0,3%. Эти соли делят на группы по их токсичности.

По засолению почвенный покров области неоднородный и носит, как правило, пятнистый характер. Встречаются все типы засоления почв: хлоридно-сульфатный, сульфатный, сульфатно-хлоридный и хлоридный.

Почвы одного и того же природного комплекса отличаются в левобережной и правобережной частях территории относительно волжского русла, причем, наиболее засоленными являются почвы правого берега.

В левобережной части в пределах природных комплексов ландшафтных районов *А*, *В* и *Е* развиты незасоленные, слабозасоленные и засоленные почвы [41,132]. Результаты собственных исследований показали, что почвы *А* и *В* слабозасоленные, тип засоления сульфатный и гидрокарбонатный соответственно; в *Е* - засоленные, тип засоления сульфатный.

С глубиной отмечено увеличение суммы солей до 1,233 - 1,434%, сумма *токсичных* солей составляет 0,28 - 0,59%.

В правобережной части в пределах природных комплексов *А*, *Б*, *Г* и *Д* (административные районы Черноярский, Енотаевский, Наримановский и Лиманский) почвы характеризуются различной степенью засоленности [125,126]. В

Черноярском районе они засолены с поверхности и отнесены к солончаковой разновидности. Енотаевский район характеризуются незасоленными и слабозасоленными почвами, Наримановский район - песками полупустынными солончаковыми. Почвы Лиманского района засолены с поверхности и относятся к солончаковой разновидности.

В природном комплексе *А* тип засоления почв в верхнем горизонте гидрокарбонатный, в подстилающих - преимущественно хлоридный. В почвах природного комплекса *Б* сульфатно-хлоридный и хлоридный тип засоления. По глубине залегания верхнего солевого горизонта сумма токсичных солей составила 1,13%.

В природном комплексе *Г* тип засоления хлоридный, в природном комплексе *Д* почвы с поверхности и по положению первого от поверхности солевого горизонта относятся к солончаковой разновидности, тип засоления сульфатный.

Результаты режимных наблюдений за уровнем грунтовых вод и минерализацией позволяют сделать выводы о направленности процессов засоления – рассолнения в разные периоды года.

В табл. 30 приведены средневзвешенные содержания солей в почвогрунтах до и после зарегулирования. На площадках при глубоко залегающих грунтовых водах (более 5 м), при близко залегающих пресных грунтовых водах, засоление не наблюдается. При близко залегающих минерализованных грунтовых водах и неудовлетворительно работающей коллекторно-дренажной и сбросной сети происходит увеличение засоления, особенно это заметно в пустынной зоне и внутризональном ландшафтном районе (рис.32, табл.31).

Максимальный подъем происходит на рисовых системах, минимальный на землях, где полив осуществляется дождеванием.

Табл. 30 Средневзвешенное содержание солей в почвогрунтах, % до (1907-1955 гг.) и после (2006-2015 гг.)

Ландшафтные районы	А ₁		А ₂		Б		В		Г		Д ₁		Е	
	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после	до	после
HCO ₃ ⁻	0,009	0,04	0,02	0,058	0,012	0,02	0,003	0,034	0,009	0,06	0,018	0,034	0,012	0,024
Cl ⁻	0,002	0,02	0,002	0,007	0,055	0,29	0,006	0,009	0,011	0,07	0,007	0,039	0,116	0,018
SO ₄ ²⁻	0,024	0,05	0,024	0,043	0,048	0,5	0,024	0,06	0,636	0,0048	0,048	0,348	0,092	0,732
Ca ²⁺	0,005	0,02	0,005	0,01	0,015	0,27	0,005	0,02	0,16	0,007	0,015	0,06	0,025	0,235
Mg ²⁺	0,003	0,01	0,003	0,007	0,003	0,05	0,003	0,006	0,063	0,02	0,003	0,006	0,007	0,027
Тип засоления	С	СХ	С	Х-С	С-Х	С-Х	Х-С	С	С	Х	Х-С	С	С-Х	С

Примечание: С – сульфатный; Х – хлоридный; С-Х – сульфатно-хлоридный; Х-С – хлоридно-сульфатный

Табл. 31 Оценка мелиоративного состояния (по данным ОАО «Астрахангипроводхоз»)

Орошаемые участки в пределах ландшафтных районов	Площадь орошаемых с/х, га	Распределение орошаемых с/х угодий по степени засоленности почв в слое 0-100 см				хорошее, га	удовлетворительное, га	неудовлетворительное, га	В том числе по причинам			Мероприятия по улучшению мелиоративного состояния
		незасоленные, га	слабо засоленные, га	среднезасоленные, га	сильно и очень засоленные, га				недопустимая глубина УГВ, га	засоление, га	недопустимая глубина УГВ, га	
А ₁	18796	8156	7514	2187	939	7827	8872	3413	40	3373	-	строгий контроль и учет подаваемой оросительной воды, соблюдение севооборота, своевременная очистка и ремонт оросительно-сбросной сети
А ₂	11758	2667	4932	3377	782	10281	5957	7618	-	7618	-	
Б	11669	4313	6349	1007	-	4313	1118	7088	-	2088	-	своевременно проводить очистку

												оросительно-сбросной сети, не допускать переполнения, вести учет подаваемой воды на орошение
В	5899	340	565	3966	1334	-	1277	10369	-	9650	719	-
Г	4893	769	1864	1547	713	976	4965	2819	-	2769	50	эксплуатацию всех оросительных систем вести на фоне дренажа, засоленные земли нуждаются в предварительных капитальных промывках
Д ₁	4338	361	1970	1649	358	270	3474	2481	-	2361	120	поддержание благоприятного водно-солевого режима почвогрунтов, при эксплуатации рисовых систем необходимо устройство дренажа
Е	19300	1163	6213	7679	4245	1801	14007	19392	-	19392	-	эксплуатация орошаемых массивов на фоне дренажа, засоленные почвы нуждаются в предварительных капитальных промывках нормами, зависящими от степени засоления почв
тыс.га												
1935-1955	-	-	-	-	-	85,8	100,1	51,5	-	-	-	
2014	136,3	36	48,5	35,8	16	44	91,8	75,2	2	70,1	3,1	
2015	130	35,7	48,1	33,4	12,8	43,8	91,6	75,2	2	70,9	2,3	
2016	130	35,4	48	33,6	13	43,4	92	75,2	1,9	71,3	2	

Проведя исследования [154] по каждой подпровинции, сделаны следующие обобщения: резкий подъем УГВ происходит от вида орошения, геологического разреза орошаемой площади, глубины залегания грунтовых вод, наличие уклона местности (бессточные или со слабой степенью дренированности). Также изменения в поведении уровня грунтовых вод в общей сложности одинаковы. Они возрастают с началом орошения (до 5 метров на рисовых чеках) и снижаются после его завершения или сброса воды с затопливаемых площадок. Водяные бугры, сформировавшиеся за поливочный сезон, срабатываются не полностью, с разной скоростью, зависящей от уклона местности, фильтрационных свойств обводненного участка, его связи с поверхностными водоемами, пополнением запасов за счет выпадения атмосферных осадков, зимних паводков. В зависимости от глубин залегания грунтовых вод состояние их минерализации соответствует выявленной исследователями ещё в 60-х годах прошлого столетия общей закономерности для Прикаспийской низменности. Было установлено, что воды повышенной минерализации распространены на глубине 3,0м, начало сильной минерализации зафиксировано с 2,0м и весьма сильное увеличение отмечается с полуметровой глубины. Экспоненциальная зависимость изменения минерализации грунтовых вод с глубиной представлена на рис 33.

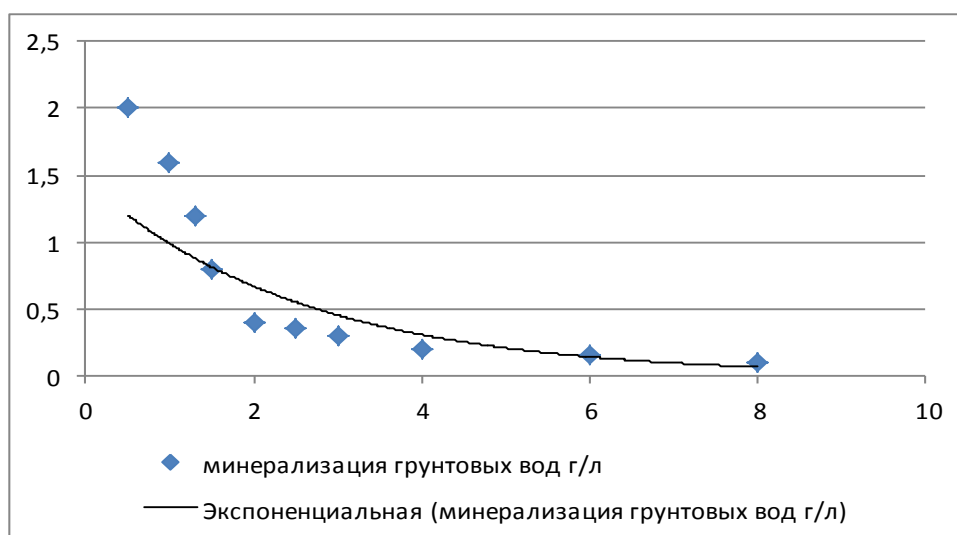


Рис.33 Зависимость между глубиной залегания и минерализацией грунтовых вод

Установленная связь между динамикой засоления почв и состоянием грунтовых вод в предыдущих десятилетиях подтверждена и в настоящем [92,96,154].

В настоящее время в Астраханской области площадь орошаемых земель составляет 130,0 тыс.га, из них засоленных - 94,6 тыс.га [169].

Важной составляющей водного баланса является величина испарения. Процесс испарения грунтовых вод через почву носит сезонный характер. Ничтожная величина испарения поздней осенью, зимой и ранней весной сменяется с апреля нарастающим среднесуточным и среднемесячным испарением.

Максимум испарения (10-15 мм в сутки) наступает во второй половине июня, июле и первой половине августа, после чего начинается плавный спад величин испарения к сентябрю и октябрю, за которыми в ноябре испарение вновь сходит к нулю.

Режим грунтовых вод обратен характеру испарения их через почву. Максимум повышения уровня грунтовых вод наступает как раз после октября и ноября – в декабре, январе и феврале, когда грунтовые воды в наибольшей степени приближены к поверхности.

Параллелью с ростом интенсивности испарения начинается спад и постепенное углубление уровня грунтовых вод до максимальных глубин, нарастающих в конце сентября, в октябре.

На рис. 34 графически представлена большая часть результатов исследований и выявлены закономерности и особенности изменений водного режима под влиянием природных и антропогенных факторов.

