

An aerial photograph of a winding river in a steppe landscape. The river is a deep blue color, flowing through a landscape of golden-brown reeds and grasses. In the background, there are green fields and a small white house with a dark roof. The sky is a pale, hazy blue.

О. Н. СУСЛОВ

***СТЕПНЫЕ РЕКИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ***

КРАСНОДАР
2015

Министерство сельского хозяйства РФ
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный
аграрный университет»

О. Н. СУСЛОВ

СТЕПНЫЕ РЕКИ
КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Монография

КРАСНОДАР
2015

УДК 556.53(470.620)

ББК 26.222.5

С-89

Суслов О. Н.

С-89 Степные реки Краснодарского края: монография /
О. Н. Суслов.- Краснодар, Куб ГАУ, 2015.-256 с.

В книге систематизированы современные представления о степных реках Краснодарского края. Исследованы географические, геологические, гидрологические закономерности формирования и региональных особенностей степных рек. Выполнена оценка влияния природопользования и хозяйственной деятельности на ресурсы и качество водных объектов. Высказаны предложения по их охране и рациональному использованию.

Книга рассчитана на экологов, гидрологов, специалистов водного хозяйства, а также будет весьма полезной для аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

УДК 556.53(470.620)

ББК 26.222.5

ISBN

© Суслов О. Н., 2015

© ФГБОУ ВПО «Кубанский
государственный аграрный
университет», 2015

Оглавление

Предисловие	5
1 Физико-географические факторы формирования стока степных рек	7
1.1 Геологические факторы формирования степных рек	8
1.2 Тектонические структуры и их геодинамический режим	9
1.3 Геоморфология	21
1.3 Ландшафты	28
1.4 Характеристика почвенных условий территории	32
1.5 Подземные воды	37
1.6 Формирование грунтовых вод	53
2 Климатические факторы формирования стока степных рек	57
2.1 Основные климатические особенности	57
2.2 Влагообеспеченность территории	68
2.3 Испарение с водосборной площади	69
2.4 Опасные и неблагоприятные природные явления	74
2.5 Проявления негативного воздействия вод в степной зоне края	77
3 Водные объекты	84
3.1 Основные гидрологические и морфометрические характеристики рек Азово-Кубанской равнины	84
3.2 Гидрологический режим рек	102
3.2.1 Многолетняя динамика речного стока степных рек	102
3.2.2 Внутригодовое распределение речного стока	109
3.3 Особенности формирования русловых процессов рек	117
3.4 Формирование твердого стока и заиление русел рек	126
3.5.1 Водная эрозия	128
3.5.2 Ветровая эрозия	135
3.5.3 Заиление русел рек отмирающей водной растительностью	139
4 Гидрохимический и гидробиологический режимы рек	149
4.1 Гидрохимический режим рек	152

4.2	Формирование ионного стока степных рек	162
4.3	Гидробиологические показатели качества воды	182
5	Антропогенные нагрузки и экологическое состояние рек	198
5.1	Сельское хозяйство	204
5.2	Орошение в бассейнах рек	205
5.3	Промышленность	206
5.4	Коммунальное хозяйство.....	208
5.5	Транспортная инфраструктура.....	212
5.6	Использования водных объектов в рекреационных целях и целях рыбозаведения.....	214
5.7	Ландшафтно-экологическое районирование водоохраных зон рек бассейна Азовского моря	218
5.8	Экологическая модель степных рек (на примере реки Бейсуг).....	222
6	Приоритетные экологические проблемы степных рек Краснодарского края	231
6.1	Проблема высокой зарегулированности речного стока ..	231
6.2	Проблемы водности рек и регулирования речного стока	235
6.3	Проблемы экологического состояния водных объектов	238
6.4	Проблемы состояния водоохраных зон и прибрежных защитных полос	238
6.5	Проблемы управления водными объектами и развития сети государственного мониторинга водных объектов	241
7	Мероприятия по решению приоритетных экологических проблем и восстановлению степных рек	245
	Список литературы	250

Предисловие

В последнее десятилетие постоянно возникает вопрос о сохранении степных рек Краснодарского края. Проблема сохранения степных рек постоянно поднимается в местной печати муниципальных образований, на федеральном и краевом уровне принимаются программы по сохранению степных рек. Но невозможно выбрать необходимые водоохранные мероприятия без системного анализа природных и антропогенных факторов, влияющих на состояние водных объектов.

В бытность СССР в Краснодарском крае были приняты попытки по разработке комплексных схем по водохозяйственному использованию степных рек (институт «Кубаньгипроводхоз»). В работе было доказано, что орошение в степной зоне без привлечения водных ресурсов бассейна реки Кубани невозможно. Но водохозяйственный баланс р.Кубань в настоящее время столь напряжен, что уже невозможно дополнительно изъять часть стока для его подачи в бассейны степных рек.

В настоящей монографии сделан акцент на научно-теоретическом обосновании проблем степных рек, таких как уменьшение и зарегулированность стока, заиление русел рек, качество поверхностных вод и др.,

Автор выражает глубокую благодарность кандидату географических наук Ю. В. Артюхину, сотрудникам НИИ прикладной и экспериментальной экологии Кубанского ГАУ, оказавшим содействие в проведении экспериментальной части работы, кандидатам наук: А. А. Гайдай, М. В. Яценко,

старшим научным сотрудникам А. В. Давыдову, Е.Ю. Будникову.

Особую признательность за критические замечания автор выражает доктору географ. наук, профессору Л. П. Ярмак.

Автор отдаёт себе отчёт в том, что книга не лишена недостатков, и с благодарностью примет все критические замечания и пожелания.

1 Физико-географические факторы формирования стока степных рек

Основная площадь бассейнов степных рек Краснодарского края расположена на территории Азово-Кубанской равнины, включающей Приазовскую низменность. Равнина занимает пространство между Азовским морем на западе, долинами рек Дон и Маныч на севере, Ставропольской возвышенностью на востоке и долиной р. Кубань на юге.

Равнина формировалась в условиях медленного прогибания в плиоцене Азово-Кубанской впадины, сменявшегося в четвертичное время слабым поднятием, что обусловило мощную толщу плиоценовых отложений под покровом четвертичных лессовидных суглинков. В геоморфологическом отношении, представляет собой плоскую аккумулятивную равнину с водораздельными пространствами и абсолютными высотами от 5 м на западе до 150-200 м в юго-восточной части.. Глубина вреза речных долин составляет 15-20 м.

Гидрографическая сеть в степной зоне Краснодарского края представлена реками бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона, включающего реки: Ея, Челбас, Бейсуг, Кирпили, Понура, Албаши, Ясени, и Сингили. В Кушевском районе протекает река Средняя Чубурка (Мокрая Чубурка) и приток р. Кагальник - река Эльбузд, относящиеся к бассейну р. Дон. В Восточной части края, в Белоглинском и Новопокровском

районах, протекают реки Рассыпная и Калалы, являющиеся притоками реки Егорлык, относящиеся к бассейну р. Западный Маныч.

Все основные реки (за исключением рек Албаши, Ясени, Калалы, Рассыпная) протекают в направлении с юго - востока на северо-запад и впадают в Азовское море проходя через зону плавней и лиманов. Истоки рек находятся на водоразделе с бассейном реки Кубань. Река Ея с притоком Куго-Ея и река Калалы берут начало из родников, выклинивающихся из-под склонов балок, расположенных с западной стороны Ставропольской возвышенности

К физико-географическим факторам, влияющим на формирование стока рек относятся: геологическое строение территории, геоморфологические факторы, озёрность, почвенный и растительный покров и конечно климат.

1.1 Геологические факторы формирования степных рек

Азово-Кубанская равнина расположена в области погружения герцинского складчатого основания. Ее формирование проходило в позднем плиоцене и в четвертичное время в условиях неравномерных движений, что привело к аккумуляции на её площади континентальных отложений (лёссовых, аллювиальных). Платформенные районы Азово-Кубанской равнины имеют прочный фундамент на глубинах от 1 до 4 тыс. м под их поверхность. Северо-западная окраина равнины подвергалась опусканиям, в результате чего сформировались плавневые районы — Бейсуго-Челбасский и дельты Кубани (современной и древней). Ряд

исследователей считают, что опускание Азовского побережья продолжается и в наше время со скоростью 1-2 мм в год [1].

1.2 Тектонические структуры и их геодинамический режим

Основная часть поверхностных водотоков приурочена к сложной системе линеаментов (линейные и дугообразные элементы рельефа, связанные с глубинными разломами). Не только крупные, но и малые реки тяготеют к тектоническим разломам или флексурам, вертикальное смещение по которым разных блоков земли предопределяет возникновение приподнятых и опущенных бортов долин.

В тектоническом отношении основная часть территории Азово-Кубанской равнины входит в состав Скифской эпигерцинской плиты, которая подразделяется на ряд более мелких структур (Копанско-Ирклиевская зона впадин, Западно-Ставропольская впадина, Каневско-Березанская зона поднятий, Тимашевская ступень и др.). Северо-западная часть территории представляет собой южное окончание Ростовского поднятия Восточно-Европейской платформы, крайняя восточная - охватывает западное окончание Ставропольского свода, южная часть - входит в состав Западно-Кубанского краевого и Восточно-Кубанского прогибов, разделенных Адыгейским выступом.

Глубоко опущенные палеозойские структуры перекрыты мезокайнозойскими отложениями Азово-Кубанской впадины Скифской плиты и Западно-Кубанского (Индоло-Кубанского) передового прогиба. Прогибание территории происходило в течении всего

миоцена и большей части плиоцена. Слабые поднятия охватили восточную часть территории в последние 200 тыс. лет. Локальные структуры Азово-Кубанской впадины очень слабо выражены в современном рельефе: Щербиновская, Ленинградская, Новопокровская зоны локальных поднятий.

Складчатое основание Скифской плиты сложено палеозойскими породами, а осадочный чехол - мезозойскими и кайнозойскими.

Ростовский свод представляет собой пологий приподнятый участок восточного погружения Украинского щита с допалеозойским кристаллическим фундаментом, облекаемым мезокайнозойским чехлом. Кристаллический фундамент относится к карельской фазе складчатости протерозоя и представлен гранито-гнейсовыми отложениями, прорванными гранитоидами, располагается на глубинах от 1450 м на севере до 3000 м на юге, у границы со Скифской плитой.

Границей между Ростовским выступом и Скифской плитой, разделяющей разновозрастные платформы является Бейсугский и Кушевский глубинные разломы.

Неотектоническое строение равнинной части края охарактеризовано по материалам [2]. На основании исследований здесь выделяются площади устойчивых новейших прогибаний, площади испытавшие инверсию в направлении движения, площади слабого регенерированного поднятия и площади устойчивых новейших поднятий.

Площади устойчивых новейших прогибаний подразделяются на площади слабых, умеренных и интенсивных прогибаний.

К структурам слабых новейших прогибаний относятся северные районы Краснодарского края, куда входят Ростовский свод Украинского щита и Платформенный склон умеренных прогибаний Скифской плиты (рисунок 1.1).

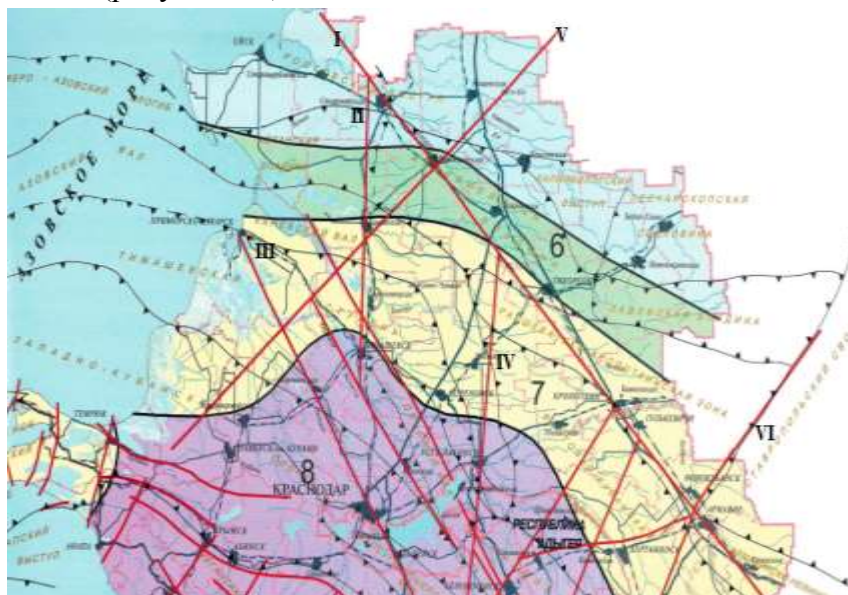


Рисунок.1.1 – Схема размещения новейших структур Краснодарского края [3]. Легенда к схеме

Разрывы	
I -Транскавказский	IV - Усть-Лабинский
II - Канеловский	V - Кущёвский
III – Краснодарский	VI - Западно-Ставропольский

Эта область простирается от берегов Азовского моря на северо-западе до Ставропольского поднятия на

юго-востоке, ограничиваясь на севере Манычским прогибом, а на юге, отделяясь от Западно- и Восточно-Кубанского прогибов, антиклиналями Бейсуго-Челбасской и Алексеевской зонами и Расшеватским поднятием. Протягивается она в широтном направлении на 325 км при максимальной ширине в пределах Краснодарского края 80 км. Наибольшая глубина по подошве верхнего сармата достигает 590 м. Общий уклон днища по подошве верхнего сармата юго-западный.

Главной особенностью строения платформенного склона по отложениям верхнего молассового чехла является подавляющее развитие слабонаклоненных плосковогнутых впадин разного размера и конфигурации, в разной мере изолированных и осложненных малоамплитудными валлообразными поднятиями и зонами нарушений. Большую среднюю часть занимает обширная Ковалеровская депрессия, которая протяженным Сальским выступом изолирована от Егорлыкской впадины, расположенной юго-восточнее.

К области умеренных прогибаний относится Восточно-Кубанский краевой прогиб (находится за пределами бассейнов степных рек). Он является непосредственным восточным продолжением Западно-Кубанского краевого прогиба и прослеживается в субширотном направлении от Усть-Лабинского разлома на западе до Минераловодского выступа в районе Пятигорья.

К области интенсивных прогибаний относится Западно-Кубанский краевой прогиб. Он находится к северу

от зоны предгорий Западного Кавказа, отделенный долгоживущей шовной зоной Ахтырского краевого разлома и является восточным флангом обширного Индоло-Кубанского передового прогиба. Прогиб прослеживается в субширотном направлении от Усть-Лабинского разлома на востоке до береговой зоны Азовского моря на западе на 260 км, имея ширину на меридиане г. Краснодара около 135 км. Наибольшая известная глубина прогибания по подошве верхнего сармата достигает 1492 м. Здесь же зафиксирована наибольшая глубина палеозойского фундамента - 12 км, максимальные мощности, наиболее глубоководные фации и преимущественно глинистый состав осадков всей молассовой серии.

Единая в начале новейшего времени депрессия, разросшаяся в северном направлении, в результате вовлечения в прогибание части платформенного склона, к настоящему времени перестала существовать как седиментационный бассейн, сохранив зоны аккумуляции лишь на локальных участках, например, в дельте Кубани

Наиболее крупными разломами, пересекающими Западно-Кубанский краевой прогиб, являются субмеридиональные Усть-Лабинский и Канеловский, северо-западный Краснодарский, северо-восточная Куцевская зона смятия.

К регенерированным поднятиям отнесены структуры, характеризующиеся особо сложной историей развития с неоднократной сменой тектонического режима. В эту группу включены как регенерированные

многофазовые поднятия, так и повторно-инверсионные - Расшеватское поднятие и Сальский выступ.

К площадям устойчивых новейших поднятий относятся Бейсуго-Челбасская и Алексеевская антиклинальные зоны.

Бейсуго-Челбасская антиклинальная зона (Каневский вал) простирается по азимуту 302° на 155 км, ширина изменяется от 2-3 км до 15 км. Характеризуется наиболее высокой скоростью воздымания, которое продолжается и в настоящее время.

Алексеевская зона выявлена геофизическими методами и бурением при производстве нефтепоисковых работ. Зона прослеживается вдоль юго-западного крыла Транскавказского разлома до 100 км, достигая ширины около 20 км. Выражается амплитудой в кровле мезозоя до 85 м. Со стороны противоположного крыла зона на протяжении 70 км ограничена Приразломной грабен-синклиналью.

В пределах восточного побережья открытой части Азовского моря степные реки развиваются в разных тектонических условиях [4]. Река Ея протекает по долине, заложенной по Ейскому разлому, отделяющему структуры Скифской плиты от периферии Ростовского свода. Восточнее этого разлома располагается Сазальникско-Николаевский блок, испытывающий воздымание гораздо более активное, чем водосборная площадь р. Чумбур и левый борт Ейского лимана, в пределах которого расположен г. Ейск. Юго-западнее Ейского разлома, в пределах южной части Ейского полуострова, находится зона взаимодействия структур Русской платформы и

Скифской эпигерцинской плиты. В развитии озерно-лиманной системы и речной сети этой части побережья определяющую роль сыграли субширотные структуры Скифской плиты – Ясенско-Ленинградская антиклиналь, Копанская синклиналь и Каневско-Березанский вал. Разный тектонический режим этих структур predetermined в прошлом заложение Бейсугского лимана и характер строения речных долин и устьев рек Бейсуг, Ясени, Челбас.

Анализ старинных карт позволил выявить интересную особенность развития нижней части долины реки Ея. Вероятно, в прошлом тектоническое воздымание правого борта долины реки было не столь хорошо выраженным или вообще не сказывалось, что способствовало смещению основного речного потока к правому борту. Именно здесь сформировалась и основная часть грядово-ложбинного рельефа, в развитии которого аллювий р. Ея принимал непосредственное участие. Это геоморфологическое образование в прошлом фактически являлось конусом выноса. Н.Я. Данилевский [5], обследуя в 1866 г. устьевую зону р. Ея, отметил, что население возникшего здесь с. Николаевка разместило свои дома на ракушечных грядах, тогда как улицы пролегали по межваловым понижениям, выполненным речным аллювием.

По сведениям историков, в XVI-XVII вв. донские казаки проходили на стругах с осадкой 0,5-0,7 реке 1 м от устья вверх по р. Ея вплоть до притока р. Сосыка. В это время и позже турецкие фелюги с осадкой 1-1,2 м поднимались на 5-10 км вверх от устья Еи. На российских

морских картах съемок 1833 г. и 1850 г. показан фарватер для прохода судов через Ейский лиман до устья р. Ея. Следовательно, по крайней мере в этот период нижняя часть реки была судоходна. Однако уже в конце 1970-х гг. глубина в нижней части реки редко превышала 0,7-1 м.

Скорее всего, в конце XIX-XX вв. произошло изменение тектонического фона развития нижней части р. Ея. Еще в начале XIX в. существовало два полноценных рукава реки. Однако уже на картах послевоенного периода показано перераспределение стока, который сосредоточился в основном в пределах юго-западного рукава, именуемого Пашковка. Вероятно, сосредоточение стока в пределах южного борта долины и устья произошло в результате медленного, но устойчивого «шарнирного» перекоса вершины лимана относительно разлома, по которому заложена долина и который сечет Ейский лиман по линии «устье реки – остров Ейский – Песчаные острова». Тенденция воздымания восточной части дна и берега Ейского лимана, по сравнению с западной, выявлена на основе анализа схемы деформации рельефа его котловины.

Озеро Ханское располагается в пределах естественной депрессии, приуроченной к Копанской синклинали. Разлом, с севера контролирующий синклиналь, отчасти предопределил пространственное положение некоторых участков побережья озера. Так, северо-западный лиманно-лагунный фланг котловины, расположенный между х. Шиловка – устьем р. Ясени и пос. Ясенская Переправа, с севера ограничен береговым уступом, по простиранию совпадающим с этим разломом.

Отмеченный разлом отделяет Ясенско-Ленинградскую антиклиналь от Копанской синклинали и простирается на восток по крайней мере до лимана Сладкого. Большая, чем на других участках глубина залегания коренного фундамента и значительная мощность осадочной толщи, содержащей как водоносные, так и водонепроницаемые горизонты, способствовали длительной эволюции в обширной лиманно-лагунной системы в низовьях рек Мигута, Челбас и Бейсуг. Северо-восточный участок берега озера, преимущественно абразионно-обвальный, развивается внутри синклинали и, насколько известно, не контролируется разломом.

Юго-западный, аккумулятивный, берег озера Ханское в основном приурочен к разлому, отделяющему Копанскую синклинали от Каневско-Березанского вала. Для антиклинальной структуры вала характерна, в отличие от синклинали, тенденция к воздыманию подстилающих коренных пород. Факт воздымания выявлен повторными высокоточными геодезическими измерениями, проводившимися в СССР в 1960-е гг. под руководством член-корреспондента АН СССР Ю.А. Мещерякова [6].). Если в пределах северо-западного кута Ханского озера выявлены темпы опускания 1,6 мм/г, то в вершине Бейсугского лимана с устьем р. Бейсуг – 0,5-1,0 мм/г. Юго-западная часть Бейсугского лимана подвержена воздыманию с темпом локально до 2 мм/г. Д.Г. Панов и Ю.П. Хрусталеv [7] предполагали, что в пределах устьевой зоны рек Челбас, Мигута и Бейсуг в последние несколько сот лет были развиты отрицательные тектонические движения с темпом 1-2 мм/г. Для большинства подобных

структур геоморфологами выявляются пульсирующие вертикальные тектонические движения [8]. То есть периоды воздымания, исчисляющиеся от 15-20 до 30-40 лет, могут сменяться периодами устойчивого опускания.

Указанные авторы пришли к выводу, что существуют крупные морфоструктурные регионы, в пределах которых вертикальные движения берегов характеризуются определенной синхронной изменчивостью. К таковым они отнесли участок восточного побережья Азовского моря, включающий северный берег Таганрогского залива, вплоть до г. Таганрога, Ейский полуостров с территорией г. Ейска и берега Ейского лимана, юго-восточное побережье моря, включая г. Приморско-Ахтарск и г. Темрюк. Причем максимальное значение скоростей тектонических движений как в фазах подъема, так и в фазах опускания приходится как раз на участок побережья между оз. Ханским, лим. Бейсугским и южной окраиной г. Приморско-Ахтарска. Подтверждает это мнение сопоставление среднегодовых темпов нисходящих тектонических движений в 1950-1970-е гг.: Ейск – минус 0,68 мм/г, Приморско-Ахтарск – минус 1,9 мм/г, Темрюк – минус 1,62 мм/г. Фазы воздымания в пределах восточного побережья предположительно проявлялись в периоды 1898-1926, 1936-1940, 1956-1964 гг., опускания – 1927-1933, 1952-1954, 1966-1975 гг.

Выявленный в середине 1960-х гг. процесс тектонического воздымания дна Бейсугского лимана и ряда обрамляющих его форм рельефа дневной поверхности, вероятно, в последние десятилетия начинает

сменяться процессом опускания. К косвенным признакам такой смены тектонического режима можно отнести внезапное падение уровня и дебита подземных вод в водяных скважинах в 2008-2009 гг. хозяйств южной части Ейского района, запада Каневского и практически по всей площади Приморско-Ахтарского районов, падение уровня многих лиманов, включая и Ахтарские соленые озера (южнее г. Приморско-Ахтарска).

Существенной особенностью геологического строения рассматриваемой территории является возникновение и развитие антиклинальных (купольных) структур... В пределах купольных структур, имеющих облик овалоида с длинной осью, ориентированной на север и северо-запад, кровля располагается на отметках 800-1000 м. Купола образуются в результате миграции углеводородов по проницаемым породам. В литологических ловушках возникают зоны с аномальным пластовым давлением, под влиянием которого происходит вертикальная деформация кровли осадочных пород. Система весьма крупных литолого-тектонических ловушек располагается восточнее и юго-восточнее Ханского озера и Бейсугского лимана.

Газоконденсатное месторождение выявлено в пределах купольной структуры, образовавшейся в южной, прикорневой части косы Ясенской и западного фланга Бейсугского лимана. Газ из этого месторождения свыше 40 лет добывается для обеспечения нужд Каневского района. Еще более крупная подобная структура обнаружена южнее лимана Сладкого (у устья рек Челбас и Мигута).

Описанные купольные структуры, для которых характерны положительные (восходящие) тектонические движения земной поверхности, встречаются в пределах нижних и средних частей рассматриваемых степных рек. Они способны серьезно влиять на строение продольных профилей рек, местоположение их притоков, участков разгрузки подземных вод. Наглядно рельефообразующая роль купольных структур прослеживается в береговом обнажении мыса Вылазки (берег Таганрогского залива), располагающегося в 10 км западнее г. Ейска. Под влиянием восходящих тектонических движений растущей купольной структуры здесь в толще однородных лессовидных суглинков на дневную поверхность оказалась выдавленной пачка пылеватых песков. Именно ее размыв волнами и течениями способствовал подпитке Ейской косы и образованию аккумулятивного тела у западного мола порта после завершения его строительства в 1904 г.

Рассматриваемый район Азово-Кубанской пластовой равнины выделяется высокой геодинамической активностью. За период с 1834 по 1963 гг. в пределах средней части течения р. Бейсуг и отчасти Челбас выявлена зона семи-шестибалльных землетрясений [9]. Территория характеризуется сейсмичностью 6-8 баллов по шкале MSK-64.

В литературе не отражены сведения о большинстве этих катастрофических событий. Лишь И.Н. Ярославцеву [10] удалось собрать более или менее детальные данные о локальных особенностях Кубанского землетрясения 19.04.1926 г. В частности, по его представлениям, центр землетрясения силой 7-8 баллов по шкале Росси-Фореля

располагался в средней части течения р. Челбас и р. Бейсуг (ст. Новорождественская, Иркиевская и Переясловская). Юго-западнее и южнее находились два других очага с такой же интенсивностью. На участке между ст. Новоминская и ст. Бриньковская проявилась сравнительно меньшая сила земных толчков- 5-6 баллов. И.Н. Ярославцев отмечает, что Кубанское землетрясение 1926 г. охватило территорию площадью 60 тыс.км², а Ейское землетрясений 1902 г. – 900 км². Согласно опросным сведениям местных жителей, в Ейске при землетрясении 1926 г. от нескольких сильных подземных толчков многие здания дали трещины. В ст. Бриньковской (устье р. Бейсуг) наблюдалось открывание дверей, растрескивание стен, на лимане поднялась сильная буря. Сходные описания дают жители Малобейсугского хутора. Причем есть свидетельства, что после землетрясения вода в колодцах поднялась на 0,4 м, а в новых колодцах, выкопанных тотчас после землетрясения, вода оказалась на 1,5 м выше обычного уровня.

Таким образом, геологическое строение и тектонические процессы, происходящие на территории Азово-Кубанской равнины, влияют на гидродинамические факторы формирования стока рек в историческом цикле.

1.3 Геоморфология

Территории степных рек Краснодарского края полностью располагаются в пределах Приазовско-Кубанской геоморфологической области Южнорусской провинции (Азово-Черноморской подпровинции). Очертания современных форм рельефа изыскиваемой территории во многом определяются литологическим

составом и тектоникой до четвертичных отложений. Важнейшими факторами формирования рельефа района являются процессы речной, ветровой и водной денудации, развивающейся весьма активно в связи с интенсивными новейшими тектоническими движениями, колебаниями уровня воды в водных объектах (реки, Азовское море) и своеобразной климатической обстановки.

В пределах Приазово-Кубанской низменности сформированы два основных геоморфологических образования:

1- аккумулятивно-эрозионная лёссовая плиоцен-четвертичная равнина на субстрате скифских глин, на территории которой расположены бассейны рек Ея, Челбас, Бейсуг Ясени и участки рек Калалы, Эльбузд, Рассыпная. ;

2- аллювиально-аккумулятивная лёссовая равнина правобережных террас реки Кубань, на территории которой расположены бассейны рек Кирпили и Понура.