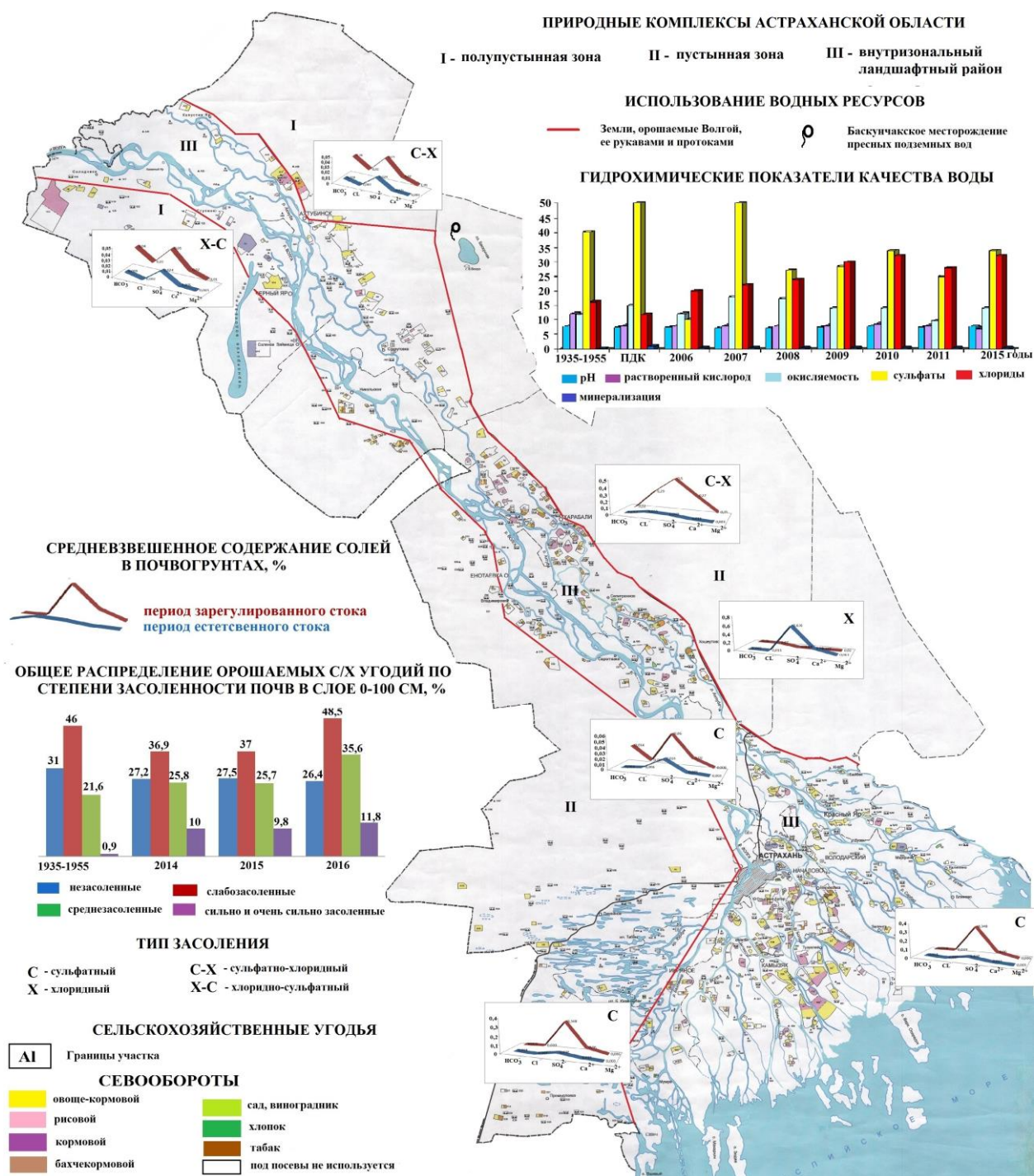


Рис. 34 Изменение водно-солевого режима под влиянием природных и антропогенных факторов (по материалам ОАО «Астрахангипроводхоз»)

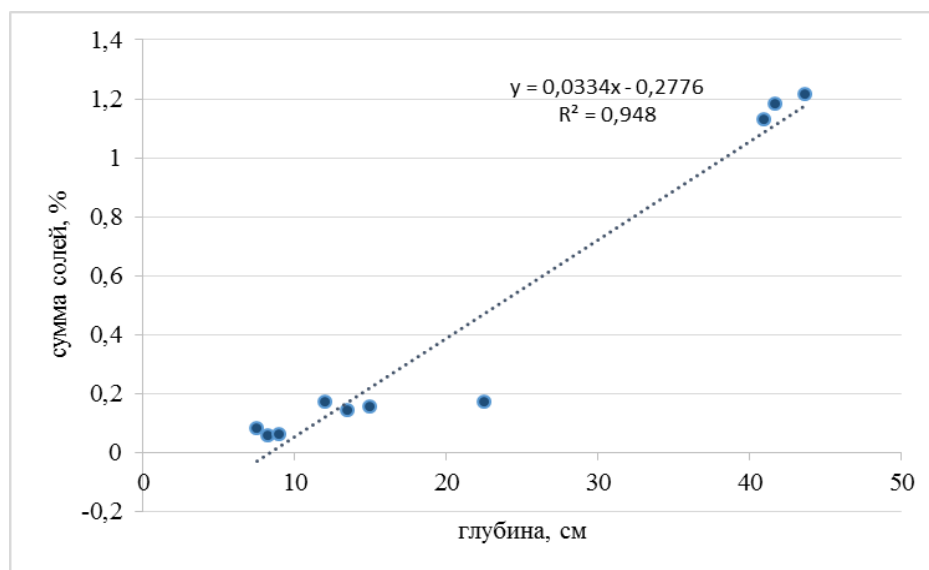
3.3 Зависимость водно-солевого режима почвогрунтовой толщи от поверхностного стока

Используя метод, позволяющий обнаружить зависимость между несколькими случайными величинами [77] и данные табл. 29 определим минимальные и максимальные величины по сумме солей в левобережной и правобережной территории Низовья Волги [96] с занесением в табл. 32 и построением зависимостей содержания водорастворимых солей от глубины почвенного профиля рис. 35 а,б.

Табл. 32 Величины по сумме солей в левобережной и правобережной территории Низовья Волги

Показатели		Левобережье	Правобережье
Σ глубина, см	x	646	291
Σ сумма солей, %	y	11,414	5,151
Зависимость величин	x·y	661,966	177,662
Выборочные средние	$\bar{x}$	40,375	26,455
	$\bar{y}$	0,713	0,468
	$\bar{x} \cdot \bar{y}$	41,373	16,151
Выборочные дисперсные	x^2	42048,000	9031,000
	y^2	12,645	5,375
	$S^2(x)$	997,859	121,157
	$S^2(y)$	0,281	0,269
Среднеквадратическое отклонение	S (x)	31,589	11,007
	S (y)	0,530	0,519
Линейное уравнение регрессии	y (x)	$y=0,0334x-0,2776$	$y=0,0106x+0,1545$

а)



б)

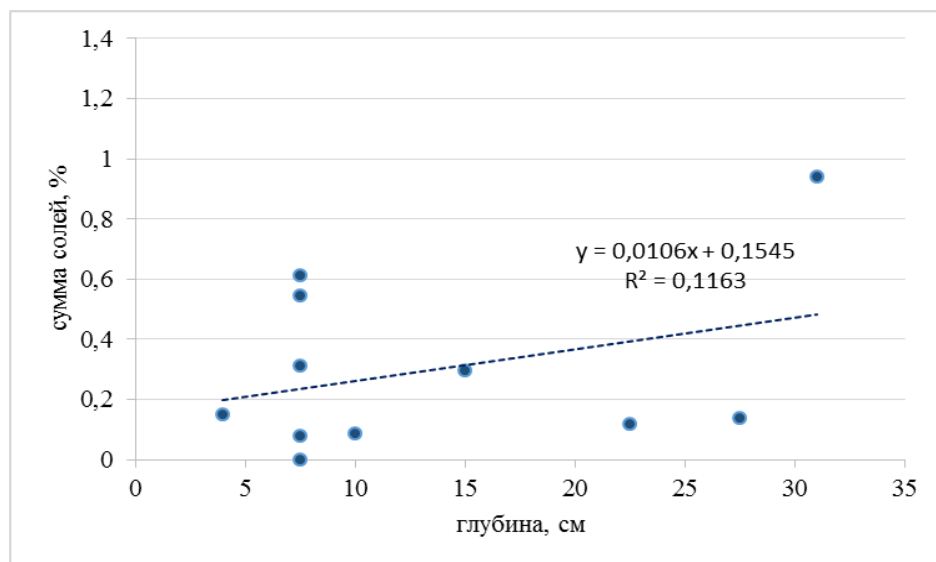


Рис. 35 Зависимость содержания водорастворимых солей от глубины почвенного профиля: а) левобережье, Ахтуба; б) правобережье, Волга

Левобережная часть: Линейное уравнение регрессии имеет вид $y(x)=0,0334x-0,2776$. Коэффициент $b = 0,0334$ показывает среднее изменение содержания солей с глубиной почвенного разреза. С увеличением глубины на 1см сумма солей будет увеличиваться в среднем на 0,0334%. Линейный прогноз показал, что при наибольшей глубине (100 см) содержание солей достигнет практически 100% (рис. 35а).

Правобережная часть: Линейное уравнение регрессии имеет вид $y(x)=0,0106x+0,1545$. Коэффициент $b = 0,0106$ показывает среднее изменение содержания солей с глубиной почвенного разреза. С уменьшением глубины на 1см сумма солей будет уменьшаться на 0,0106%. Линейный прогноз показал, что при наименьшей глубине содержание солей достигнет практически 0% (рис. 35б).

Анализ данных, правобережной и левобережной территории Низовья Волги, показывает, что существует статистически значимая положительная связь между глубиной почвенного разреза и содержанием солей. Это означает, что чем глубже почвенный разрез, тем выше сумма солей. Такой результат дает основание предположить, что это связано с накоплением легкорастворимых солей в породах и грунтовых водах на бессточных территориях при засушливом климате, где испа-

ряемость превышает количество выпадающих осадков. Наибольшая концентрация солей в грунтовых водах левобережья, а наименьшая в правобережье.

Такое положение подтверждает общую природную направленность смещения основного русла Волги и пересыхание мелких ее водотоков и отдельных участков крупного левого рукава Волги - рукава Ахтубы.

В целях поддержания оптимального функционирования системы Волго-Ахтубинской поймы установлена связь между глубиной залегания грунтовых вод и речным стоком в период весеннего половодья (табл. 33, рис. 36).