Аккумулятивно-эрозионная лёссовая плиоцен-четвертичная равнина характеризуются высотами от 10 до 200 метров н.у.м., и занимают большую часть Азово-Кубанской низменности. Эта равнина сформировалась в условиях медленного прогибания, сменившегося в четвертичное время слабым поднятием. Основание составляет толща среднеплиоценовых и верхнеплиоценовых пресноводных отложений, представленные пестроцветными глинами и песками с прослоями гравия. Пресноводные отложения перекрыты четвертичными глинами и суглинками лессовидного характера мощностью до 20 – 50 м.

Лёсовые равнины Азово-Кубанской низменности расчленяются долинами рек и многочисленными балками. Они обычно очень широкие, с уплощенными склонами, заложены в толще покровных суглинков, но на отдельных участках углубляются до уровня залегания «скифских» красных глин. В долинах отчетливо выражена пойма, которая местами, особенно в низовьях рек, сильно заболочена. На их склонах прослеживаются верхне- и среднечетвертичные террасы, сложенные, так же как и современная пойма, суглинками и песками. На ровных пространствах междуречий встречаются небольшие понижения типа стоковых ложбин и плоских западин.

Южная часть Азово-Кубанской равнины геоморфологически представляет ***аллювиально-аккумулятивную равнину с покровом лёссов*** и занимает пространства между р. Бейсуг и широтным отрезком р. Кубань. Их формирование связано с четко определившимся в раннечетвертичное время северо-западным направлением р. Кубань. Под лёсовидными суглинками здесь залегает горизонт разнородных песков нижнечетвертичной террасы р. Кубань, которая переходит на правый берег в районе г. Кропоткина и прослеживается до Ахтарского лимана Азовского моря. К западу, в направлении дельты реки Кубань, поверхность этой террасы через слабо выраженный в рельефе уступ переходит в средне- и верхнечетвертичные террасы низовий Кубани. Последние выходят из пределов ее долины в районе г. Краснодар и прослеживаются по междуречьям несколько севернее устья р. Кирпили.

Лёссовые грунты характеризуются просадочными явлениями, что вызывает наличие на территории речных бассейнов замкнутых бессточных понижений. Бессточные понижения вызваны как формированием территории в голоцене, связанное с понижением уровня Азовского моря, так и в результате просадки лёссовых грунтов в период многоводных циклов (по количеству выпавших осадков). Просадка лёссовых грунтов и, как следствие, почвенного покрова над этими участками происходила в результате их уплотнения при высоком стоянии грунтовых вод и при их переувлажнению фильтрационными водами.

Просадочность лёссовых пород обусловлена наличием в них водорастворимых компонентов: гипса, карбонатов, легкорастворимых солей и коллоидных веществ в состоянии геля.

Бессточные понижения (блюдца) наблюдаются практически на водосборных площадях всех степных рек. Глубина этих понижений составляет 0,5 – 5 м, а площадь достигает нескольких сот гектар [11]. Наличие бессточных участков снижает приток поверхностной и грунтовой воды в речную сеть.

Характерной особенностью лёссовидных отложений являются светлая палево-бурая окраска и своеобразная текстура с вертикальными канальцами - макропорами, отсутствие слоистости. Отложения сложены лёгкими, средними и тяжёлыми суглинками. Окраска отложений связана с налётами окислов железа и марганца, а также содержания большого количества карбонатов [12].

Благодаря наличию преимущественно вертикальных пор лёссовидные породы обладают

различной водопроницаемостью в вертикальном и горизонтальном направлениях. Если в вертикальном направлении породы промачиваются на глубину 1 м в сутки, то в горизонтальном всего на 0,02 м в сутки, а нередко и менее. Поэтому латеральное движение почвенно-грунтовых вод в толще лёссовидных пород происходит очень медленно. Содержание CaCO_3 колеблется в широких пределах 4-16 %.

В составе фракций гранулометрического состава преобладают фракции крупной пыли (40 - 50%) и ила (34,5 - 39,4 %), содержание песка незначительно (2-12%).

В связи с высокой порозностью и значительной карбонатностью, породы предрасположены к просадочным явлениям, проявляющимся при орошении или при переувлажнении пород. В междуречье рек Челбас и Бейсуг и севернее г. Усть-Лабинска, при мощности лёссовых пород 20-50 м с преобладанием пылеватых и глинистых фракций, величина просадочных деформаций составляет 15-50 см.

Территории Краснодарского края, в пределах которых зарегистрированы процессы проседания грунтов показаны на рисунке 1.2.

Как следует из представленного материала, просадочные явления наблюдаются на водосборной площади всех степных рек. Наиболее крупные западины (поды) наблюдаются в северной части Каневского и Брюховецкого районов. Глубина этих понижений составляет 0,5 – 5 м, а площадь достигает нескольких сот гектар. Формы подовых понижений довольно разнообразны, однако преобладающими являются

вытянутые ковшеобразной формы с единственным локальным днищем, сопряжённым с участком склона повышенной крутизны.



Рисунок 1.2 – Просадочные явления в пределах территории Краснодарского края (по материалам ГУП «Кубанская краевая научно-производственная компания минеральных ресурсов и геоэкологии «Кубаньгеология», Краснодар, 2007)

Замкнутые понижения рельефа центральной части Азово-Кубанской равнины (Динской, Тимашевский, основная часть Брюховецкого, юго-западная часть Калининского районов и пригородная зона города

Краснодара). Блюдца, образовались вследствие просадки грунтов под влиянием естественного увлажнения и частично в результате антропогенных факторов, в частности перегораживания естественных понижений (лощин) дорогами и лесополосами. Форма блюдец весьма разнообразна (округлые, вытянутые, гантелеобразные, амёбовидные), их площадь изменяется от 0,5 до 100 га (редко до 180 га), глубина от 0,3 до 2,0 м. На водораздельной территории со слабовыраженным эрозионным рельефом отрицательными элементами рельефа являются балки с разветвлённой сетью притоков. Геоморфологический облик территории распространения низменно-западных агроландшафтов не является вполне сформировавшимся и стабильным во времени.

В современных условиях слабого проявления новейших тектонических движений и значительной длительности движений одного знака (опускание или поднятие) основными факторами рельефообразования являются суффозионно-просадочные процессы, пусковым механизмом которых может служить хозяйственная деятельность человека. В связи с этим бессточные понижения по генезису можно разделить на два вида. Одни из них имеют естественный (геолого-геоморфологический) генезис и являются отражением палеорельефа, другая их часть возникла в настоящее время под влиянием сельскохозяйственного использования земель.

Происхождение первых связывают с формированием современной поверхности данной территории в голоцене и завершившемся уже в историческое время. В общих чертах этот процесс

заключается в отступлении моря и заполнении осушенной поверхности лёссовидными отложениями.

1.3 Ландшафты

В физико-географическом отношении Азово-Кубанская равнина характеризуется равнинным рельефом, и умеренно-континентальным климатом. На её территории выделяются следующие виды ландшафтов: равнинные степные ландшафты, дельтово-плавневые ландшафты, долинные ландшафты, ландшафты поселений и рекреационные ландшафты.

Равнинные степные сельскохозяйственные ландшафты занимают большую часть территории. Современное состояние степных ландшафтов является результатом длительного хозяйственного воздействия человека. Ландшафты сформированы на лёссовидных, преимущественно элювиально-делювиальных отложениях с распаханными злаково-разнотравными степями на черноземах обыкновенных разной мощности и гумусированности в сочетании с солонцеватыми луговыми и лугово-черноземными почвами. Расчлененность территории речной и овражно-балочной сетью – 0,05 км/км².

Степень распаханности территории превышает 85%. что привело почти к полному уничтожению естественного покрова и перестройке биологического круговорота. Косвенным, но весьма существенным следствием распашки явились водная и ветровая эрозии, а также дегумификация почв.

Дельтово-плавневые ландшафты сформировались в низовьях всех степных рек.. Здесь

распространены гидроморфные и субгидроморфные болотистые, солонцевато-солончаковые, луговые ландшафты; среди них преобладает дельтово-плавневый с лугово-болотными плавневыми комплексами на торфяно-и перегнойно-глеевых и лугово-черноземных почвах, на плоской низменной в значительной мере заболоченной равнине.

Территория характеризуется обилием водоемов (лиманов, озер), связанных между собой многочисленными каналами. Ниже станицы Каневской, река Челбас образует ряд небольших лиманов (Круглый, Средний и др.) и озер, смыкающихся через плавни с так называемыми Челбасскими лиманами (Сладкий, Горький и Кущеватый). Посредством Челбасского гирла и искусственно прорытого в 1962 году канала протяженностью 4970 м осуществляется связь лиманов с Бейсугским лиманом и Азовским морем. Дельты рек Ея, Бейсуг, Челбас, Кирпили, Понура, сильно заболочены и постепенно переходят в плавни — болотистые высокотравные луга. Основным ландшафтообразующим растением плавневой зоны является тростник обыкновенный, который занимает обширные пространства по берегам водоемов и на переувлажненных землях. Широко распространены куга, особенно куга болотная, и рогоз, образующий большие заросли.

Долинные ландшафты. В долинах степных рек сформировались ландшафты гидроморфные и субгидроморфные болотистые, солонцевато-солончаковые, луговые низменно-равнинные аккумулятивные с пойменными лугами и древесно-кустарниковыми

зарослями на лугово-черноземных и луговых почвах. Ландшафты сложены аллювиальными и аллювиально-лиманными осадками мощностью до 35 м, подстилаемыми аллювиально-морскими иловатыми глинами. Глубина залегания грунтовых вод не более 3 м.

Ширина долин основных степных рек колеблется от 200-500 м в верховьях и среднем течении, до 2-5- км в устьевой зоне. В период отсутствия перегородаживающих сооружений, русла рек занимали относительно небольшую площадь долин. Ширина русел рек в меженный период не превышала 5-20 м. В паводочный период она увеличивалась до 100 – 200 м. В настоящее время ширина водного зеркала составляет от 100 до 300 м и более.

Рекреационные ландшафты. Из природных комплексов находящихся на территории Азово-кубанской равнины, большой интерес представляют древесные насаждения в Челбасском участковом лесничестве (Каневской район). Массив Челбасского леса представляет собой посадки леса в степи в период 1895-1953 гг. на площади 1459 га и находится левом берегу р. Средняя Челбаска. Территория лесного массива является местом постоянного обитания редких для данной местности диких животных и птиц – кабана, куницы, фазана и др.

В нем произрастает свыше 100 видов деревьев и кустарников (дуб, клен, ясень, акация, сосна, орех черный, гледичия, каштан, рябина и др.). Встречаются травянистые растения, занесенные в Красную книгу Краснодарского края (подснежник Воронова, горичвет весенний); много лекарственных растений (девясил, зверобой, пустырник и др.).

На правом берегу р. Челбас у ст Новолатнировской расположена Зелёная роща (ООПТ). Имеет сформированный древостой с преобладанием клена, ясеня, площадь 15,03 га.

Ново-Березанский и Тихорецкий государственные охотничьи заказники, расположенные в бассейнах рек Бейсуг и Ея, были образованы в целях разведения, увеличения численности и охраны наиболее ценных видов диких животных и птиц. В результате интенсивного хозяйственного использования степной зоны Краснодарского края, в том числе и территории заказников, большая часть площадей полностью утратила свой естественный природный ландшафт. Более 85% территории занято сельскохозяйственными угодьями, большая часть которых представляет собой пахотные земли.

Рекреационные зоны существуют практически на всех степных реках вблизи населённых пунктов, на многих из них предоставляются услуги по любительскому рыболовству.

Анализируя в целом природные ландшафты района, можно отметить, что все они в большей или меньшей степени испытывают антропогенное влияние. Наиболее сильное воздействие испытывают прибрежные территории и относительно меньшее – плавни и наземные системы.

Техногенные ландшафты представлены полеводческими агроландшафтами с севооборотом однолетних и многолетних культур. Анализ структуры использования земельных угодий показывает, что осуществляется чрезвычайное давление деятельности

человека на окружающую среду, выражающуюся, прежде всего, в высокой доле распаханых земель. В агроландшафтной системе относительно нетронутыми природными анклавами остались только неудобья (откосы оврагов, заболоченные участки), площадь которых не превышает 1%.

В целом ландшафт можно охарактеризовать, как, степной равнинно-эрозионный с зерново-подсолнечниково-свекловично-кормовым агроценозом на распаханых чернозёмах.

Ландшафт поселений формируется в процессе создания и функционирования городских и сельских поселений. В бассейнах степных рек в основном представлен ландшафт сельских поселений, за исключением урбанизированных ландшафтов городов: Тихорецк, в бассейне р. Челбас, Ейск, (р. Ея), Тимашевск (р. Кирпили) и Кореновск (р. Бейсужек левый).

1.4 Характеристика почвенных условий территории

На формирование водного стока и гидрохимического режима речных вод, оказывают водно-физические и химические свойства почв. Почвы территории Азово-Кубанской равнины относятся к Южно-европейской фации чернозёмов, к провинции западно-предкавказских чернозёмов.

Азово - Кубанскую равнину заполняют лёссовидные суглинки и глины, на которых под воздействием обильной разнотравной растительности и умеренно континентального климата сформировались уникальные западно-предкавказские черноземы следующих подтипов:

- черноземы обыкновенные (карбонатные) малогумусные сверхмощные и мощные;
- черноземы типичные малогумусные сверхмощные
- черноземы выщелоченные мало- и среднегумусные мощные и сверхмощные
- лугово-черноземные (внепойменные).
- луговые и торфяно-глеевые и перегнойно-глеевые (плавневые) почвы.

Данные подтипы почв характеризует большая мощность гумусового горизонта при относительно невысоком содержании гумуса даже в верхнем горизонте. К особенностям условий почвообразования черноземов относятся: малое промерзание почв зимой и формирование в зимний безморозный период промывного режима; длительное активное функционирование почвенной микрофлоры и зоофауны, что предполагает интенсивную минерализацию остатков растительности [13].

Черноземы обыкновенные (карбонатные) слабогумусные сверхмощные и мощные характеризуются гумусностью от 4 до 5%, при мощности гумусовых горизонтов: сверхмощного чернозема около 1,5 м; мощного чернозема – 1,2 м, что определяет высокий уровень накопления органических веществ (300-600 т/га). С присутствием CaCO_3 связана слабощелочная реакция среды (рН 8,1-8,4) верхних горизонтов. В нижних горизонтах реакция среды щелочная и сильнощелочная.

Хорошая оструктуренность почв создает благоприятные водно-воздушные свойства: плотность почвы (объемная масса) пахотных горизонтов 1,00-1,20 г/см³, общая скважность – 50-60%, предельно-полевая

влагоемкость (ППВ) в 2 метровом слое около 640 мм. Скорость первоначального впитывания осадков обыкновенных черноземов очень значительна и колеблется от 100 до 300 мм/час, коэффициент фильтрации около 1 м/сут.

Разновидности этих почв распространены в бассейнах степных рек: Ея, Челбас, Эльбuzд, Ясени, Калалы, Сингили в нижнем течении рек Бейсуг, Кирпили, Понура. Сверхмощные черноземы приурочены к водоразделам рек, мощные разности приурочены к склонам долин и балок.

В черноземах типичных, при сравнительно невысоком содержании органических веществ (4,0-4,8%), гумусонакопление охватывает мощную толщу материнской породы. Величина гумусового горизонта превышает 150 см. Встречаются выщелоченные черноземы с горизонтом А + В до 180-190 см. При такой мощности гумусовой толщи запасы гумуса составляют 550-730 т/га. Реакция среды - рН 7,2-7,8.

Плотность пахотного горизонта почвы – 1,20 г/см³, в конце почвенного профиля - 1,40 г/см³. Общая скважность почвы - 50-53%, предельно-полевая влагоемкость (ППВ) в 2 метровом слое около 700 мм, коэффициент фильтрации 0,5-0,7 м/сут.

Подтип почв распространен в верхнем и среднем течении левобережных притоков реки Бейсуг, на водосборной площади притоков реки Кирпили и верхнем течении р. Понура. коэффициент фильтрации 0,5-0,7 м/сут.

Черноземы выщелоченные мало- и среднегумусные мощные и сверхмощные распространены в бассейнах

степных рек незначительно, только в верховьях рек Кочеты (притоки р. Кирпили).

Физические свойства этих почв несколько хуже, чем у типичных черноземов. Они более плотные, их плотность в пахотном горизонте достигает 1,20 - 1,30 г/см³, в подпахотном нередко достигает 1,40 г/см³. Содержание гумуса колеблется от 4% у малогумусных, до 7% у среднегумусных почв. Реакция среды - рН 7,1-7,5. Предельно-полевая влагоемкость (ППВ) в 2 метровом слое около 600 мм Коэффициент фильтрации менее 0,5 м/сут.

Лугово-черноземные (внепойменные) почвы формируются в замкнутых понижениях, западинах на приводораздельных, водораздельных (плакорных) участках [11]. Они относятся к полугидроморфным аналогам черноземов и вкраплены отдельными участками на территориях распространения черноземов. Мощность гумусового горизонта составляет 1-1,4 м, содержание гумуса не превышает 4%, реакция почвенной среды нейтральная рН 6,2-7,0, водопроницаемость низкая, коэффициент фильтрации менее 0,3 м/сут. Наличие в профиле уплотненного горизонта на глубине 60-120 см, снижает объемы фильтрационных вод, поступающих в грунтовые воды и при обильных осадках, вызывает подтопление территорий.

Причиной формирования замкнутых понижений является суффозионный просадочный процесс в подстилающей лёссовидной тоще.

Луговые и торфяно-глеевые и перегнойно-глеевые (плавневые) почвы сформированные в устьях степных рек

на формирование жидкого стока и гидрохимического режима влияния не оказывают.

В бассейнах степных рек Краснодарского края основным типом почв являются черноземы обыкновенные, занимающие площадь около 27,5 тыс. км² (80%), типичные черноземы занимают площадь 3,8 тыс.км², выщелоченные черноземы - 1,3 тыс.км², лугово-черноземные - 1,1 тыс.км², почвы сформированные в устьях рек занимают площадь не более 1,0 тыс. км². Распаханность территории составляет 88%.

Немаловажной характеристикой почв, влияющей на формирование жидкого, твердого и химического (ионного) стока в реках, при столь высоком уровне антропогенного влияния, является критерий эрозионной устойчивости земель. Данным критерием предлагается считать массу допустимого смыва почв со склонов, основой которого является скорость восстановления почвенного покрова в результате процессов почвообразования.

Рассматриваемые подтипы почв Азово-Кубанской равнины относятся к категории почв с благоприятными условиями почвообразования (климат, рельеф, растительность) для которых значения допустимого смыва составляют 3-5 т/га в год [14]. В действительности, уклоны водосборных площадей степных рек, в большинстве своем, не превышают 1°, за исключением нижних частей балок и прирусловых склонов долин, где уклоны могут достигать 2-3° [15], поэтому эрозионный смыв с поверхности почв не достигает данной величины. Наибольшей водной эрозии подвержено около 1% площади Ейского полуострова (бассейны рек Ея, Ясени Албаши).

1.5 Подземные воды

Подземные воды, сформированные на территории Азово-Кубанской равнины, являются одним из основных факторов формирования стока степных рек [16].

В гидрогеологическом отношении степная зона Краснодарского края изучена достаточно хорошо, здесь в разные годы проводились исследования разных масштабов – от государственных геолого-гидрогеологических съемок, до специализированных изысканий для целей гидромелиорации [17]. Территория Азово-Кубанской равнины приурочена к Азово-Кубанскому бассейну пластовых напорных вод (АКБПНВ или Азово-Кубанский артезианский бассейн (АКАБ)). С запада он ограничен Азовским морем, Таганрогским заливом и долиной р. Глузский Еланчик. Северная граница совпадает с Новочеркасским глубинным разломом, трассирующимся долиной р. Маныч. Восточная граница проходит по водоразделу Ставропольского сводового поднятия, южная – по системе глубинных разломов, служащих границей между Скифской плитой и антиклинорием Большого Кавказа.

Региональная область питания комплексов и горизонтов АКАБ – северный склон Большого Кавказа и Ставропольское поднятие, области разгрузки - Азовское море, нижние течения рек Кубань, Дон, Маныч и речная сеть степных рек Азово-Кубанской равнины. Подземные воды разгружаются в руслах рек, в долинах - выклиниваются на поверхность в виде родников, а также расходуются на нужды водопотребления, испарения с поверхности почвы при восходящей фильтрации.

Азово-Кубанский артезианский бассейн - структура второго порядка, подпровинция – часть Крымско-Кавказского сложного артезианского бассейна пластовых вод. В бассейне выделяются три гидрогеологические структуры третьего порядка – гидрогеологические районы: Западно-Кубанский (ЗКГР), Восточно-Кубанский (ВКГР) и гидрогеологический район Скифской платформы (ГРСП, которые территориально занимают соответственно юго-западную, юго-восточную и северную части АКАБ. На юго-западе АКАБ Западно-Кубанский бассейн переходит в систему малых артезианских бассейнов Таманского полуострова (СМАБ, область), часть из которых имеет замкнутый характер, а часть гидравлически связаны с ЗКГР

Гидрогеологический разрез АКАБ представлен многослойной системой водоносных комплексов различных стратиграфических подразделений от четвертичного до палеозойского.

К верхнему этажу бассейна отнесена водонапорная система, залегающая выше первого регионального водоупора (толща майкопских глин): 7 водоносных комплексов с порово-пластовыми подземными водами четвертичных, верхнеплиоценовых, куяльницких, киммерийских, понтических, мэотических и верхнесарматских отложений.

В нижнем гидрогеологическом этаже водоносные комплексы залегают ниже толщи майкопских глин. Гидрогеологическая изученность нижнего – слабая, по крайней мере, в области погружения пород, слагающих эту

часть разреза (водоносность их устанавливается по опробованию редких отдельных скважин).

Подземные воды нижнего этажа характеризуются, преимущественно значительной минерализацией: воды докембрия-палеозоя – 27-61 г/дм³ (на глубине 1800-2000 м), триаса - 24 г/дм³ (Каневская площадь, на глубине 1687-1740 м.), верхней юры – 349 г/дм³ (хлоридно-кальциевые воды на глубине 2680 м в районе ст. Ярославской), альба – от 3-15 г/дм³ (Адыгейский выступ) до 70,1 г/дм³ (ст. Ясенская), палеоцена – 25-35 г/дм³ в наиболее глубоких частях бассейна (2000-2500 м).

В пределах верхнего этажа пластовых напорных вод АКАБ основными водоносными комплексами в порядке народнохозяйственной значимости являются:

- верхнеплиоценовый (центральная часть бассейна);
- киммерийский, особенно в северной части бассейна;
- понтический - в северо-восточной части бассейна;
- четвертичный напорный - в долине р. Кубань;
- куяльницкий (центральная часть бассейна);
- мэотический и верхнесарматский - в юго-восточной части АКАБ.

Основные эксплуатационные водоносные комплексы приурочены к средне- верхнеплиоценовым и понтическим пескам, песчаникам и известнякам на глубине 100-500 м. Дебит скважин самоизливом до 2,5 л/с, ср. удельный дебит 0,1- 2,3 л/с. [18]. Воды пресные или маломинерализованные (0,5-1,5 г/л), по составу – HCO_3^- , $\text{HCO}_3^- - \text{SO}_4^{2-}$, $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^-$, $\text{SO}_4^{2-} - \text{Cl}^-$ и Cl^- .

Остальные палео-, мезо- и кайнозойские осадочные водоносные комплексы залегают на большой глубине,

менее водообильны (удельные дебиты 0,01-1,2 л/с) и более минерализованы (от 0,5 до 3-5 г/л и более). Воды нередко термальные (60°C и более).

Водоносный комплекс четвертичных отложений равнинной части АКАБ приурочен к покровным лессовидным суглинкам элювиально-делювиального генезиса; к делювиальным суглинкам, покрывающим склоны водоразделов; к аллювиальным образованиям, слагающим поймы и надпойменные террасы степных рек и крупных балок.

В разрезе отложений водоразделов и их склонов устанавливается 2-3 водоносных слоя, разделенных более плотными разностями суглинков или горизонтами погребенных почв. Общая мощность покровных суглинков на водоразделах достигает 60 м, а на склонах она составляет 30-40 м. Почти повсеместно они подстилаются толщей глин верхнеплиоценового возраста. Воды грунтовые, глубина залегания зависит от рельефа местности и изменяется в среднем от 4-5 до 31.5 м.

В долинах степных рек Ея, Челбас, Бейсуг и др. грунтовые воды находятся на глубине от 0,4 до 9,2 м от поверхности земли. Общее направление грунтового потока в пределах рассматриваемой территории – вдоль рек, непосредственно в долинах поток направлен к руслу реки. Величина уклона зеркала грунтовых вод изменяется от 0,0013‰ до 0,03‰. Водообильность, как суглинков водоразделов, так и аллювиальных отложений рек, низкая. Дебиты скважин и колодцев колеблются в пределах 0,04-0,69 л/с, дебиты родников (на склонах долин и балок) составляют 0,01-0,2 л/с.

Питание грунтовых вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков в пониженных участках рельефа и разгрузки напорных подземных вод из смежных горизонтов. Дренируется водоносный комплекс гидрографической сетью территории.

Химический состав описываемого комплекса разнообразен. В западной части описываемой территории (междуречье Понура – Кирпили – Бейсуг – Челбас) распространены гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые (магниевые, натриевые) грунтовые воды. Причем, к водоразделу приурочены пресные воды с минерализацией до 1 г/дм³. В долинах минерализация грунтовых вод возрастает до 1-3 г/дм³. Севернее этой территории, в междуречье нижних течений рек Челбас - Ея, развиты сульфатно-гидрокарбонатные магниевые-кальциевые воды с минерализацией 1-3 г/дм³-на водоразделах, 3-5 г/дм³ - по долинам рек.

В верховьях р. Бейсуг, Челбас, Ея на водоразделах развиты сульфатные натриевые воды с минерализацией 1-3 г/дм³, иногда до 3-5 г/дм³. В долинах рек – гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые с минерализацией до 1 г/дм³.

В восточной части территории, (бассейны рек Расшеватка, Меклета) на водоразделах развиты хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые воды с минерализацией до 5 г/дм³, в долинах рек - хлоридно-сульфатные натриевые воды с минерализацией 3-5 г/дм³ и более. Используются грунтовые воды индивидуальными колодцами для водопоя скота и хозяйственных нужд.

Водоносный комплекс верхнеплиоценовых отложений имеет широкое распространение в пределах АКАБ и приурочен к переслаивающимся с глинами разнозернистым пескам мощностью до 30 – 40 м.

Формирование латерального подземного потока верхнеплиоценового водоносного комплекса происходит в основном в предгорной части Северо-Западного Кавказа. Уклоны пьезометрической поверхности изменяются для области развития этого комплекса в пределах 0,0085-0,001‰.

Воды напорные, уровни устанавливаются на глубинах от первых метров до 30 – 40 м. Преимущественное направление потока - северо-западное. В области транзита пьезометрические уровни устанавливаются на абсолютных отметках +90 - +5 м (в западной части бассейна) и + 160 - +5 м (в восточной). Разгрузка подземных вод комплекса происходит в грунтовые воды в долинах рек (Кубань, Челбас и другие, частично в Азовском море).

В северной платформенной части АКАБ разрез верхнеплиоценовых отложений либо полностью глинистого состава, либо включает в себя маломощные линзовидные прослои тонкозернистых глинистых песков, водообильность которых составляет десятые и сотые доли л/с. По химическому составу воды здесь сульфатно-гидрокарбонатные магниевые двух и трех компонентные, слабо солоноватые с сухим остатком 1,2-4,6 г/дм³.