Табл. 33 Глубина залегания грунтовых вод при соответствующем весеннем стоке по г/п Астрахань

Год	1907-1955	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2015
сток р. Волга за 2 квартал, км ³	132,6	76,4	120	102	92,7	73,6	104	97
глубина УГВ, м	2,8	3,5	3,3	3,4	3,6	3,9	3,5	3,7

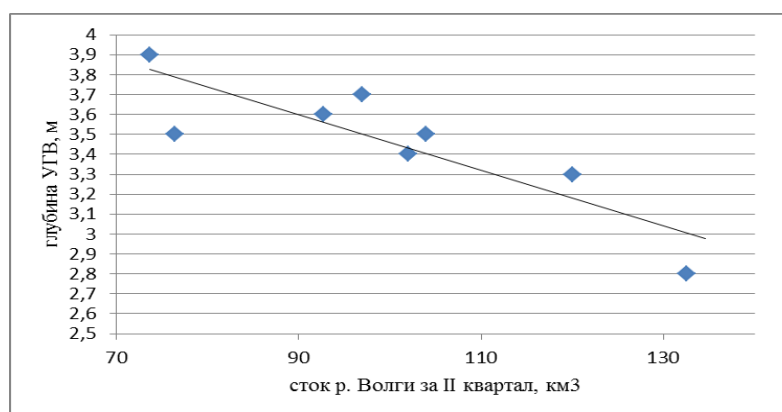


Рис. 36 Связь залегания грунтовых вод с весенним стоком по г/п Астрахань

Определены критерии благополучия природного комплекса Низовья Волги (на примере Астраханской области). Глубина грунтовых вод в пределах 3,4-3,5 м при объеме волжского весеннего стока около 100 км³. Чем ниже грунтовые воды в орошаемых условиях, тем менее засоленные почвы. Полученные результаты могут быть применены при подборе для выращивания соответствующих культур, способов промывки и промывных норм для удаления солей из почвенного профиля, других мелиоративных мероприятий [29,79,84,88,106].

Глава 4 Рекомендации по оптимизации и функционированию природных комплексов Низовья Волги

С целью оптимизации функционирования природных комплексов рассмотрены два участка на севере в полупустынной зоне и на юге области во внутризональном ландшафтном районе.

Нами предложены мероприятия по улучшению состояния природных комплексов на севере в заповедной зоне **Богдинско-Баскунчакского заповедника** в пределах Баскунчакского ландшафтного района и на юге района **Волго-Каспийского морского судоходного канала** в пределах дельтового ландшафтного района.

4.1 Полупустынная зона (Богдинско-Баскунчакский заповедник)

Жизнедеятельность заповедника Богдинско-Баскунчакского (утвержден приказом МПР России от 21 марта 2003 г. № 225 с изменениями на 26 марта 2009 г.) в настоящее время оказалась в условиях дефицита питьевой воды (рис. 37).

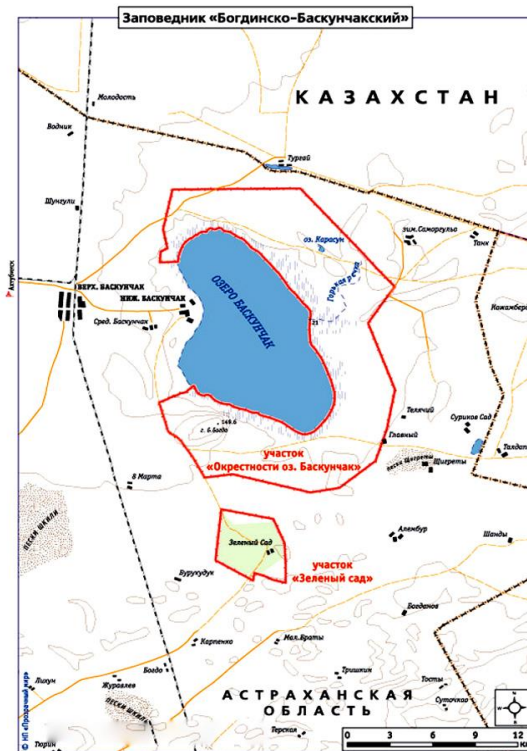


Рис. 37 Богдинско-Баскунчакский заповедник <http://geosfera.org>

Существующее на территории заповедника пресное озеро Карасун пересохло и на грани вымирания остаются редкие виды животных и птиц.

С целью сохранения биологического разнообразия заповедника рекомендуем использовать разведанные ранее запасы пресных вод [9,94,95].

Исследования проводились комплексно и заключались в следующем:

1. Разведке мест скопления пресной воды, пригодной для водопоя животных и птиц. Установлено, что основным источником, пригодным для водопоя, представляет собой озеро Карасун. Котловиной озера служит карстовая воронка, заполняемая талыми водами, объемы которых снабжают водопой до середины лета.

2. Изыскание и обзоре материалов о наличии пресных подземных вод на ближайших к заповеднику участках. В результате выявлено существование водозабора у поселка Верхний Баскунчак, законсервированного в настоящее время. Производительность водозабора достигала 7 тыс.м³/сутки и обеспечивала водой около 15 тыс. жителей. Минерализация воды составляет 0,4-0,6 г/дм³. Водозабор обустроен на разведанном месторождении пластовых вод с пополняемыми статическими запасами. Водоносный пласт приурочен к четвертичным отложениям, располагается на глубине 20 метров и прослеживается на территории заповедной зоны.

3. Имея в виду обязательное для заповедных зон антропогенное невмешательство, составлено предложение и разработана схема пополнения озерной котловины Карасун подземной водой с минерализацией 1,0-1,5 г/дм³ с глубины 20 м.

Суть предложения заключается в извлечении подземных вод солнечным водяным насосом. В прямых PV-системах (PV = PhotoVoltaics т.е. солнечные батареи) к солнечным батареям непосредственно подключен водяной насос. В схеме будут задействованы только три основных компонента: солнечные батареи, контроллер насоса и насос. PV массивы располагаются в зоне максимального прямого воздействия солнца.

По сути это привычный скважинный насос, но оснащенный мощной фото-батареей и работающий от энергии солнца. Его можно установить в любом месте,

единственное условие – высокая инсоляция. Именно поэтому подобные установки особенно востребованы в жарких и засушливых южных регионах (степных, полупустынных и пр.). Насосы на солнечных батареях применяют везде, где есть необходимость в чистой и свежей воде.

Извлекаемая вода будет поступать в специальные резервуары для хранения воды, подземные цистерны. Цистерны предусмотрены защита от замерзания, стабилизируют температуру воды, и сводят к минимуму вопросы качества воды. Поплавковый выключатель внутри любого типа бака регулирует насосом в зависимости от уровня воды. Провод поплавкового выключателя просовывается рядом с заливной трубой.

При добывании подземных вод предусмотрен мониторинг за режимом подземных вод. Установка солнечного водяного насоса согласована с директором заповедника и готова к реализации, что подтверждено Актом внедрения (приложение 1).

4.2 Внутризональный ландшафтный район (Волго-Каспийский морской судоходный канал)

Волго-Каспийский морской судоходный канал (Нулевой километр ВКМСК расположен в 3 км ниже истока рукава Бахтемир), объединяющей водные пути бассейна р. Волги и Каспийского моря и входящий в дельтовый ландшафтный район. Деятельность судоходного и рыбоходного Волго-Каспийского канала (рис.38) характеризуется его современным состоянием.

Большая часть канала, тянущиеся по открытому взморью, обвалована песчаными параллельными дамбами и защищена от воздействия ветрового волнения западных и восточных румбов, и за 120 летний период, естественное врезание русла в условиях снижающегося уровня моря (до 1977г.) позволили создать такие условия плавания при которых глубины практически не лимитировали судоходство [140].

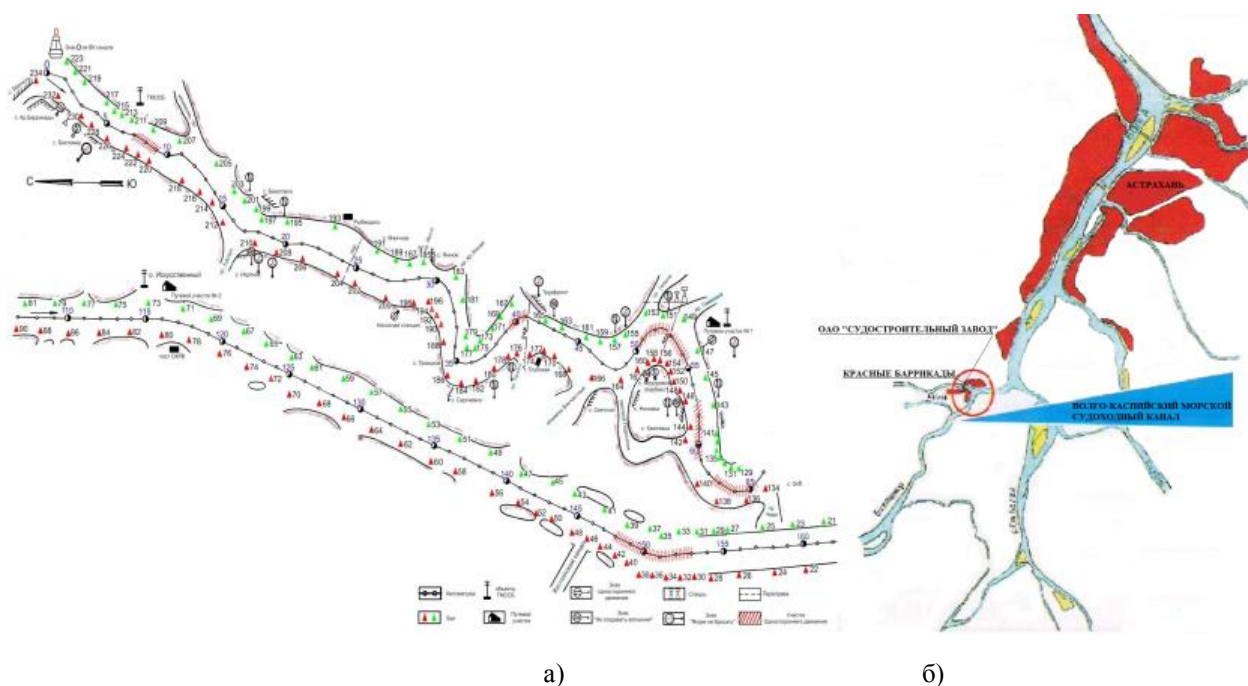


Рис. 38 Схема Волго-Каспийского морского судоходного канала (ВКМСК): а) общий вид; б) детальная трасса

Затруднения периодически возникают на стыке реки Волги и Каспийского моря через рукав Бахтемир. Через него в море выносятся около 2,9 млн. т. взвешенных наносов, а через морскую часть ВКМСК их выносятся 1,5-1,6 млн.т.