В южной части АКАБ верхнеплиоценовый комплекс имеет лучшие гидрогеологические условия. В юго-западной части он залегает в интервале 40-510 м, в

большинстве случаев водовмещающие породы комплекса представлены разномерными песками. Количество водоносных прослоев изменяется по площади от 2-3 до 14-18, уменьшаясь от осевой части Западно-Кубанского прогиба к бортам. Водообильность пород довольно высокая, дебиты скважин составляют 8-40 л/с при понижении 13-40 м.

Воды преимущественно пресные гидрокарбонатные кальциевые, кальциево-натриевые с минерализацией 0,3-0,6 г/дм³ и гидрокарбонатно-сульфатные и натриево-кальциевые воды с минерализацией от 0,5 до 1,0 г/дм³ распространены в области питания и в центральной части бассейна. В прибрежной полосе Азовского моря минерализация их увеличивается до 1,5-2,3 г/дм³, по химическому составу эти воды сульфатно-хлоридные, хлоридно-сульфатные и гидрокарбонатно-хлоридные натриевые.

В юго-восточной части АКАБ отложения описываемого комплекса залегают в интервале 80-220 м. Наиболее водообильными являются отложения, залегающие в самой погруженной этой части территории. Дебиты скважин на этой площади составляют 25-70 л/с при понижении 2-9 м. Здесь к верхнеплиоценовым отложениям отнесены гравийно-галечные отложения, содержащие грунтовые воды.

Наиболее крупными действующими водозаборами, эксплуатирующими верхнеплиоценовый водоносный комплекс, являются Краснодарский, Троицкий, Афицкий и др. с фактическим водоотбором, соответственно, 139,4; 21,0 и 9,3 м³/сутки.

Водоносный комплекс отложений куюльницкого яруса имеет широкое распространение почти на всей территории Азово-Кубанского бассейна пластовых напорных вод и характеризуется большой глинистостью разреза. Водоносными, как правило, являются маломощные прослои тонкозернистых песков, встречающихся на глубинах от 350 до 700 м и достигающих суммарной мощности 20 – 35 м.

Область питания подземных вод куюльницких отложений приурочена к предгорьям Северо-Западного Кавказа, к западным и северо-западным склонам Ставропольского поднятия. Направление потока подземных вод северо-западное, уклон 0,001 - 0,0005‰ . Воды отложений куюльницкого яруса иногда имеют напорный характер.

Воды пёстрые по химическому составу, минерализация от 0,6 до 4 г/дм³, используются для хозяйственно-питьевых целей в Динском, Тимашевском, Калининском, Кореновском, Темрюкском районах. Минерализация воды увеличивается в северо-восточном направлении.

Областью разгрузки является Азовское море и долины рек Дона и Маныча (за пределами края). Абсолютные отметки пьезометрической поверхности в юго-восточной части АКАБ устанавливаются на +30- +120 м. В направлении к Азовскому морю, пьезометрический уровни находятся на абсолютных отметках +15 – 0 м, уклон потока составляет 0,000067 - 0,00017‰.

Водоносный комплекс отложений киммерийского яруса прослеживается от предгорий Кавказа на юге до р.

Маныч – на севере и от побережья Азовского моря – на западе до Ставропольской возвышенности – на востоке. В северном направлении мощность комплекса постепенно сокращается, а разрез становится более песчаным. Основное питание водоносный комплекс получает в южной части бассейна.

Глубина залегания комплекса возрастает от 40 - 100 м на юге бассейна, до 600 - 700 м в центральной его части. Мощность отложений киммерийского яруса увеличивается в северном направлении от десятков метров (до широты городов Тимашевск – Кореновск) до 140-170 м (ст. Ленинградская). Водовмещающими породами являются кварцевые пески в основном мелкозернистые, реже тонко-среднезернистые. Воды напорные, пьезометрические уровни устанавливаются от 20 м и ниже, до 35 м выше устьев скважин.

Водообильность комплекса в южной части АКАБ по данным эксплуатационных скважин на воду довольно высокая. Дебиты скважин в большинстве случаев равны 5-15 л/с при понижениях уровней на 10-30 м. Дебиты самоизливающихся скважин достигают 10-15 л/с.

По минерализации (от 0,3 до 1 г/дм³) и химическому составу воды отличаются разнообразием: гидрокарбонатный кальциевый состав характерен для южной части АКАБ; гидрокарбонатно-сульфатный натриевый – для центральной; гидрокарбонатно-хлоридный и даже хлоридный натриевый – для северной части АКАБ.

Подземные воды киммерийского являются одним из основных, а в северных районах края единственным

источником питьевого и хозяйственного водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий (Каневской, Ленинградский, Куцевский районы). Эксплуатируется комплекс как рассредоточенными, так и централизованными водозаборами с общим расходом более 222,0 тыс. м³/сутки. Наиболее крупными действующими централизованными водозаборами являются: Краснодарский – с расходом более 23,3 тыс. м³/сутки; Ленинградский – 55,6 тыс. м³/сутки и другие.

Водоносный комплекс отложений понтического яруса представлен песчанистыми глинами, детритусовыми песками и ракушечником с суммарной мощностью от 2 до 40 м.

Воды вскрываются на глубинах 60 – 150 м (в южных и северных частях бассейна) с пьезометрическим уровнем ниже поверхности земли на 3 – 65 м. В центральной части воды понтического яруса находятся на глубине 300 – 1200 м и имеют напорный характер, уровень устанавливается на 2 – 30 м выше поверхности земли.

Абсолютные значения уровней подземных вод снижаются в северном и северо-западном направлении от +145 до +10 м. Уклон пьезометрической поверхности в юго-восточной части бассейна составляет 0,004‰, уменьшаясь в северо-западном направлении до 0,0001‰.

Пресные подземные воды (0,3-1,0 г/дм³), сформированы в северо-восточных районах Краснодарского края (Тихорецкий, Кавказский, Гулькевический районы и южнее ст. Павловской). Воды гидрокарбонатного кальциевого и натриевого состава. В восточной части, прилегающей к

склонам Ставропольского поднятия, минерализация подземных вод может достигать 30 г/дм³.

В погруженной юго-западной части бассейна воды имеют хлоридный натриевый состав и минерализацию 1,5-40 г/дм³. В северо-западной части АКАБ распространены воды с минерализацией 5-15 г/дм³ хлоридного натриевого состава.

Подземные воды отложений понтического яруса широко используются в северо-восточной (платформенной) и восточной частях края. Эксплуатируются воды комплекса как одиночными скважинами, так и централизованными водозаборами с общим расходом более 50 тыс. м³/сутки. Наиболее крупные действующие централизованные водозаборы: водозабор г. Тихорецка – 20,0 тыс. м³/сутки.

Водоносный комплекс отложений мэотического яруса занимает в пределах АКАБ несколько меньшую площадь, чем понтический. Его отложения выходят отдельными узкими полосами широтного направления вдоль предгорий Северо-Западного Кавказа и склонов Ставропольского поднятия. Разрез мэотического яруса представлен прослоями тонкозернистых песков, аргиллитами (от 2-3 до 6-10), общей мощностью водовмещающих пород 20 – 80 м. В центральной зоне АКАБ глубина вскрытия песков достигает максимума в 1200 – 1700 м, верхняя часть разреза сложена переслаивающейся толщей глин и кварцевых песков, общей мощностью 150-200 м. Пьезометрический напор над устьями скважин составляет от 6 до 40 м.

Наибольшая мощность осадков мэотического яруса наблюдается в юго-западной части бассейна (где они составляют 420-560 м). На южном крыле общая мощность мэотического яруса изменяется от 440 м до полного выклинивания, на северном крыле она составляет 440-120 м.

Дебиты малочисленных скважин на этот комплекс, расположенных на крайнем юге предгорной части, составляют 2,5-4,4 л/с, при понижении уровня 15-25 м. По химическому составу воды преимущественно гидрокарбонатные натриевые с минерализацией 0,3-0,9 г/дм³.

Основной областью питания характеризуемого комплекса является южная предгорная часть Кавказских гор. Разгрузка подземных вод происходит в западном направлении – в Азовское море.

Эксплуатируется мэотический водоносный комплекс, в основном, одиночными скважинами с общим водоотбором 46 тыс. м³/сутки (города Кропоткин и Белореченск).

Водоносный комплекс отложений верхнесарматского подъяруса_распространен на большей части АКАБ. Глубины его залегания колеблются в бортовых частях бассейна от 100 до 400 м, в наиболее погруженных частях бассейна - 2000-2200 м. В платформенной области АКАБ описываемые отложения залегают на глубинах 170-220 м. Абсолютные отметки пьезометрического уровня изменяются от +520 до +180 м, направление потока северо-западное, величина уклона 0,0012-0,005‰.

В восточной, северо-восточной частях бассейна, подземные воды обладают хорошими питьевыми качествами и поэтому изучены более полно, чем воды западной части, где они имеют довольно высокую минерализацию и непригодны для использования в хозяйственно-питьевых целях.

Водовмещающими породами восточной части территории являются серые кварцевые пески, разномерные, преимущественно мелко-среднезернистые, залегающие в виде прослоев и линз мощностью от 1-4 до 15-40 м. Воды напорные, самоизливающиеся.

В области питания, где отложения комплекса выходят на поверхность, распространены безнапорные воды, залегающие на глубине не более 6 м, которые в балках и долинах рек дренируются многочисленными источниками.

Дебиты их колеблются от 0,01 до 1,0 л/с. Воды здесь от пресных (минерализация 0,3-0,4 г/дм³) до слабосоленых (минерализация 2,5-3,0 г/дм³), по химическому составу они гидрокарбонатные кальциево-натриевые.

Водоносный комплекс используется на водохозяйственные цели в предгорной зоне (города Майкоп, Курганинск, Кропоткин).

Анализ природных гидрогеологических условий верхнего гидродинамического этажа АКАБ и опыт эксплуатации подземных вод в Краснодарском крае позволил установить, что верхний этаж бассейна представляет собой единую гидродинамическую

структуру. В предгорной части преобладает латеральный подземный сток, в платформенной – вертикальный водообмен. Южное предгорье является областью инфильтрационного питания всего бассейна с расходом более 800 тыс. м³/сут, 30% этого притока дренируется гидрографической сетью бассейна р. Кубань, 13% разгружается в Азовское море.

На исследуемой территории разведаны и утверждены запасы пресных подземных вод по 25 МППВ (УМППВ), на равнинной и предгорной частях Краснодарского края. Степень разведанности прогнозных ресурсов (отношение разведанных эксплуатационных запасов к прогнозным ресурсам) составляет 46%.

Подземные воды бассейна интенсивно эксплуатируются многочисленными скважинами для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения, для обводнения при разработке нефтяных месторождений, в качестве промышленных вод, а также в теплоснабжении и бальнеологии; использование естественных ресурсов - 20%, эксплуатационных - свыше 30%.

Рассматривая водообеспеченность населения степной зоны Краснодарского края (таблица:1.1), необходимо отметить, что недостаточно обеспеченным районом является Крыловской район. В остальных районах степной зоны Краснодарского края, подземных водных ресурсов достаточно для обеспечения населения питьевой водой.

Таблица 1.1 – Степень обеспеченности подземными водами с минерализацией до 3,0 г/дм³ муниципальных образований расположенных в бассейнах рек Азовского моря по состоянию на 01.01.2009 г.

№ п/п	Муниципальное образование	Эксплуатационные запасы и прогнозные ресурсы, тыс. м ³ /сут. Qэ	Водопотребность тыс. м ³ /сут,	Степень обеспеченности подземными водами, Кэ (с минерализацией до 3,0 г/дм ³)		
			Всего, П	Надежно обеспеченные $Kэ = \frac{Qэ}{P} > 1,5$	Обеспеченные $Kэ = \frac{Qэ}{P} = 1-1,5$	Недостаточно обеспеченные $Kэ = \frac{Qэ}{P_2} < 1; Q < P_2$
1	2	3	4	5	6	7
1	Брюховецкий	214,49	23,0	9,33(16;21; 77,5)	–	0,73; 0,17<13,0
2	Выселковский	204,88	29,0	7,06(19;27; 58,9)	–	
3	Динской	212,82	50,0	4,26 (43;37;132,8)	–	
4	Ейский	149,75	48,0	3,12 (56;21;72,8)	–	
5	Калининский	178,37	20,5	7,28 (9;24;145,4)	–	
6	Каневской	144,13	55,0	2,62 (50; 38;56,1)	–	
7	Кореновский	238,64	40,0	5,97 (38;26;174,6)	–	
8	Крыловской	10,17	14,0	–	–	
9	Куцевский	51,59	38,0	–	1,36	

10	Ленинградский	206,29	33,0	6,25 (29;24;153,3)	–	-
1	2	3	4	5	6	
11	Новопокровский	111,51	20,0	5,58 6,0;26,0;79,5)	–	
12	Павловский	186,46	30,0	6,22 19;29;136,46)	–	
13	Пр.- Ахтарский	214,74	27,0	7,95 29;14;171,74)	–	–
14	Староминской	41,69	16,0	2,61 (21;5;15,7)	–	–
15	Тбилисский	221,80	32,0	6,93 (26;26;169,8)	–	–
16	Тимашевский	145,16	47,0	3,09 (50;26;69,2)	–	–
17	Тихорецкий	413,24	73,0	5,66(75;42; 96,24)	–	–
18	Усть-Лабинский	228,13	53,0	4,3 (29;56;143,13)	–	
19	Щербиновский	27,03	18,0	–	1,5	

Примечание: 1. Графа № 7 – цифры: перед скобками коэффициент $K_{\text{э}} = \frac{Q_{\text{э}}}{P}$; в скобках с запасом надежности

10% при $K_{\text{э}}=1,6$ расчетная водопотребность в тыс. м³/сут.