В зависимости от водности р. Волги (паводок, межень); от направления и силы ветров, вызывающих сгонно-нагонные явления с их сильными придонными течениями; от мощности и направления подвижек ледовых полей, играющих роль мощных бульдозеров; перераспределения водного стока по рукавам и каналам-рыбоходам и, конечно, вследствие объёмных колебаний уровня Каспийского моря и связанным с этим перемещением баровой части дельты Волги вдоль оси канала на десятки километров, и многих других природных факторов, все эти прогнозируемые процессы непрерывно изменяют свои параметры.

С первых шагов сооружения Волго-Каспийского канала возникла потребность борьбы с заносимостью морскими и речными наносами. Эта задача решалась традиционными способами: ежегодным ремонтным землечерпанием и ограждением канала дамбами.

Современная суть дноуглубительных работ [38] заключается в работе земснарядов, извлечение грунта и перемещение его в отвал (рис.39).



Рис.39 Дноуглубительные работы на ВКМСК <https://www.astrobl.ru>

Рекомендации по совершенствованию использования извлекаемого грунта при дноуглублении

На наш взгляд, вынутый из ложа канала грунт, следует перевозить специальными многоцелевыми судами (МЦС) большой грузоподъемности на заранее отведенное место на берегу, для дальнейшего его использования в хозяйственных целях, а также для уменьшения заносимости ВКМСК. Предлагаемая авторами полезная модель относится к судостроению, а именно, к конструкции судов для перевозки сыпучих грузов и грунтов при производстве дноуглубительных работ [134].

Техническим решением заявленной авторами полезной модели является эксплуатация судна типа нефтерудовоз [37,121,122] (рис. 40), его переоборудование в саморазгружающееся специальное многоцелевое судно (МЦС) (Патент на изобретение № 2603810).

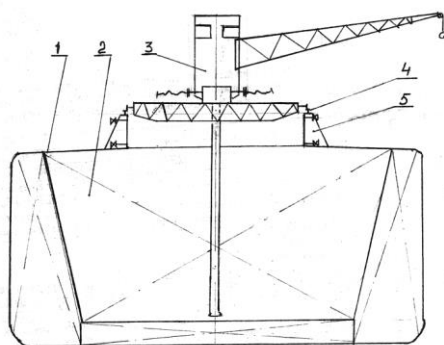


Рис. 1

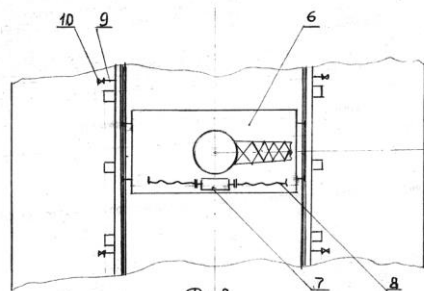


Рис. 2

Рис. 40 Принципиальная схема пере-
оснащения судна типа «нефтерудовоз»
в МЦС

Полученный со дна грунт погружается на судно, которое будет **безвозвратно** вывозить грунт на большие глубины Каспия, или на сушу - для использования в хозяйственных целях, например для обустройства площадок, строительства объектов различного назначения и т.д. на любых прилегающих территориях имеющих подходы к воде. В этом случае производительность может увеличиться на 30-40% в течение нескольких лет.

Рекомендованная схема дноуглубительных работ (рис.40) в ВКМСК при общей эксплуатации земснаряда и нескольких специальных многоцелевых судов (МЦС) заключается в следующем:

Техническое судно, предназначенное для производства дноуглубительных работ (земснаряд) заполняет пульпой трюм первого судна (МЦС), после чего оно удаляется от земснаряда и встает на якорь для отстоя грунта. В это время под загрузку встает второе судно (МЦС). Через определенное время (оно будет установлено на практике) на первом судне (МЦС) отстоявшуюся и осветленную воду из трюма спускают за борт, а судно вторично подходит к земснаряду на дозагрузку, после чего уходит в заранее отведенное для складирования грунта место и разгружается. Второе судно (МЦС), после отстоя, также спускает осветленную воду за борт, и идет к земснаряду на дозагрузку [134].

Наиболее соответствующее количество принимающих участие в цикле судов (МЦС) будет рассчитываться в зависимости: от скорости заполнения трюма пульпой; скорости отстоя (осветления) воды во время якорной стоянки (МЦС); скорости движения судна (МЦС) и расстояния от места его загрузки до места выгрузки (складирования грунта); скорости разгрузки судна (МЦС) (рис. 41).

При применении представленной технологии дноуглубительных работ значительно возрастает производительность труда за счет:

- непрерывной, бесперебойной работы технического судна, предназначенного для дноуглубительных работ (земснаряд);
- повышения концентрации твердого грунта в трюме МЦС за счет отстоя грунта, слива осветленной воды и вторичной дозагрузки судна;
- безвозвратного удаления изъятых грунта и невозможности его возврата в ложе канала;
- значительно большей вместимости трюма МЦС по сравнению с грунтово-возной шаландой.

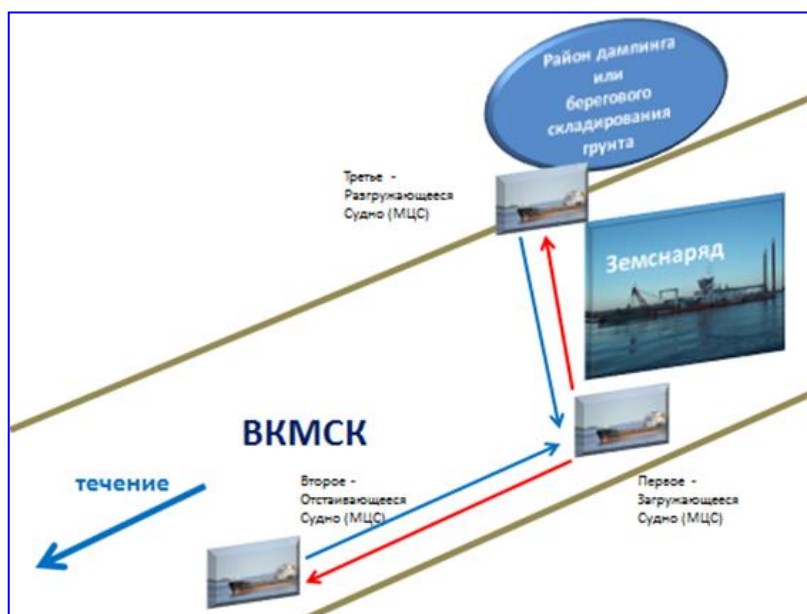


Рис. 41 Предлагаемая схема дноуглубительных работ в ВКМСК при совместном использовании земснаряда и нескольких специальных многоцелевых судов (МЦС)

Рекомендации по повышению продукционного потенциала земельного фонда

Для повышения плодородия малопродуктивных земель нами предложено использование извлекаемых грунтов - донных отложений (сапропели).

В таких илах содержание органического вещества составляет 30 и более процентов. Илы обогащены многими необходимыми для растений элементами питания: фосфором, калием, кальцием, бором, марганцем, кобальтом, цинком, медью, молибденом и другими, содержат от 8 до 18% органического вещества, а в отдельных местах встречаются очаги с содержанием 38,7% органики, это почти архангельский сапропель. Кроме того, илы способны улучшить физические свойства легких песчаных и супесчаных почв, защитить их от водной и ветровой эрозии, повысить влагоемкость и влагоудерживающую способность почв. Внесение илов в почву усиливает микробиологические процессы, стимулирует разложение органических веществ, связывает летучие азотные соединения. Другими словами, пища в доступной для растений форме будет поступать быстрее и в большем количестве.

Этот метод апробирован на Волго-Каспийском морском судоходном канале в процессе проведения плановых дноуглубительных работ.

Испытания эффективности внесения ила проводились на шлейфе Бэровского буграх с легкими супесчаными почвами. В производственном опыте использовали различные виды и разновидности многолетних злаковых и бобовых трав, которые высевали по четырем разным фонам:

- внесение ила из расчета 40 тонн на гектар;
- внесение ила из расчета 60 тонн на гектар;
- внесение ила из расчета 100 тонн на гектар;
- без внесения ила (контрольный вариант).

Размер опытных площадок составлял 400 м². Анализ проведенных испытаний показал, что на всех опытных площадках всходы были дружными, однако в период вегетации первого и особенно второго года жизни, растения на удобрен-

ных илом площадках стали заметно опережать в росте растения контрольной площадки. Наибольшую массу формировали растения на площадке с расчетной дозой вносимого ила 100 тонн на гектар. Особо заметный рост продуктивности отмечался у пырея солончаковатого, донника белого, люцерны синегибридной, житняка и однолетней пайзы.

Поливы экспериментальных площадок проводили дождеванием с помощью агрегата ДДА-100. Наблюдения за влажностью почвы в корнеобитаемом слое свидетельствовали, что в вариантах опыта влага удерживалась значительно дольше в сравнении с контрольной площадкой. Это подтверждает утверждение о том, что внесение минеральных илов на легких почвах повышают их влагоемкость и водоудерживающую способность. Факт немаловажный, позволяющий сокращать поливные и оросительные нормы, снижать затраты на эту цель.

Выполненная часть исследований позволяет сделать совершенно определенные выводы:

1. Донные отложения водоемов Астраханской области экологически чисты, несут в себе запас питательных элементов, способны улучшать физические свойства почв легкого механического состава, усиливают микробиологические и обменные процессы. Пригодны в качестве удобрений при мелиорации и рекультивации земель.
2. Установлено, что донные отложения по качественному составу и количественному накоплению, даже в пределах одного водоема различны. В этой связи перед их разработкой для производственного использования необходимо в каждом отдельном случае оценить их качественный состав и объемы накопления. Извлекаемый нами грунт будет использован в агропромышленных комплексах Астраханской области, что подтверждено Актом внедрения (Приложение 2).

Заключение

Основные научные и практические результаты диссертации заключаются в следующем:

1. Природные комплексы Низовья Волги в настоящее время деградируют в связи с изменениями водного режима и химического состава вод Волги и Ахтубы, а также в результате местного антропогенного воздействия.
2. Неблагоприятные современные гидрологические изменения природных комплексов выражаются в следующем.

За период зарегулированного стока Волги к 2015 г.г. произошло:

- **снижение:** общего годового стока Волги с 233,1 до 229,0 км³; стока в период весеннего половодья с 132,6 до 110 км³; продолжительности весенних разливов с 83 до 50 дней; подъема уровня до максимальных отметок с 41 до 9 сут.; стояния высоких уровней >150 см с 58 до 35 сут.; меженных отметок с 39 до 10 сут.; степени обводнения рыбных нерестилищ до 33%; концентрации взвешенных веществ в Волге с 0,058 до 0,0087 г/л, а их объема, выносимого в море, с 19,3 до 2,9 млн.т/год.
- **увеличение:** водного стока в зимние месяцы с 31 до 65 км³, что крайне неблагоприятно отразилось на зимовке рыбы; минерализации с 0,22 до 0,34 г/л; концентрации хлоридов с 0,15 до 0,33 г/л и сульфатов с 0,04 до 0,05 г/л.

Изменился температурный режим, что неблагоприятно сказалось на нересте рыб.

3. Выявлены следующие закономерности изменения гидрогеологических показателей природных комплексов и качества вод:

- в зависимости от глубин (от 1,0 м до 5,0-20,0 м) залегания грунтовых вод минерализация варьирует в широких пределах - от пресных - 0,2-1,0 г/л до 5,0-10,0 г/л и 50,0г/л в авандельте. По химическому составу грунтовые воды гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридно-сульфатные, сульфатно-хлоридные, реже хлоридные.
- на левобережье Низовья Волги на 1 сантиметр глубины почво-грунтов сумма солей возрастает на 0,0334%, на правобережной части выявлено снижение суммы

солей на 0,0106% с глубиной. Определена критическая глубина залегания грунтовых вод в пределах 3,4-3,5м при объеме волжского весеннего стока около 100 км³.

4. Радикальным решением проблем рассматриваемого региона было бы максимальное приближение водного режима Нижней Волги к естественным условиям, хотя некоторые изменения приняли уже необратимый характер. Но и при сложившемся водном режиме экологическая и хозяйственная ситуации могут быть существенно улучшены, в том числе за счет осуществления комплекса мер по экономии воды и очистке сточных вод. Разработаны рекомендации для улучшения экологического состояния двух природных комплексов – Богдинско-Баскунчакского заповедника и района Волго-Каспийского морского судоходного канала.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

**результатов научных исследований выполненных соискателем
ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» по
кафедре**

**«Инженерная экология и природоустройство» Токаревой А.А.
по теме кандидатской диссертации «Географическое распределение и функци-
онирование природно-территориальных комплексов в условиях измене-
ния водообеспеченности (на примере Астраханской области)»**

Данным Актом подтверждается внедрение результатов исследований по обеспечению пресной водой Богдинско-Баскунчакского природного заповедника, выполненные в 2010-2016гг. соискателем Токаревой А.А. под руководством д.г.н., профессора Бухарицина П.И. в процессе ее работы над кандидатской диссертацией на тему: «Географическое распределение и функционирование природно-территориальных комплексов в условиях изменения водообеспеченности (на примере Астраханской области)». Работа проведена по просьбе администрации заповедника, внедрение результатов исследований выполнено в её интересах и касается обеспечения питьевой водой фауны, населяющей заповедную территорию.

Исследования проводились комплексно и заключались в следующем:

1. Обследование мест скопления пресной воды, пригодной для водопоя животных и птиц. Установлено, что основным источником, пригодным для водопоя, является каскад искусственных прудов, а именно озеро верхний Кордон, средний Кордон и малый Кордон, сооруженных в тридцатых годах двадцатого века и озеро Карасун. Озеро Карасун представляет собой карстовую воронку, заполненную талыми водами, объемы которых обеспечивают водопой до середины лета.

2. Изучение и анализ материалов о наличии пресных подземных вод на ближайших к заповеднику участках. В результате выявлено существование водозабора у поселка Верхний Баскунчак, законсервированного в настоящее время. Производительность водозабора достигала 7 тыс.м³/сутки и обеспечивала водой около 15 тыс. жителей. Минерализация воды составляет 0,4-0,6 г/дм³. Водозабор обустроен на разведанном месторождении пластовых вод с восполнимыми статическими запасами. Водоносный пласт приурочен к четвертичным отложениям, залегает на глубине 20 метров и прослеживается на территории заповедной зоны.

3. Учитывая обязательное для заповедных зон антропогенное невмешательство, составлено предложение и разработана принципиальная схема пополнения озерной котловины Карасун подземной водой с минерализацией 1,0-1,5 г/дм³ с глубины 20м. Суть предложения заключается в извлечении подземных вод водяным насосом, потребляющим солнечную энергию. В прямых PV-системах (PV = PhotoVoltaics т.е. солнечные батареи) к солнечным батареям непосредственно подключен водяной насос. В схеме будут задействованы только три основных компонента: солнечные батареи, аккумуляторы (накопители энергии), контрол-

лер насоса и насос. PV массивы располагаются в зоне максимального прямого воздействия солнца. Например, один из небольших солнечных поверхностных насосов постоянного тока требует PV массив только под 150 Вт и может перекачивать по 6 литров в минуту. За время 10 солнечных летних часов, он может перекачивать до 900 литров.

Добываемая вода будет подаваться как непосредственно в озеро Карасун для поддержания минимального уровня воды в летний период, так и в специальные резервуары для хранения воды, подземные цистерны. Цистерны предполагают защиту от замерзания, стабилизируют температуру воды, и сводят к минимуму вопросы качества воды. Поплавковый выключатель внутри любого типа бака управляет насосом в зависимости от уровня воды. Провод поплавкового выключателя пропускается рядом с заливной трубой.

При извлечении подземных вод предусмотрен мониторинг за режимом подземных вод.

Разработка согласована с директором заповедника и готова к реализации.

Директор
ФГБУ «Государственный заповедника
«Богдинско-Баскунчакский»



С.Б. Глаголев.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

материалов научных исследований выполненных соискателем ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» по кафедре «Инженерная экология и природоустройство» Токаревой А.А. по теме кандидатской диссертации «Особенности функционирования ландшафтных территорий в условиях изменения водообеспеченности (на примере Астраханской области)»

Данным Актом подтверждается внедрение материалов исследований, выполненных в 2010-2016гг. соискателем Токаревой А.А. в процессе ее работы над кандидатской диссертацией на тему «Особенности функционирования ландшафтных территорий в условиях изменения водообеспеченности (на примере Астраханской области)» (научный руководитель, д.г.н., профессор Бухарицин П.И.) и внедрение результатов этих исследований в интересах администрации МО «Байбекский сельсовет».

Предложение касается использования грунта, извлекаемого в процессе производства работ по увеличению глубин в реках, судоходных каналах, акваториях морских и речных портов. В данном случае речь идет о производстве дноуглубительных работ на Волго-Каспийском морском судоходном канале (ВКМСК).

Известен способ производства дноуглубительных работ, при котором земснаряд поднимает со дна водоёма пульпу и подаёт её на грунтовозные шаланды. Грунтовозные шаланды транспортируют пульпу в отведённые места для свалки грунта (см. «Техническая инструкция по производству морских дноуглубительных работ» РД 31.74.08 – 94, изд. фирма «Московские контракты», Москва, 1994 г., стр. 21, п. 1.2.8). Однако, данный способ имеет существенные недостатки. Недостатками данного способа являются:

1. в пульпе содержится не более 30% грунта;
2. сбрасываемый с шаланд грунт под действием ветровых течений и сгонно-нагонных колебаний уровня водоёма часто вновь перемещается в район проведения дноуглубительных работ и тем самым создает необходимость повторного производства дноуглубительных работ на уже выполненных ранее участках;
3. с грунтоотвозной шаланды нет возможности сбрасывать грунт на берег для его использования в хозяйственных целях.

Также, известен способ производства дноуглубительных работ, когда земснаряд собирает пульпу в собственные ёмкости для приёма грунта, а затем транспортирует её в места, отведённые для сброса грунта (см. «Техническая инструкция по производству морских дноуглубительных работ» РД 31.74.08 – 94, изд. фирма «Московские контракты», Москва, 1994 г., стр. 65, гл. 3 «Самоотвозные землесосы»).

Однако, и данный способ не лишен недостатков. Земснаряд затрачивает большую часть времени не для осуществления своей основной деятельности – дноуглубления, а на транспортировку грунта к месту свалки, на обратный порожний рейс и подготовку земснаряда к работе. Следовательно, производительность земснаряда очень низкая. Кроме того, как и в рассмотренном выше способе, содержание грунта в пульпе не превышает 40 %.

Техническая задача, поставленная и успешно решенная авторами: Русановым Н.В., Бухарициным П.И. и Беззубиковым Л.Г. - обеспечение увеличения производительности дноуглубительных работ, возможность сброса как в водоём, так и на берег. А главное - возможность использования грунта в хозяйственных целях.

В связи с тем, что извлекаемый со дна водоема (ВКМСК) грунт представляет собой главным образом илы (сапропель), считаем целесообразным не вывозить его за бровки канала и сбрасывать на мелководье, а использовать этот грунт нашей администрация МО «Байбекский сельсовет» в хозяйственных целях (в частности, использовать его в качестве удобрения на полях).

Глава МО «Байбекский сельсовет»



Э.И. Такиев

17.10.2016 г.

Список использованной литературы

1. Авакян А. Б., Салтанкин В. П., Шарапов В. А. Водохранилища - М.: Мысль, 1987. - 325 с.
2. Агроклиматические ресурсы Астраханской области / авт-сост. Ш. Ш. Народецкая, А. И. Глухова, А. И. Брекалова и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 136 с.
3. Аристархова Л.Б. Еще раз о происхождении и причинах локализации бэровских бугров // Известия АН СССР. 1980. №4. С.67-73.
4. Алекин О. А. Основы гидрохимии. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. - 443 с.
5. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши - Л.: Гидрометеиздат, 1973. 267 с.
6. Алексеенко В.А. Геохимия ландшафта и окружающая среда. - М.: Недра. 1990. 142 с.
7. Антропогенные воздействия на водные ресурсы России и сопредельных государств в конце XX столетия / под ред. Н.И. Коронкевич, И.С. Зайцева. - М.: Наука, 2003. 367 с.
8. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв - М.: МГУ, 1970. 488 с.
9. Аронова Ю.С. Гидродинамические и гидрогеохимические преобразования подземной гидросферы при эксплуатации АГКМ // Современная гидрогеология нефти и газа. Фундаментальные и прикладные вопросы, посвященная 85-летию А.А. Карцева: Материалы всерос. науч. конф. (ИПНГ РАН, Москва, 2010). - М.: ГЕОС, 2010. С.243-246.
10. Атлас русловой морфодинамики Нижней Волги /под ред. В.Н. Коротаева, Д.Б. Бабича, Р.С. Чалова. - М.: Изд-во Московского университета, 2009. 232с.
11. Байдин С.С., Линберг Ф.Н., Самойлов И.В. Гидрология дельты Волги - Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1956. 332с.
12. Байдин С.С. Сток и уровни дельты Волги. - Л.: Гидрометеиздат, 1962. 337с.
13. Бармин А. Н., Иолин М. М. Современные проблемы природопользования на территории Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги // География в школе. 2007. № 4. С. 20-23.
14. Бармин А.Н. Амерханов Н.А., Шуваев Н.С. Природное и культурное наследие северных районов Астраханской области // Естественные и технические науки. - М.: «Компания Спутник+». 2010. №3. С.256-259.
15. Барсукова Л.А. Биогенный сток в первые годы зарегулирования реки у Куйбышева // Труды КаспНИРХ. 1962. Т.18. С.91-129.
16. Барсукова Л. А. Биогенный сток р. Волги в 1963-1964 гг. // Труды КаспНИРХ 1967. Т.23. С. 242-255.
17. Барсукова Л.А. Многолетний биогенный сток р. Волги у Астрахани // Труды КаспНИРХ 1971. Т.26. С.42-53.
18. Барсукова Л.А. Гидрохимический режим авандельты в районе Кировского банка // Труды Каспийского бассейнового филиала ВНИРО 1952. Т.12. С.