1.6 Формирование грунтовых вод

Питание грунтовых вод в бассейнах рек Азовского моря междуречья Кубани и Дона происходит преимущественно инфильтрационным способом. Однако исследования, проведенные Краснодарской комплексной геологической экспедицией [19] дают основания критически отнестись к этой точке зрения и высказать отличное от нее предположение:

Во-первых, среднемноголетняя величина годовой суммы осадков составляет 640 мм, испаряемость – 850 – 1000 мм. Средняя глубина залегания кровли водоносного горизонта 7 – 13 м. от поверхности земли.

Во-вторых, четко выражен междуречный вид режима колебания уровня, сильно растянутые во времени, отражают лишь годовые и многолетние закономерности, годовая амплитуда колебаний 0,18 – 0,44 м. Режим грунтовых вод регулируется соотношением бокового притока и оттока, инфильтрационное питание или полностью отсутствует, или совершенно незначительно.

В-третьих, по инфильтрационной способности грунты зоны аэрации в разрезе неоднородны и содержат серые слабопроницаемые слои, чаще всего горизонтов погребенных почв в их естественном залегании на водоразделах и в переотложенном виде на склонах.

Анализ характера залегания, условий движения, особенностей урвневого режима грунтовых вод, геохимических и гидрогеологических особенностей территории привел к определению, что питание грунтовых вод сосредоточено на локально ограниченных элементах рельефа, аккумулирующих часть местного стока. Такими

элементами могут служить просадочные формы рельефа – бессточные ложбины, осевшие вершины балок и, главным образом, широко разветвленная сеть балок низких порядков с неоформленным руслом, осложняющие поверхность склонов и периферийных частей водораздельных плато. Эти балки имеют вид понижений в рельефе с лоткообразным поперечным профилем шириной 50 – 150 м и протяженностью 1 – 5 км. У бортов нет четкой бортики, они плавно переходят в делювиальный склон.

Практически все балки низших порядков распаиваются под сельскохозяйственные угодья, в связи с чем выделение их на местности сильно затруднено и связано со значительными затратами сил и средств. Однако они очень четко выделяются на аэрофотоснимках, и наиболее рациональным, а часто и единственно доступным способом их картирования является дешифрирование аэрофотоснимков.

Балки с неоформленным руслом более высоких порядков нередко в тальвеге слабо заболочены и покрыты полосками влаголюбивой растительности (осоки, тростника и др.). В период интенсивных паводков и при снеготаянии в долинах балок скапливаются резервные объемы воды в виде подрусловых потоков, имеющих характер верховодки (рисунок 1.2).

Частично эти запасы расходуются на испарение в теплое время года, а основной резерв инфильтруется в постоянный водоносный горизонт. Величина запасов и интенсивность инфильтрации зависят от фильтрационных

свойств пород зоны аэрации и ее мощности.



Рисунок 1.2 – Элементы рельефа формирования грунтовых вод

Оптимальные условия для питания грунтовых вод создаются в тех балках или их частях, в пределах которых мощность зоны аэрации не превышает 4 – 5 м. Наиболее благоприятны в этом отношении верховья балок, где покровные отложения сложены легкими разностями. Лучшие фильтрационные свойства грунтов и более высокие гидравлические уклоны потока обуславливают активный водообмен и формирование маломинерализованных вод. Так, в подрусловых потоках мелких балок формируются пресные воды с минерализацией от 0,3 до 1,5 г/дм³ гидрокарбонатно-сульфатного состава. В нижних частях балок, где

покровные отложения имеют более тяжелый состав и гидравлические уклоны малы, в застойных условиях формируются минерализованные ($2,5 - 5,6 \text{ г/дм}^3$) воды сульфатно-гидрокарбонатного и сульфатного составов.

Несомненно, на формирование химического состава и режима грунтовых вод влияют и другие факторы: состав и состояние почвенного покрова, растительность, характер хозяйственного использования земель, проведение агрохимических и мелиоративных мероприятий и др. Однако основным естественным фоном для них служат геоморфологические условия местности.

Режим грунтовых вод в понижениях рельефа характеризуется подъёмом уровней воды в декабре-феврале и продолжается до мая. Спад уровней на всех глубинах начинается одновременно в конце мая и продолжается до начала сентября.

Зеркало вод до некоторой степени копирует поверхность рельефа. Амплитуда колебаний уровня грунтовых вод изменяется от 0,5 м до 1,5 м. Режим уровней и амплитуда определяется водоносью года и распределением осадков внутри года.

При гидрогеологическом картировании и изысканиях для мелиоративного строительства в первую очередь необходимо тщательное изучение возможных очагов поступления атмосферных и ирригационных вод в водоносные горизонты, их классификация по характеру и степени воздействия на грунтовые воды, влияющих на формирование химического состава поверхностных водных объектов.

2 Климатические факторы формирования стока степных рек

2.1 Основные климатические особенности

Климат больших территорий формируется под воздействием комплекса физико-географических условий, из которых наиболее важными являются солнечная радиация, циркуляция атмосферы и подстилающая поверхность. Сложные физико-географические условия, разнообразие ландшафтов, близость незамерзающих морей и наличие системы высоких хребтов Кавказа вносят изменения в общий перенос воздушных масс и обуславливают большое разнообразие климата на территории края. Здесь можно проследить довольно резкий переход от континентального сухого климата на северо-востоке края до умеренно-континентального климата Прикубанской низменности и тёплого влажного климата предгорий, субтропического на черноморском побережье.

Климат Краснодарского края формируется под воздействием теплого Черного и Азовского морей и Главного Кавказского хребта. Характерной особенностью климата является обилие солнечного света и тепла. Лето длится около пяти месяцев, зима – около трёх. Зима редко бывает устойчивой. Оттепели, когда температура воздуха повышается до 10-15°C, бывают почти ежегодно.

Территория Краснодарского края является местом столкновения различных систем атмосферной циркуляции. В холодную часть года погодные условия определяются влиянием отрога азиатского барического максимума. По

его юго-западной периферии происходит вынос с востока и юго-востока: зимой - малоувлажнённого и очень холодного, а весной – тёплого и сухого воздуха. При этом восточные ветры часто достигают большой силы, а в районе Новороссийска – урагана. В малоснежные зимы и ранней весной эти ветры нередко вызывают пыльные бури, а при снеге – низовые метели.

Другой характерной чертой атмосферной циркуляции в холодный период являются довольно частые выносы масс тёплого воздуха из района Чёрного моря и сопредельных с ним южных стран. Обычно это бывает при выходах, так называемых, южных циклонов, вызывающих обильные осадки и резкие потепления (особенно в предгорной полосе края).

Тёплый период характеризуется преимущественно западно-восточным переносом воздушных масс по периферии полосы высокого давления, что обуславливает устойчиво жаркую погоду. Нередко такая циркуляция нарушается прорывами западных и южных циклонов, вызывающих сильные ливневые осадки с грозами, а иногда и интенсивными градобитиями.

Территория Краснодарского края благодаря своему южному расположению получает много тепла. Продолжительность солнечного сияния на территории Краснодарского края составляет 2200-2400 часов в год. Количество суммарной солнечной радиации, поступающей на равнинную территорию составляет около 117 ккал/см².

Наибольшая сумма температур воздуха за период с температурами выше +10°С на равнинной части составляет 3400-3600°. Продолжительность тёплого периода (с

температурой воздуха выше 0°C) составляет 9-10 месяцев [20]. Климатические особенности лучше всего прослеживаются по сезонам года. Осень на равнинной части края наступает в конце сентября. Начало осени здесь характеризуется устойчиво тёплой солнечной сухой и почти безветренной погодой с умеренно высокими температурами днём и прохладными ночами. Во второй половине октября температура воздуха переходит через 10°C в сторону понижения. Отмечаются первые заморозки. Дожди приобретают обложной характер. В середине ноября происходит устойчивый переход температуры воздуха через 5°C.

Во второй половине декабря температура воздуха переходит через 0° в сторону понижения – наступает зима. В большинстве лет зима короткая (2,5-3 месяца) и неустойчивая.

Самым холодным месяцем является январь. Средняя температура января колеблется от -2,8°C до -4,5°C в северо-восточных районах. В зимний период нередки резкие похолодания, когда минимальная температура воздуха понижается до -20, -25°C. Абсолютный минимум температуры воздуха может достигать -30,-35°, однако вероятность таких температур не превышает 5% (таблица 2.1).

Среди зимы часты оттепели с температурами, доходящими до 5-10° и вызывающие сход снега. Высота снежного покрова на равнинной части края небольшая – 6-10 см. средняя из наибольших высот за зиму составляет 15-30 см. Средняя из наибольших глубин промерзания почвы не превышает за зиму 15-30 см. наибольшая глубина

Таблица 2.1 – Нормы температур по многолетним данным на метеостанциях, расположенных в бассейнах степных рек

Метеостанция	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год
Кущевская	-4,4	-3,6	1,5	9,7	16,4	20,0	23,0	22,2	16,2	9,83	3,2	-1,8	9,4
Староминская	-4,3	-3,7	1,3	9,5	16,4	20,1	23,1	22,4	16,4	10,0	3,2	-1,8	9,4
Сосыка	-4,0	-3,2	1,8	9,7	16,2	19,9	22,9	22,5	16,6	10,3	3,5	-1,6	9,6
Белая Глина	-4,7	-4,1	1,4	9,5	16,0	19,8	22,9	22,4	16,4	9,9	3,0	-2,1	9,2
Каневская	-3,6	-2,7	2,7	10,1	16,4	20,3	23,2	22,5	16,9	10,7	3,9	-0,9	10,0
Тихорецк	-3,8	-3,0	2,3	10,0	16,5	20,2	23,1	22,6	17,0	10,9	4,0	-1,1	9,9
Тимашевск	-2,8	-2,0	3,2	10,5	16,6	20,5	23,3	22,3	16,4	10,5	4,7	-0,3	6,2
Кореновск	-2,8	-2,1	3,2	10,6	16,5	20,2	23,0	22,5	17,2	11,3	4,7	0,2	10,0
Усть-Лабинск	-2,4	-1,4	3,8	10,8	16,6	20,2	23,0	22,74	17,6	11,7	5,0	0,1	10,6

промерзания составляет 50-60 см (в северо-восточных районах до 90-100 см).

Характерной особенностью зимы является большое количество пасмурных дней: всего за холодный период (ноябрь-март) их насчитывается по территории 70-80.

Весна на равнинной части края наступает в конце февраля-первой декаде марта. В середине марта полностью сходит снег с полей. Полное оттаивание почвы наблюдается в феврале-начале марта. Нарастание тепла весной идёт быстро. Через 15 дней после начала весны – в течение марта – температура воздуха переходит через 5°C, а 10-20 апреля через 10°. К этому времени прекращаются заморозки.

Лето наступает в первой половине мая. Лето жаркое и сухое. В середине июня на равнинной части края, температура воздуха переходит через 20° и сохраняется выше этого предела 70-90 дней. Средняя месячная температура воздуха в июле, самом тёплом месяце года составляет 23-24°. Максимальные температуры в этот период могут достигать 35-38°, а в отдельные особо жаркие годы на равнинах 40-43°.

Летние осадки носят преимущественно ливневый характер. Всего за тёплый период выпадает на равнинной территории от 300 до 400 мм; в крайних северо-восточных районах – 250-300 мм..

Характерной особенностью лета является частая повторяемость суховейных явлений. Общее число дней с суховеями составляет на равнинной части края 60-80, в северо-восточных – до 90. Из них 5-10 дней приходится на интенсивные и очень интенсивные. Наиболее часто

суховеи наблюдаются в июле. На черноморском побережье суховеи редки – 10-15 дней за лето в северной части края и только слабой интенсивности.

В летний период в связи с сильным нагреванием подстилающей поверхности увеличивается конвективная облачность и возрастает количество гроз. Грозы наиболее часты в июне (в среднем 6-9 дней за месяц, в предгорьях – до 14 дней). Ливневые дожди часто сопровождаются выпадением града. В отдельные годы за лето может быть 5-6, а в предгорных районах до 8-9 дней с градом. Среднее многолетнее число дней с градом 1-2.

Ветровой режим. В течение всего года над изучаемым районом преобладает широтная циркуляция, особенно хорошо выраженная в холодное полугодие. С осени, вследствие остывания материка, учащающегося стационарирования антициклона над Казахстаном и образования черноморской депрессии, преобладают ветры восточных румбов. Зимой, когда процессы выражены наиболее ярко, наблюдается преобладание восточных ветров и возрастание барических градиентов, которые, в свою очередь, являются причиной увеличения скорости ветра. В зоне наиболее выраженного восточного потока повторяемость ветров восточных румбов возрастает до 60-70%. С наступлением весны увеличивается и повторяемость ветров западной четверти горизонта.

В летний период циркуляция воздушных масс ослаблена. Погода, в основном, формируется за счёт трансформации воздушных масс в медленно движущихся азорских и арктических антициклонах. Особенно ярко процесс выражен во второй половине лета, когда

повторяемость атлантических циклонов резко уменьшается и процессы трансформации воздушных масс становятся преобладающими.

Летом в июле на большей территории преобладают ветры западных румбов. Однако и в этот сезон ветры восточных направлений имеют большую вероятность, а в отдельных частях территории они являются преобладающими в течение всего года. В тёплый период более сухими и жаркими являются ветры восточной четверти горизонта, западные же ветры приносят прохладный и влажный воздух. Для тёплого периода года характерна общая размытость барических полей и уменьшение горизонтальных градиентов давления. Ветры в этот период неустойчивые по направлению, скорость их наименьшая в году (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Повторяемость ветров и штилей для метеостанций расположенных в бассейнах степных рек, %

Метеостанция	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Кущевская	5	18	28	7	4	13	17	8	20
Староминская	6	12	30	8	5	13	18	8	22
Сосыка	6	17	28	8	7	15	12	7	5
Белая Глина	4	18	30	5	4	14	18	7	16
Каневская	5	20	26	6	7	15	13	8	11
Тихорецк	6	16	30	9	5	13	15	6	10
Тимашевск	6	19	26	7	8	14	12	8	5
Кореновск	6	20	28	7	5	13	14	7	12
Усть-Лабинск	6	19	27	9	5	15	12	7	12

На большей части территории наибольшее число дней (7-10) с сильным ветром, более 15 м/с, наблюдается в

декабре, феврале-марте. Летом ураганы менее вероятны. Штормы и ураганы имеют восточное или западное направление. Наиболее продолжительными бывают сильные восточные штормы. В среднем их продолжительность составляет 2-3 дня, а в отдельных случаях - увеличивается до 6-7 дней. Сильные штормы западных румбов менее продолжительны – не более двух дней. Длительность ураганов значительно меньше длительности штормов, она обычно исчисляется часами, а с перерывами может достигать до суток. Зимой сильные штормы нередко сопровождаются интенсивными метелями.

В годовой розе ветров преобладают восточные и северо-восточные ветры, а по сезонам: летом - юго-западные и западные, зимой – восточные и северо-восточные, вызывающие в отдельные годы вымерзание посевов, а при большой скорости – пыльные бури (16-18 дней в году). Весной и летом ветры этих направлений вызывают суховеи (75-80 дней в году). Средняя годовая скорость ветра – 3,8 м/сек, которая усиливается в зимне-весенний период и может достигать до 15 м/сек и более (рисунок 2.1). Весной и летом эти ветры носят характер суховеев, приводя к развитию ветровой эрозии. Наиболее продолжительные суховеи наблюдаются в июле-августе. [21, 22].

Сочетание расчленённого рельефа с сильными восточными северо-восточными ветрами, ливневым характером выпадения осадков привело к развитию в степной зоне края ветровой и слабой водной эрозии почв.

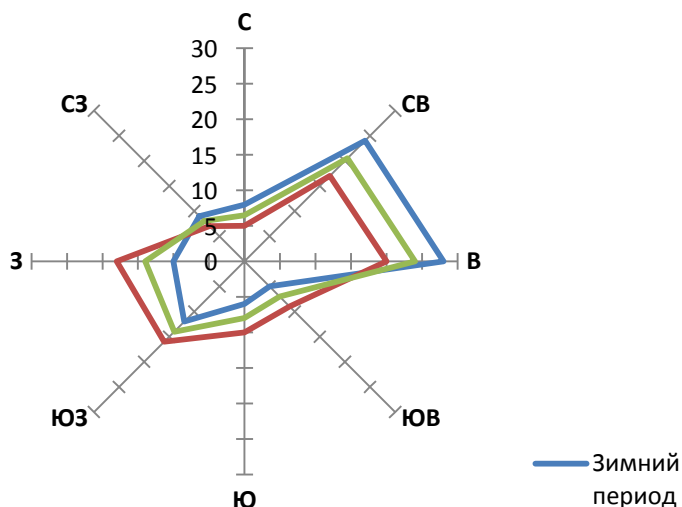


Рисунок 2.1 - Роза ветров степной зоны Краснодарского края

В таблице 2.3 приведены наибольшие скорости ветра различной вероятности на некоторых метеостанциях.

Таблица 2.3 Наибольшие скорости ветра (м/с) различной вероятности

Метеостанция	Скорости ветра (м/сек)				
	1 год	5 лет	10 лет	15 лет	20 лет
Тихорецк	29	33	35	36	37
Тимашевск	20	24	25	26	27
Краснодар	23	27	29	30	31

В таблице 2.4 приведены средние скорости ветра по метеостанциям

В таблице 2.5 приведены вероятности скорости ветра по градациям для степной зоны (по данным МС Кущёвская).

Таблица 2.4– Средняя месячная и годовая скорость ветра, м/с

Метеостанция	Высота флюгера	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Кущевская	10	3,8	4,4	4,4	4,0	3,5	2,8	2,6	2,5	2,4	3,1	3,9	4,0	3,4
Староминская	14	4,0	4,3	4,5	4,0	3,4	2,5	2,5	2,3	2,2	2,8	4,0	4,2	3,4
Сосыка	14	4,4	4,9	4,8	4,4	3,6	3,0	2,9	3,0	2,9	3,4	4,2	4,4	3,8
Белая Глина	12	5,0	5,6	5,3	4,9	4,1	3,2	3,0	3,1	3,0	3,8	4,9	5,2	4,2
Кореновск	10	3,9	4,5	4,8	4,3	3,3	2,8	2,6	2,7	3,1	3,1	4,1	4,0	3,6
Каневская	10	4,3	4,7	5,0	4,5	3,8	3,2	3,1	2,8	2,8	3,3	4,1	4,4	3,8
Тихорецк	10	5,6	6,2	6,4	5,9	4,8	4,2	3,5	3,7	4,0	4,8	5,9	5,9	5,1
Тимашевск	14	4,4	4,8	5,0	4,5	4,1	3,5	3,3	3,3	3,4	3,8	4,2	4,5	4,1
Усть-Лабинск	16	3,4	3,8	4,2	3,9	3,3	2,9	2,8	2,8	2,8	3,2	3,5	3,5	3,3
Краснодар	10,5	2,8	3,2	3,5	3,2	2,9	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,5	2,7	2,7

Таблица 2.5 – Вероятность скорости ветра по градациям (в % от общего числа случаев), метеостанция Кущёвская

Месяц	Скорость, м/сек									
	0-1	2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-20
I	33,0	23,4	17,7	12,0	7,2	2,7	2,4	0,52	0,94	0,10
II	27,6	23,2	18,4	12,8	7,2	3,9	2,8	1,2	2,3	0,57
III	29,9	23,3	18,7	10,4	6,3	3,4	3,4	0,98	3,0	0,59
IV	28,9	24,9	19,9	12,8	5,5	2,5	2,5	0,62	1,9	0,48
V	32,4	26,2	20,4	11,0	6,1	1,9	1,2	0,13	0,63	-
VI	41,6	27,5	17,9	8,6	2,6	0,69	0,55	0,20	0,3	0,03
VII	43,6	27,4	17,5	7,7	3,0	0,31	0,35	0,03	0,21	-
VIII	47,5	24,7	16,3	7,3	2,8	0,6	0,60	0,03	0,16	-
IX	50,4	22,8	14,1	8,5	2,4	1,0	0,62	0,03	0,17	-
X	43,3	21,8	16,1	9,4	5,3	1,1	1,7	0,53	0,80	-
XI	32,2	22,6	17,6	13,2	6,6	2,2	1,7	0,69	2,2	1,0
XII	32,0	24,2	17,1	12,4	5,8	2,7	2,2	1,2	2,2	0,16
Год	37,0	24,3	17,6	10,5	5,0	1,9	1,7	0,51	1,2	0,24

2.2 Влагообеспеченность территории

Одним из основных факторов влияющим на речной сток степных рек является количество выпавших осадков на территорию водосбора, и их распределение в системе почва- грунтовые воды- речной сток. Характеристику увлажнения территории, с учетом выпавших осадков и дефицита влажности воздуха, устанавливают по коэффициенту увлажнения (КУ) [20]. По условиям влагообеспеченности бассейны рек Ея (с притоками Куго-Ея и Сосыка), Ясени, Албаши и Калалы расположены в засушливом районе с КУ менее 0,25. Территории бассейнов остальных степных рек расположены в районе недостаточного увлажнения, $KU = 0,25-0,30$.

Степень насыщения воздуха водяным паром характеризует относительная влажность воздуха. Распределение относительной влажности по рассматриваемой территории определяется температурным режимом и притоком влаги в атмосферу. Относительная влажность воздуха в равнинных районах имеет ярко выраженный годовой ход. Наименьшие её значения отмечаются в июле-августе – 58 %, в отдельные дни могут опускаться до 20-30 %,

Диапазон изменения среднегодовой относительной влажности на территории незначительный 72- 74% (таблица 2.6).

Распределение осадков по территории крайне неравномерное. Годовое количество осадков увеличивается по территории Азово-Кубанской равнины в

направлении с севера на юг и в среднем составляет на большей части 500-600 мм.

Таблица 2.6 – Среднемесячная и годовая относительная влажность воздуха, %

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Кушевская	8	8	8	6	6	6	58	58	6	7	8	8	72
Кореновск	8	8	7	6	6	6	62	61	6	7	8	8	73
Усть-Лабинск	8	8	7	6	6	6	65	63	6	7	8	8	74
Краснодар	8	8	7	6	6	6	64	64	6	7	8	8	73

Осадки выпадают неравномерно, в летнее время выпадает около 58% количества осадков от годовой величины. Недостаточное количество осадков в сочетании с высокими температурами в равнинных районах определяют сухость воздуха и почвы.

В таблице 2.7 представлены данные многолетних наблюдений за количеством осадков на метеостанциях расположенных в бассейнах степных рек.

Таблица 2.7 – Среднее количество осадков, мм

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI-III	IV-X	Год
Кушевская	52	51	42	39	43	64	62	36	32	41	48	60	253	317	570
Кореновск	59	44	41	54	66	83	67	45	49	48	65	69	286	400	686
Усть-Лабинск	60	56	60	54	64	78	60	52	41	56	64	70	310	405	715
Краснодар	56	58	58	54	61	70	63	50	41	57	67	76	315	396	711

2.3 Испарение с водосборной площади

Эффективность осадков в формировании стока в основном зависит от условий их испарения. Значительное

количество осадков не достигает речного русла в результате их аккумуляции в почвенном горизонте и последующем расходовании на испарение с поверхности почвы и транспирацию растениями. Вода поступившая в основное русло реки с временных водотоков (овраги, балки) частично расходуется на испарение с водного зеркала цепочки водоемов, составляющих русла степных рек.

Таким образом, испарение влаги с речных бассейнов складывается из испарения с водной поверхности, поверхности почвы, снега (зимой) и эвапотранспирации (сумма объемов испарения осадков задержанных листовой поверхностью, испарения с почвы под пологом растительности и транспирации растений).

Максимально возможное испарение в данной местности при существующих климатических условиях является величиной теоретической и называется испаряемостью. При этом подразумевается испарение с водной поверхности или с поверхности почвы полностью насыщенной водой. При дефиците влаги в почве испарение с ее поверхности всегда меньше величины испаряемости.

Испаряемость определяется по приборам (испарителям) разнообразной конструкции. Существуют испарители болотные, водные, почвенные. В Краснодарском крае, в системе Гидрометслужбы, наблюдения за испарением с водной поверхности с помощью испарителей проводятся на Краснодарском водохранилище (испаритель площадью 20 м²), и на МС Круглик, г. Краснодар (испаритель ГГИ -3000).

Наблюдения за испарением проводятся в период с апреля по ноябрь.

Средний годовой объем испарения с водной поверхности (испаряемость) за многолетний период составляет 936 мм (МС Круглик) [23]. Максимальное среднее месячное значение испарения наблюдается в июле- 186 мм, минимальное в сентябре -26 мм. В зависимости от сложившихся погодных условий испаряемость может превышать 1000 мм/год. Испаряемость можно рассчитать по данным дефицита влажности воздуха (D) используя формулу Иванова Н.Н. ($E = 0.61 \sum D$) [20]. Согласно расчётам испаряемость на территории Азово-Кубанской равнины изменяется от 870 мм на севере, северо-востоке Краснодарского края, до 830 мм в центральной части (г. Тихорецк), и минимальная в южной части (г. Краснодар) - 800 мм [17]. Разность между испаряемостью и величинами выпадающих осадков составляет 400-500 мм.

Рассмотрим основные две группы расходования воды на испарение с водосборной площади степных рек: 1- испарение с поверхности водоемов; 2 – затраты воды на эвапотранспирацию с водосборной площади.

С учётом средних годовых колебаний уровня воды в зарегулированных реках около 0,7 м, площадь водного зеркала в руслах рек изменяется незначительно, а объёмы испаряющейся воды с водной поверхности, вполне соизмеримы со стоком этих рек, особенно в годы пониженной водности обеспеченностью $P_{75\%}$ который наблюдается в последнее десятилетие (таблица 2.8).

Объём испарения рассчитан при минимальной годовой испаряемости 800 мм, что в 1,5-1,8 раза превышает годовую сумму осадков.

Таблица 2.8 – Испарение с водной поверхности рек бассейна Азовского моря

Река	Объём стока, $P_{75\%}$ млн.м ³	Площадь водной поверхности (без плавней), км ²	Испарение, млн. м ³ /год	Доля от годового стока, % ($P_{75\%}$)
Ея	66,2	117	94	142
Албаши	19,6	20	16	82
Челбас	78,6	69	55	70
Бейсуг	163,0	78	62	38
Кирпили	85,2	62	50	59
Понура	32,2	21	17	53

Потери на испарение с водной поверхности превышают величину годового стока реки Ея в 1,4 раза, для остальных рек испарение составляет 40-70 % от величины стока, в зависимости от водности года. Значительные непроизводительные потери воды на испарение обусловлены малыми глубинами водоёмов, в прудах она не превышает в среднем 0,9 м, в водохранилищах – 2,0 м, что способствует значительному прогреванию слоя воды и созданию дефицита влажности воздуха над водной поверхностью.

Объём расходования влаги с водосборной площади бассейнов степных рек в основном связан с расходованием её на эвапотранспирацию (суммарное водопотребление)

сельскохозяйственными культурами, так как более 85% площади бассейнов степных рек используются для растениеводства.

Необходимо отметить, что на полях с пропашными культурами (кукуруза, свекла), величина испарения с поверхности почвы на 20-30% превышает величину транспирации растений. Под посевами подсолнечника эти величины соизмеримы, а под культурами сплошного сева (озимая пшеница) величина транспирации превышает испарение на 40-50%.

Суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур зависит от водности года. Во влажные годы оно больше, в сухие – меньше (таблица 2.9).

Основной объём влаги поглощается корневой системой растений из верхнего метрового горизонта (до 60%) [24]. В осенний и весенний период происходит расходование влаги на испарение с поверхности оголенной почвы (на площадях не занятых озимыми культурами и многолетними травами).

Таблица 2.9 – Эвапотранспирация сельскохозяйственных культур в годы разной водообеспеченности за период вегетации, мм

Сельскохозяйственная культура	Водообеспеченность, относительно нормы осадков		
	Выше нормы	Норма	Ниже нормы
Кукуруза	493	423	371
Подсолнечник	544	502	380
Озимая пшеница	405	312	262
Сахарная свёкла	509	445	360

Таким образом, суммарное водопотребление сельскохозяйственных культур сравнимо с годовым количеством осадков, т.е. практически все осадки расходуются на эвапотранспирацию.