- 225-250.
19. Барсукова Л.А. Гидрохимическая характеристика дельты и авандельты Волги // Труды ВНИРО 1956. Т.32. С.178-196.
 20. Белевич Е.К. Районирование дельты реки Волги // Труды Астраханского государственного заповедника – 1963. Вып. 8. - С.401-421.
 21. Bergmann J. F. Soil salinization and Welsh settlement in Chubut, Argentina // Cah. Geogr. Quebec. 1971. N 35.
 22. Бесчетнова Э.И. Минерализация воды в дельте Волги и ее изменение в результате антропогенного воздействия. – В кн.: Опыт и проблемы проектирования строительства и эксплуатации мелиоративных объектов – Астрахань. 1981, С.53-56.
 23. Бесчетнова Э.И. Изменение основных элементов гидрологического режима нижнего течения Волги после зарегулирования ее стока // Труды КаспНИРО 1967. Т.23. С.3-9.
 24. Бесчетнова Э.И. Гидрологический обзор р. Волги в 1931-1963 гг. //Аннотация к работам, выполненным КаспНИРХ в 1963 г, сб.6. 1965. с.4-5.
 25. Болгов М. В. О выполнении программы приоритетных научных исследований в области водных ресурсов для реализации водной стратегии Российской Федерации до 2020 года: Сб. науч. тр. Всероссийской научной конференции «Научное обеспечение реализации «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г.» 6–11 июля 2015 г. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. Т. 1. С. 39-46.
 26. Большев Н.Н. Почвы Волго-Ахтубинской долины и дельты реки Волги - М., 1962. С. 57-117.
 27. Большев Н.Н. Генезис и эволюция солончаков Западного Прикаспия // Вестник Московского Университета. 1956. №3. С. 101 - 116.
 28. Бородычев В.В. Адаптивные технологии возделывания сопутствующих культур рисовых севооборотов Сарпинской низменности: Монография. - Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2012. - 224 с.
 29. Бородычев В.В., Лытов М.Н. Алгоритм решения задач управления водным режимом почвы при орошении сельскохозяйственных культур // Мелиорация и водное хозяйство. 2015. №1. С. 8-11.
 30. Брылев В.А., Стрельцова Е.Н., Арестов А.В. Изменение геоморфологических процессов и ландшафтов в Волго-Ахтубинской пойме в связи с зарегулированием гидрологического режима Волги // Геоморфология. 2001. С. 87-93.
 31. Брылев В. А., Овчарова А.Ю. Динамика половодий в нижнем бьефе Волгоградской ГЭС и экологические последствия за 2006-2009 гг. // Современное состояние водных ресурсов Нижней Волги и проблемы их управления: Материалы науч-практ. конф. - Астрахань, 2009. С. 35-38.
 32. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем. - М.: Гидрометеиздат, 1980. 351 с.
 33. Бухарицин П.И., Лабунская Е.Н., Немошкалов С.М., Пархоменко А.М., Токарева А.А. Геоэкологическая оценка водных ресурсов Волго-Ахтубинской

- поймы // Современный мир, природа и человек: межвузовский сборник научных трудов – Томск. 2009. том.1 №2. С.96-103.
34. Бухарицин П.И., Токарева А.А. Гидрологические последствия зарегулирования волжского стока и проблемы обводнения Волго-Ахтубинской поймы // Современное состояние водных ресурсов Нижней Волги и проблемы их управления: Материалы науч.-практ. конф. - Астрахань. 2009. С.44-52.
 35. Бухарицин П.И., Токарева А.А. Оценка геоэкологического состояния водных ресурсов Нижней Волги на пороге освоения нефтегазовых месторождений Северного Каспия // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений: Материалы III Межд. науч.-практ. конф. – Астрахань, изд-во КаспНИРХ, 2009. С. 23-26.
 36. Бухарицин П.И., Бреховских В.Ф., Волкова З.В., Лабунская Е.Н. Современная геоэкологическая обстановка в районе западных подстепных ильменей // Современное состояние водообеспеченности и пути оптимизации хозяйственной деятельности в зоне западно-подстепных ильменей: Материалы науч.-практ. конф. пос. Лиман, 31.05.2011. – Волгоград, изд-во ООО «Принтерра-Дизайн», 2011. С. 60-83.
 37. Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г., Русанов Н.В. Саморазгружающее судно для Волго-Каспийского морского судоходного канала на основе нефтерудовоза // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 8-1. С. 11-15.
 38. Бухарицин П.И., Арманский А.Г. Современная характеристика и основные направления реконструкции Волго-Каспийского судоходного канал // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений: Материалы Первой Межд. науч.-практ. конф. - Астрахань, 2005. С. 16-18.
 39. Быстрова И.В. Геоморфологическая карта. Атлас Астраханской области - М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1997. С.12.
 40. Владыченский С.А. Почвенно-мелиоративные исследования в Волго-Ахтубинской пойме (рукопись) - М., 1952. 415с.
 41. Владыченский С.А. Водно-физические свойства почв Волго-Ахтубинской поймы и волжской дельты и их изменения в зависимости от почвообразовательного процесса // Почвенно-мелиоративные исследования Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1958. С. 96-162.
 42. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 г.: Постановление Правительства РФ от 27.08.2009 г. № 1235 р.
 43. Вознесенская Л.М., Бесчетнова Э.И. Климатические особенности и опасные явления погоды Астраханской области в XX веке // Астраханский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – Астрахань: 2002. 111 с.
 44. Волго-Ахтубинская пойма: особенности гидрографии и водного режима / В. В. Горяйнов [и др.] ; Волгоград. гос. ун-т, Науч.-исслед. ин-т регион. природ.-

- хоз. систем, Волж. гуманитар. ин-т (фил.) ВолГУ. - Волгоград: Науч. изд-во, 2004. 108 с.
45. Волынкин И.Н. Ландшафты. Атлас Астраханской области - М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1997. С.22.
 46. Волынкин И.Н. Природные ландшафты Астраханской области // Ученые записки АГПИ - Астрахань, 1967. - том.11. выпуск 2. С.59-83.
 47. Воронин Н.И. Геологическое строение Астраханской области // Астраханская энциклопедия: В 3 т. / Под ред. А.А. Жилкина, В.В. Мещерякова, В.М. Викторина и др. - Астрахань: Изд-во «Кто есть кто», 2007. - Т. 1 Природа: А-Я. С. 70.
 48. Геннадиев А.Н., Касимов Н.С., Голованов Д.Л. и др. Эволюция почв прибрежной зоны при быстром изменении уровня Каспийского моря // Почвоведение. 1998. № 9. С.1029-1037.
 49. Геоэкологическая карта Астраханской области (Масштаб 1:500 000) / под общ. ред. акад. РАН В.М. Котлякова и член.-корр. РАН Н.Ф. Глазовского. - М.- Астрахань, 2003.
 50. Гидрологический ежегодник. Том 4. Бассейн Каспийского моря (без Кавказа и Средней Азии). Вып.8 - 9. Бассейн р. Волги ниже устья р. Камы и бассейнов рек между бассейнами р. Волги и восточным водоразделом р. Эмбы. 1936-1955 гг.
 51. Гладких В.В., Ромнов В.Н. Критерии оценки гидрогеолого-мелиоративного состояния рисовых оросительных систем Астраханского Поволжья // Тезисы докладов V Всесоюзного совещания по мелиоративной гидрологии, инженерной геологии и мелиоративному почвоведению. - М., 1984. 4.2.75 с.
 52. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследования природных ландшафтов. - Смоленск: Ойкумена, 2002. - 288 с.
 53. Глебыч А.И., Скосарев А.Г., Сапрыкин И.М., Синенко Л.Г. Поверхностные и подземные воды // Материалы гос. доклада о состоянии окружающей природной среды РФ за 1992г. по Астраханской области / под общ. ред. Ю.С. Чуйкова. - Астрахань, 1993. - С.15-19.
 54. Горелиц О.В. Характеристика уровня режима дельты Волги в период половодья // Водные ресурсы - М.: Изд-во МАИК Наука, 1994. Т.24. № 4. С. 457-462.
 55. Горелиц О. В., Землянов И. В., Сапожникова А. А. Многолетняя и сезонная изменчивость основных параметров гидрологического режима Нижней Волги в створе г. Волгограда // ООПТ Нижней Волги как важнейший механизм сохранения биоразнообразия: итоги, проблемы и перспективы: Материалы науч.- практ. конф. - Волгоград, 2010. С. 186-198.
 56. Горелиц О.В., Землянов И.В., Синенко Л.Г. Оценка морфометрических характеристик русла при планировании мероприятий по водообеспечению территорий Нижней Волги // Управление водно-ресурсными системами в экстремальных условиях: Сб. докладов Международной конференции. - М.: 2008. С.306-307.

57. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Российской Федерации...» - М.: Государственный центр экологических программ, 2006-2011.
58. Диагностика мелиоративного состояния орошаемых земель Поволжья [в том числе Астраханская область] // Степные просторы. - 1989. - № 10. - С. 12-14.
59. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils: USDA Agriculture handbook. 1954. N 60. 160 p.
60. Доскач А.Г. Природное районирование Прикаспийской пустыни. - М.: Наука, 1979. 143 с.
61. Dregne H. E. Soils of arid regions / H. E. Dregne. – N. Y. Amsterdam: Elsevier, 1976.
62. Евдокимова Т.И., Корнеева К.И., Владыченский С.А. Почвенно-мелиоративные исследования Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги - М.: Изд-во МГУ, 1958. 158 с.
63. Елецкий Б.Д. Трансформация материкового стока соединений азота в дельте Волги и устьевом взморье: Автореф. дис..... канд. геогр. наук. - Ростов-н/Дону, 1982. 26 с.
64. Животов А.Н. Почвы. Атлас Астраханской области - М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1997. С.21.
65. Занозин В.В. Оценка природных комплексов. Атлас Астраханской области - М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1997. С.23.
66. Зенин А.А. Гидрохимия Волги и ее водохранилищ. – Л.: Гидрометеиздат, 1965. 259 с.
67. Зволинский В.П. Агроэкология и земледелие Северного Прикаспия - М.: РУДН, 1992. С. 76-94.
68. Иванчинов В.Г. Рыбохозяйственное значение Волго-Ахтубинского района в воспроизводстве рыбных запасов Волго-Каспия // Фонды Саратовского отд. ГосНИОРХ Р-1. – Саратов, 1939. 50 с.
69. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения - М.: Академия наук СССР, 1958. 192 с.
70. Казакова Л. А. Комплексная мелиорация орошаемых солонцовых и засоленных почв Нижнего Поволжья: Дис. ... д-ра биол. наук - Волгоград, 2007. 319с.
71. Каменский Г.Н. Основы динамики подземных вод - М.-Л.: Изд-во ОНТИ, НКТП СССР. Ч.2. 1935.
72. Катунин Д. Н., Хрипунов И. А., Панин А. Г., Беспарточный Н. А. Изменение гидрологического режима в дельте Волги в период зарегулирования стока // Тез. докл. 1 конгресс ихтиологов России - М.: 1997. С. 425.
73. Катунин Д.Н. Мелиорация малых водотоков дельты р. Волги. - Астрахань: Изд-во «ЦНТЭП», 2003. 104 с.
74. Катунин Д.Н. Заливание волжской дельты в условиях работы Волго-Камского каскада гидроэлектростанций // Тр. КаспНИРХ. 1971, Т.26. с.35-41.
75. Кац Д.И., Шестаков В.М. Мелиоративная гидрогеология – М.: Изд-во МГУ,

1981. 296 с.
76. Кац Д.М. Контроль режима грунтовых вод на орошаемых землях - М.: Изд-во «Колос», 1967. 183 с.
 77. Кац Д.М., Пашковский И.С. Мелиоративная гидрогеология: Учеб. пособие для вузов - М.: Агропромиздат, 1988. 256 с.
 78. Киселев П.А. Исследование баланса грунтовых вод по колебаниям их уровня. Акад. наук БССР. Ин-т геол. наук. - Минск: Изд-во Акад. наук БССР, 1961. 202 с.
 79. Кирейчева Л.В., Юрченко И.Ф., Яшин В.М. Модели и информационные технологии управления водопользованием на мелиоративных системах, обеспечивающие благоприятный мелиоративный режим // Мелиорация и водное хозяйство. 2014. № 5-6. С. 50-55.
 80. Ковда В.А. Почвы дельты Волги и их место в почвообразовании // Тр. Государственного океанографического института. - 1951.- Вып. 18/30. С. 249-276.
 81. Ковда В.А. Проблемы борьбы с опустыниванием и засоление орошаемых почв – М.: 1984. С.304.
 82. Ковда В.А. Почвы Прикаспийской низменности: Научный отчет о результатах исследований 1932-1938гг. - М.- Л.: АН СССР, 1950. С. 255.
 83. Kovda V. A. Principles of the theory and practice of reclamation and utilization of saline soils in the arid zones // Proc. Teheran symp. “Salinity problems in the arid zones”. – P.: UNESCO, 1961. (Printed in Switzerland).
 84. Концепция развития мелиорации сельскохозяйственных земель на период до 2020 года / Б.М. Кизяев, В.В. Бородычев, Э.Б. Дедова, М.А. Сазанов и др. – М.: Изд. ВНИИА, 2012.
 85. Концепция целевой программы «Мелиорация сельскохозяйственных земель России на период до 2020 года» / под общ. ред. академика РАСХН Г.А. Романенко – Волгоград, ГНУ ВНИИОЗ Россельхозакадемии, 2009. – 44 с.
 86. Коротаев В. Н., Чернов А. В. Морфология и динамика Волго-Ахтубинской поймы // Геоморфология. 2000. № 3 С. 76-84.
 87. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. / Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: 2004. 573 с.
 88. Кружилин И.П. Водные мелиорации в системе защиты сельскохозяйственных культур от засухи // Мелиорация и водное хозяйство. 2008. №5. С.6-9.
 89. Кружилин И.П. Комплексная мелиорация земель обеспечит устойчивое развитие сельского хозяйства Поволжья // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. №1. С.14-16.
 90. Кузин П.С. Потери стока р. Волги в районе Волго-Ахтубинской поймы дельты // Метеорология и гидрология. 1939. №9. С.80-85.
 91. Кузин А. В. Формирование биотопов устьевой области Волги под влиянием природных факторов и хозяйственной деятельности: Дис... канд. геогр. наук. - Астрахань, 2009. - 190 с.
 92. Кутлусурина Г.В., Токарева А.А. Почвенно-гидрологическая характеристика Астраханской области для обоснования мелиоративного районирования //

- Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2016 г. № 2(22). С. 128-147.
93. Кутлусурина Г.В. Роль современных экзогенных геологических процессов на территории АГКМ // Геология, добыча, переработка и экология нефтяных и газовых месторождений - Астрахань: ИПЦ «Факел», 2001. С.20-21.
 94. Кутлусурина Г.В. Механизм геохимических и гидрогеохимических процессов в зоне аэрации Прикаспийской впадины (на примере территории АГКМ) // НТС Сер. Проблемы экологии газовой промышленности. - М.: ИРЦ Газпром. 1999. №2. С. 17-21.
 95. Кутлусурина Г.В., Бессарабова Т.Д., Тарасов В.В. Подъем уровня Каспийского моря и влияние изменений гидрологического режима на уровень грунтовых вод // Научные труды АстраханьНИПИГаз. Астрахань: ИПЦ «Факел» ООО «Астраханьгазпром», 2001. №2. С.216-219.
 96. Кутлусурина Г.В., Токарева А.А. Аналитическая оценка засоленности орошаемых земель Астраханской области // Успехи современного естествознания, 2017. № 4. С.40-46.
 97. Кутлусурин Е. С. Оценка бальнеоресурсов аридной зоны: на примере Астраханской области: Дис ... к-та геогр. наук: 25.00.36 - Астрахань, 2012. - 157 с.
 98. Лебедев А.В. Прогноз изменения уровня грунтовых вод на орошаемых территориях. Гидрогеологические расчеты. - М.: Госгеолтехиздат, 1957. - 176 с.
 99. Лебедев А.В. Методы изучения баланса грунтовых вод / Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Недра, 1976. - 223 с.
 100. Лев Гумилев. Энциклопедия. / Гл. ред. Е.Б. Садыков, сост. Т.К. Шанбай, — М., 2013, с. 154.
 101. Летунов П.А. Почвы Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги // Памяти акад. Вильямса. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1992. С.433-481.
 102. Линдберг Ф.Н. Характеристика режима уровня воды дельты р. Волги в условиях зарегулированного стока // Сб. трудов Астраханской ГМО - Ростов-н/Дону: 1970. вып. 1. С.16-43.
 103. Материалы к государственному докладу о состоянии окружающей среды Астраханской области / под ред. Чуйкова Ю.С. – Астрахань, изд-во ООО «ЦНТЭП», 2006.
 104. Материалы к государственному докладу о состоянии окружающей среды Астраханской области / под ред. Чуйкова Ю.С. – Астрахань, изд-во ООО «ЦНТЭП», 2015.
 105. Мажбиц Г.Л., Буланов Е.П. Изменение положения кривой связи расходов и уровней воды и русловые процессы в нижнем бьефе Волжской ГЭС // Водные ресурсы Волги: настоящее, будущее, проблемы управления – Астрахань, изд-во АГУ, 2008. С.232-240.
 106. Мелиорация сельскохозяйственных земель – важнейшее звено в реализации национального проекта «Развитие АПК» / И.П. Кружилин, В.В. Мелихов, Е.А. Ходяков, П.И. Кузнецов, Н.Н. Дубенок // Мелиорация и водное хозяйство. 2006. № 2. С.22-24.

107. Минашина Н. Г., Гаврилова Г. К. Метод водной вытяжки и баланс солей в промываемых почвах // Науч. тр. почв. ин-та им. В. В. Докучаева. – М.: 1976. С. 106–112.
108. Мирошниченко М.П., Гламазда В.В., Калинина С.Г. и др Рыбохозяйственная оценка кормовой базы водоёмов Волго-Ахтубинской поймы в условиях зарегулированного стока Волги // Состояние и охрана биологических ресурсов Волгоградской области - Волгоград, 1981. С.64-66.
109. Михайлов В.Н., Повалишникова Е.С. Еще раз о причинах изменений уровня Каспийского моря в XX веке // Вестник МГУ. Сер. 5, География. 1998. - № 3. С. 35-38.
110. Научно-прикладной справочник: Основные гидрологические характеристики рек бассейна Нижней Волги [Электронный ресурс] / Коллектив авторов; под редакцией Георгиевского В.Ю.– Ливны: Издатель Мухаметов Г.В., 2015.
111. Нижняя Волга: геоморфология, палеогеография и русловая морфодинамика /под ред. Г.И. Рычагова и В.Н. Коротаева - М.: ГЕОС, 2002. - 242 с.
112. Некоторые вопросы управления режимами использования водных ресурсов водохранилищ в современных условиях / Н. Н. Назров, К. М. Беркович // Влияние водохранилищ на русловые процессы: межвуз.сб. Перм. гос. ун-т. - Пермь, 2010. С. 4-12.
113. Николаев В.А. Геологическая история, рельеф и аллювиальные отложения // Природа и сельское хозяйство Волго-Ахтубинской долины и дельты Волги. - М.: 1962. - 272 с.
114. Николаев Ю.П. Инженерная геология и полезные ископаемые Прикаспия: Монография. - Астрахань: Изд-во ООО «ЦНТЭП», 2007. - 492 с.
115. О федеральной целевой программе «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014 - 2020 г.»: Постановление правительства РФ (с изменениями и дополнениями) от 12.09.2013 г. № 922.
116. Основные правила использования водных ресурсов Волгоградского водохранилища на р. Волге. – М.: 1983. 36 с.
117. Отчет о работе ПРООН/ГЭФ 00047701 «Сохранение биоразнообразия водно-болотных угодий Нижней Волги за период июль 2009 – декабрь 2010 гг.»: Изд-во полиграф. комплекс «Волга». Астрахань, 2011. 76 с.
118. Пархоменко А.М., Бухарицин П.И., Токарева А.А. Типизация водоемов Волго-Ахтубинской поймы // Сб. тр. VI Международной науч-практ. конф. «Экологические проблемы. Взгляд в будущее» - Ростов-н/Дону, 2010. С. 306-307.
119. Пархоменко А.М., Бухарицин П.И., Токарева А.А. Физико-химические параметры водоемов северной части Волго-Ахтубинской поймы // Нижней Волги как важнейший механизм сохранения биоразнообразия: Материалы науч-практ. конф. «ООПТ итоги, проблемы и перспективы».- Волгоград, 2010. С. 207-209.
120. Пархоменко А.М., Бухарицин П.И., Токарева А.А. Физико-химическая характеристика воды и газового режима водоемов северной части Волго-

- Ахтубинской поймы // Фундаментальные науки и практика: Межвузовский сб. науч. труд. – Томск, 2010. Т.1. №3. С.41-42.
121. Пат. 2603810 РФ. Судно для транспортировки грунта при производстве дноуглубительных работ /Л.Г. Беззубиков, П.И. Бухарицин, Н.В. Русанов (Россия). - № 2015140143; Заявлено 21.09.15; Оpubл. 08.10.2016.
122. Пат. 156052 РФ на полезную модель. Саморазгружающееся судно / Н.В. Русанов, П.И. Бухарицин, Л.Г. Беззубиков (Россия). - № 2013104279; Оpubл. 27.10.2015, Бюл. № 30.
123. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. 2-е изд. - М.: Высшая Школа, 1975. - 341 с.
124. Пилипенко В.Н., Шеин Е.В., Федотова А.В. Почвенно-растительный мониторинг дельты Волги // Успехи современного естествознания. 2003. № 12. С.101-103.
125. Пилипенко В.Н., Шеин Е.В., Федотова А.В. Изменчивость почвенно-физических свойств и растительности ландшафтов бугров Бэра в дельте реки Волги // Труды Института почвоведения МГУ-РАН «Роль почв в биосфере», 2004. - Вып.4 «Почвы и биоразнообразие». С.130-144.
126. Pilipenko V.N., Shein E.V., Fedotova A.V etc. Soil-vegetation monitoring basin of Caspian sea (Case Study: delta Volga)//Abstract of the first International Conference of Mazandaran University on the Caspian Sea. 19-20 October 2003. p. 96-100
127. Плюснин И.И. Характеристика природных условий Ахтубинской поймы - Саратов: Изд-во СГУ, 1938. 155 с.
128. Плюснин И.И. Почвы Волго-Ахтубинской поймы: к познанию аллювия и аллювиальных почв - Сталинград: Областное книгоиздательство, 1938. 275 с.
129. Полевые и лабораторные методы исследования почв/под ред. Е.В. Шеина. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. 198 с.
130. Полонский В. Ф., Остроумова Л. П. Исследование гидрологического режима дельты Волги // Водные ресурсы Волги: настоящее и будущее, проблемы управления: Материалы всерос. науч. практ. конф. 3–5 октября 2007. - Астрахань: АГУ, 2007. С. 212–224.
131. Поляков Б.В. Гидрологические исследования Нижней Волги - М.-Л.: Госстройиздат, 1938. 160 с.
132. Польшов Б. Б. Определение критической глубины залегания уровня засоляющей почву грунтовой воды // Избр. тр. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. С. 424–443.
133. Потоцкий М.И. Водоустройство ильменей - Астрахань, 1931. - 44 с.
134. Почвенно-мелиоративные исследования Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги. – М.: Изд-во МГУ. 1958. 158 с.
135. Природа и сельское хозяйство Волго-Ахтубинской долины и дельты Волги - М.: Изд-во МГУ, 1962. 452 с.
136. Природа, прошлое и современность Астраханского края / В. Н. Пилипенко [и др.]. – Астрахань: «Типография «НОВА», 2008. 452 с.
137. Проект ПРООН/ГЭФ 00047701 «Сохранение биоразнообразия водно-

- болотных угодий Нижней Волги». Приложение к отчету по Договору № 020/009 от 12 мая 2009 «Предложения по регулированию попусков Волжской ГЭС, обеспечивающих учет требований сохранения биоразнообразия водно-болотных угодий Нижней Волги» - М.: 2010. 14 с.
138. Расторгуев Л. И. Борьба с заилением речных водохранилищ - М.: 1972. 79 с.
139. Рекомендации по выращиванию молоди рыбы в рисовых системах дельты Волги - Астрахань. КаспНИРХ, 1971. 10 с.
140. Русанов Н.В., Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа: Коллективная монография (77 авторов). Том IV / Под ред. И.А. Керимова, В.А. Широковой / В разделе «География и геоэкология» Рекомендации по изменению технологии и выбору технических средств для проведения дноуглубительных работ на Волго-Каспийском морском судоходном канале. Грозный: Академия наук Чеченской Республики, 2015. С.250-255.
141. Русанов Н.В., Бухарицин П.И., Беззубиков Л.Г. Волго-Каспийский морской судоходный канал - современное состояние проблемы и пути их решения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2016. № 4. С.863-861.
142. Руслые процессы в низовьях Волги и их учет при оценке безопасности природопользования: Сб. науч. ст. - Волгоград: Изд-во ВГПУ «Перемена». 2010.
143. Рыбак В.С. Потери стока в Волго-Ахтубинской пойме и в дельте Волги - Тр. ГОИН, 1973. Вып. 116. С.82-86.
144. Рыбак В.С. Влияние зарегулирования стока Волги и режим мутности и выдвигания дельты - Тр. ГОИН, 1974. Вып.104. С.45-50.
145. Савельев А.В. Обоснование комплексных мелиоративных пойменных систем: [на примере Волго-Ахтубинской поймы] // Мелиорация и водное хозяйство. 2005. № 5. С. 47-52.
146. Сборник трудов Астраханской опытно-мелиоративной станции //Нижне-Волжское книжное издательство - Волгоград, КИМ. Вып. 1. 136с.
147. Сорокин В.А. Мелиорация естественных заливных лугов в дельте Волги – В кн.: Вопросы орошения в Поволжье: Сб. научных трудов Волж НШГиМ. – М.: 1980. С. 129-133.
148. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна р. Волги. Кн.7 Сводный том СКИОВО р. Волга – М.: ООО «ВЕД» 2013. – 219 с.
149. Тарасов М.Н., Бесчетнова Э.И. Гидрохимия Нижней Волги при регулировании стока - Ленинград, Гидрометеиздат, 1987. 120 с.
150. Токарева А.А. Влияние максимальных расходов воды на состояние водного режима Нижней Волги в период половодья // Вестник АГТУ. 2012. №1 (53), С.75-77.
151. Токарева А.А., Бухарицин П.И., Аношкина Е.В. Особенности развития экосистем Нижней Волги с учетом сезонных изменений ее гидрологического режима //Материалы IV Всероссийской конференции по водной экотоксико-

- логии. - Борок. 2011. Часть 2. С.175-177.
152. Токарева А.А., Кутлусурина Г.В. Особенности воздействия регулирования волжского стока на почвы и грунтовые воды Астраханской области // 85-летию со дня основания вуза: Материалы науч.- прак. конф. г. Астрахань – 2015 С.
153. Токарева А.А., Кутлусурина Г.В. К оценке состояния природно-техногенных комплексов Астраханской области в связи с перспективой территориального планирования //Фундаментальные исследования. 2015. №2, часть12. С. 2621-2626.
154. Токарева А.А., Кутлусурина Г.В., Аронова Ю.С. Роль подземных и поверхностных вод аридной зоны в преобразованиях природных комплексов на примере Астраханской области // Проблемы региональной экологии. 2019. №1. С. 78-85.
155. Токарева А.А., Кутлусурина Г.В., Бухарицин П.И. Изменения речного стока Низовья Волги под воздействием природно-антропогенных факторов // «Известия Российской академии наук. Серия географическая» - 2019. (в печати)
156. Токарев Н.Н. Гидрогеологические ежегодники Астраханской гидрогеологической станции за 1964-1985 г.г. //Рукопись. Фонды Астраханской комплексной геологической партии.
157. Торохтун И. Мелиорация земель в (Астрахань) полупустыне // С.-х. производство Поволжья. 1967. № 12. С. 21-22.
158. Турикешев Г.Т-Г. Структурные особенности современного рельефа и вопросы палеогеоморфологии хвалынского времени северо-западной части Прикаспийской низменности [Текст]: Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата географических наук (11.00.04). - Москва: [б. и.], 1978. 24 с.
159. Устьевая область Волги: гидролого-морфологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебаний уровня Каспийского моря / под ред. В. Ф. Полонского, В. Н. Михайлова, С. В. Кирьянова - М.: ГЕОС, 1998, 280 с.
160. Федотова А. В. Почвы восточной части дельты Волги и района западных подстепных ильменей // ИД «Астраханский университет», 2006. 129 с.
161. Fels E. Stauage und die Geographie. Geogr. Helv, 1965, V. 20, № 4.
162. Хитров Н. Б. Система показателей для краткой характеристики засоленных почв // Почвоведение. 1986. № 4. С. 67–79.
163. Чавычалова Н. И., Васильченко О. М., Пятикопова О. В. О качестве молодежи и лебда нагуливающих на волжских нерестилищах в годы с разной водностью // Естественные науки. – Астрахань, 2010. № 4 (33). С. 38–45.
164. Чалов Р. С., Брылев В. А. Еще раз о причинах маловодья в Волго-Ахтубинской пойме // Изучение, сохранении и восстановление естественных ландшафтов: Сб. статей V Международной научно-практической конференции, г. Волгоград – М.: Планета, 2015. С. 234-239.
165. Челобанов Н. В. Мелиорация и использование орошаемых земель в Астраханской области – Астрахань: ИПЦ «Факел», 2003. 558 с.

166. Чуйков Ю.С., Киселева Л.А., Фильчаков В.А. Типология водоемов дельты Волги, подstepных ильменей и Волго-Ахтубинской поймы // Экология Астраханской области (информационный сборник) - Астрахань, 1994. Вып. 3. С. 23-27.
167. Шеппель П. А. Паводок и пойма - Волгоград: Ниж. - Волж. кн. изд-во, 1986. С. 65-77.
168. Шикломанов И.А. Исследование водных ресурсов суши: итоги, проблемы, перспективы / монография – Л.: Гидрометеиздат, 1988. 153с.
169. El-Gabaly M. M. Problems and effects of irrigation in the Near East region // Arid land irrigation in developing countries. – Oxford: Pergamon press, 1977.