В связи с этим, можно заключить, что инфильтрационное питание грунтовых вод за счёт осадков на основной площади бассейнов степных рек невозможно, исключая пониженные места рельефа.

2.4 Опасные и неблагоприятные природные явления

К опасным природным явлениям, которые оказывают существенное негативное влияние на экологическое состояние бассейнов рек, относятся: 1 – пыльные бури, привносящие почвенные частицы в русла рек; 2- ледяная корка на водосборной площади, при выпадении жидких осадков в этот период в русла рек поступают взвешенные вещества; 3 – ливни, приводящие к смыву в русла рек взвешенных и химических веществ с береговых склонов..

Свободный доступ с северных районов страны холодного воздуха, а с юга – тёплого, активная циклоническая деятельность приводит к частому возникновению опасных явлений природы: сильных ливней (более 50 мм в сутки), ураганных ветров, пыльных бурь, града и т.п. Ежегодно отмечается по 50-70 таких явлений, приносящих иногда значительный ущерб.

Большую опасность представляют сильные и даже умеренные ветры, когда они наблюдаются продолжительное время и вызывают эрозию почвы и, как следствие, - пыльные бури. Пыльные бури являются одним из основных факторов заиления русел степных рек.

На Кубани пыльные бури чаще всего возникают весной, когда обычно отмечается усиление ветровой деятельности, а почва ещё лишена растительности и находится в разрыхлённом состоянии после обработки. По территории края число дней с пыльной бурей за год возрастает с запада на восток и в среднем составляет от 2-3 дней на западе и юго-западе до 5- дней на востоке и северо-востоке. В поймах рек и долинах, где почва задернована, и ветер ослаблен, число дней с пыльной бурей значительно меньше; исключения составляют долины, направление которых совпадает с направлением ветра. Максимальное число дней с пыльной бурей на западе составляет 5-15, на востоке и северо-востоке – до 20-30. В зимний период пыльные бури сравнительно редки, повторяемость их составляет 10-20 %. В летние месяцы среднее число дней с пыльными бурями снижается на преобладающей территории края до 0,2 и лишь в северо-восточных и восточных районах несколько больше – 0,3-0,8.

Благодаря мощному развитию растительности, препятствующей эрозии почвы, летние пыльные бури большого вреда не наносят. Опасны весенние и зимние пыльные бури.

В тёплую половину года, чаще всего в мае-июне, на территории края отмечается выпадение града, обычно сопровождающегося ливневыми осадками, грозами и иногда шквалистым ветром. Град выпадает полосами, достигающими нескольких километров в длину и тысячи метров в ширину. На преобладающей территории края среднее число дней с градом составляет за тёплый период

1-2,5, наибольшее – 4-12. На увеличение или уменьшение числа случаев выпадения града большое влияние имеет рельеф местности, а также большие водоёмы. В равнинных условиях даже небольшие возвышенности влияют на увеличение числа случаев выпадения града. В предгорных районах этот эффект ещё более усиливается. Сильные дожди и ливни, образующие поверхностный сток, наблюдаются на территории Азово-Кубанской равнины 1 раз в 5-10 лет.

В степной части Краснодарского края последние заморозки в воздухе кончаются обычно 10-20 апреля, Первые заморозки начинаются в основном во 2-3 декаде октября. Однако эти средние даты сильно зависят от местных условий. Форма рельефа и подстилающая поверхность, наличие водоёмов обуславливают изменение этих сроков. В условиях пересечённого рельефа эти изменения могут достигать 20-30 дней. Широкие долины, бугры, южные и восточные склоны всегда теплее других форм рельефа. Наиболее морозоопасными являются различные понижения, котловины, V-образные долины и т.п.

В зимний период неблагоприятными явлениями погоды являются метели и ледяная корка. Среднее число дней с метелью за год в степной части края составляет 7-12. Максимальное число дней с метелью составляет 15-25 (в Сосыке 45, Кущёвской – 31). Средняя продолжительность метелей составляет 6-10 часов.

Число дней с ледяной коркой за год возрастает с запада на восток и в среднем колеблется по территории края от 3 до 12 дней. Максимальное число дней с ледяной

коркой обычно наблюдается в декабре-январе. Характеристика возможных опасных и неблагоприятных природных явлений приведена в таблице 2.10.

2.5 Проявления негативного воздействия вод в степной зоне края

Азово-Кубанская равнина - с юга ограничена долиной Кубани, с запада – побережьем Азовского моря, характеризуется слабым проявлением негативного воздействия вод. Среди видов негативного воздействия вод отмечается затопление и подтопление прибрежных территорий.

Затопление прибрежных территорий имеет исключительно антропогенные причины. Создание прудов и водохранилищ повысило риск затопления прибрежных территорий в случае прорыва дамб. Несогласованный спуск воды во время весеннего половодья, также может приводить к затоплению нижерасположенных участков, Такие явления отмечались на реках Бейсуг и Челбас. Площадь затопления в этих случаях невелика. Ширина затопления у каждого берега колеблется от 5 до 30 - 40 м. Необходимо отметить, что в среднем повторяемость таких наводнений на реках степной зоны Краснодарского края ниже, чем на остальной территории.

Гидрологические явления вызывающие чрезвычайные ситуации (катастрофические наводнения, половодья, паводки) в бассейнах степных рек не отмечены.

Таким образом, одной из основных проблем ГТС на степных реках является их обустройство современными инженерными регулирующими сооружениями, обеспечивающих пропуск расходов 1% обеспеченности,

позволяющих осуществлять промывной режим в руслах для перемещения донных наносов, а также поддерживать уровень воды в целях рекреации. Прежде всего, данные мероприятия необходимо провести на прудах, расположенных на территории населенных пунктов.

Подтопление территории осуществляется грунтовыми водами, первым от поверхности водоносным горизонтом. Глубина их залегания определяется климатическими условиями региона, особенностями геологического строения, геоморфологическими условиями, степенью дренированности территории и другими факторами.

Основной источник питания грунтовых вод – атмосферные осадки. Лишь на сравнительно ограниченных участках существенную роль в питании грунтовых вод приобретает подток из нижележащих водоносных горизонтов и из поверхностных водотоков (в период паводков), а также из поверхностных водоемов. В зависимости от положения уровня подземных вод и глубины заложения коммуникаций и подземных сооружений последние могут оказаться постоянно или временно подтопленными.

При региональном обследовании ЭГП к подтопленным были отнесены земли, где уровень грунтовых вод поднимался до глубины 1,5 м от поверхности.

Подтопление на Азово-Кубанской равнине отмечается в долинах рек и балок (преимущественно в поймах), а также на водоразделах и пологих склонах (в степных блюдцах).

Таблица 2.10 - Характеристика чрезвычайных ситуаций, возникающих на территории бассейнов степных рек Краснодарского края вследствие опасных природных метеорологических, гидрологических и геологических явлений в соответствии с ГОСТ Р 22.1.06-99, Р 22.1.07-99, Р 22.1.08-99

№п/п	Опасные природные явления (источник ЧС)	Зоны (районы), подверженные ОПЯ	Средне многолетняя частота возникновения ЧС (раз в год)	Характеристика возникающих чрезвычайных ситуаций
1	2	3	4	5
Метеорологические явления				
1	Сильный ветер (включая шторм, шквал, ураган) (макс. скорость ветра 25 м/сек. и более). Буря (9-11 баллов, ветер 19-29м/с)	Северные, предгорные районы и Азовское побережье, Районы Черноморского побережья	2-3 раза/год 5 – 7 раз/год	Разрушение построек, повреждение воздушных линий связи, электропередач, повал деревьев (возможно повреждение транспорта, увечья людей); нагон воды (для Азовского побережья – затопление прибрежной территории, населенных пунктов); повреждение сельхозкультур; затруднение в работе транспорта, строительства; перенос почвы, снега.
2	Ураган (12 баллов, ветер более 30м/с)	Все районы края	1 раз в 5-10 лет	
3	Сильный дождь (кол-во осадков 50 мм и более за 12 час и менее.	Северные районы	1 раз в 5-8 лет	Затопление территорий и населенных пунктов, подъем уровней воды в реках до опасных отметок и выше (возможно катастрофическое наводнение), нарушения в работе транспорта, объектов жизнеобеспечения, человеческие жертвы
4	Ливень (кол-во осадков 30 мм и более за 1 час и менее	Северные районы	1 раз в 5-10 лет	
5	Сильный снегопад (20мм осадков и более за 12 час. и менее)	Северные районы	1 раз в 3-5 лет	Снежные заносы, вызывающие затруднения в работе транспорта, объектов жизнеобеспечения;

6	Сильная метель (скорость 20 м/сек и более в течение 12 час и менее)	Вся территория края, особенно северные и северо-вост. районы	1 раз в 10 -15 лет	Снежные заносы, затруднения в работе транспорта, объектов жизнеобеспечения; повреждение воздушных линий связи и электропередач.
7	Сильный гололед, (диаметр отложения льда на проводах 20 мм и более, при налипании мокрого снега – 35 мм и более)	По всей территории края,	1 раз в 10-15 лет	Обрыв воздушных линий связи, линий электропередач вследствие их обледенений и налипания снега. Затруднение в работе транспорта, аварии на дорогах. Травматизм населения
8	Крупный град (диаметр градин 20 мм и более)	Северные районы Юго-вост. районы	1 раз в 2-3 года 3 случая/год	Повреждение и разрушение строений, сельскохозяйственных культур, гибель животных.
9	Сильные пыльные бури (перенос пыли (песка) при скорости ветра 15 м/с и более, ухудшение видимости до 100 м. и менее)	Северные и предгорные районы	1 раз в 20-30 лет	Повреждение и разрушение построек, линий связи и электропередач; затруднение в работе транспорта; выдувание и засыпание верхнего покрова почвы, посевов.
10	Сильный мороз (температура воздуха у поверхности земли минус 30° С и ниже в течении 5 суток)	Степные районы	1 раз в 10-15 лет	Нарушения в теплоснабжении, затруднения в работе транспорта, обморожения, простудные заболевания людей и животных.
11	Заморозки температура воздуха на поверхности почвы или в приземном слое воздуха (до 1-2 м.) ниже 0°С в теплый период года	Северные и предгорные районы	1 раз в 2-3 года	Повреждение сельскохозяйственных культур
12	Сильный продолжительный туман (видимость 100 м и менее, 12 час и более)	По всей территории края	1 раз в 2-3 года	Затруднение в работе всех видов транспорта, аварии на дорогах.
13	Суховой (сохранение в течение 3-х и более дней температуры воздуха плюс 25°С и выше и относительной влажности воздуха 30% и менее в теплый период года)	Северные районы края	1 раз в 6-10 лет	Тепловой перегрев почвы, воздуха, иссушение почвы. Гибель сельскохозяйственных культур, тепловые удары людей, животных.
Геологические явления и процессы				
14	Землетрясение	По всей территории равнины:7 баллов	1 раз в 11лет 1 раз в 5 лет	Повреждение, разрушение зданий, инженерных коммуникаций, сход оползней, обвалы, возможна гибель людей

Основная площадь подтопленных земель распространена в долинах рек и балок, преимущественно в поймах. Подтопленные земли тянутся полосой вдоль русел рек и балок. Полоса шириной 5-20 м от русла, а также старичные понижения испытывают постоянное подтопление, далее от русла – подтопление временное. По масштабам подтопления выделяются реки Ея, Челбас, Бейсуг и Кирпили. Пойма реки Еи, имеющая ширину от 0,5 до 5 км поражена подтоплением на 50%, пойма реки Челбас, имеющая ширину 0,8-4 км – на 20-60%, пойма Бейсуга, имеющая ширину 2-4 км – на 20-70%, пойма реки Кирпили, имеющая ширину 0,5-2 км – на 50%.

Так, например, в феврале – апреле 1998 года, апреле 2004 г в бассейне р. Бейсуг сложилась чрезвычайная ситуация при прохождении весеннего половодья. Переполнение прудов и водохранилищ из-за недостаточной пропускной способности водопропускных сооружений и угроза разрушения земляных дамб привело к образованию проранов в нескольких плотинах на р. Бейсуг и р. Бейсужек Левый (рисунок 2.2).

В 1998 году прораны были образованы в дамбах и плотинах №242 и №245 (ст. Дядьковская) на р. Бейсужек Левый и №16, №29 (пос. Киновия) и №292^б (лиман Лебяжий) на р. Бейсуг и некоторых других на малых притоках. В результате разрыва плотин была искусственно создана волна прорыва и подтоплены населенные пункты: ст. Брюховецкая, ст. Переясловская, пос. Киновия, хут. Лиманский и другие, а также сельхозугодия.



Рисунок 1.2 – Проран в теле плотины пруда на притоке реки Бейсуг (апрель 2004 г.)

На побережье Азовского моря основным фактором, влияющим на развитие подтопления, является гидрологический режим Азовского моря, когда в период постоянных ветров западных направлений, создаются условия нагона морских волн на прибрежную полосу

Описываемый район протягивается полосой, ширина которой колеблется от 0,5 до 20 км. Увеличивается пораженность подтоплением в области лиманов: Ханского, Кирпильского, Сладкого, Бейсугского. Наиболее далеко заходит влияние гидрологического режима Азовского моря в области дельт рек, впадающих в Азовское море.

Заболачивание не имеет широкого распространения на Азово-Кубанской равнине.

Заболачивание развивается, в основном, по долинам рек и балок, коэффициент пораженности колеблется в пределах 0,3-0,8%. Пораженность заболачиванием пойм рек колеблется в пределах 30-80%. Наиболее сильно

заболочены поймы рек Челбас и Бейсуг. Заболоченность пойм растет от верховьев рек к их устьям, что объясняется естественным подпором, создаваемым водами Азовского моря. Кроме заболачивания по поймам рек в описываемом районе, небольшая часть заболоченных земель расположена в пределах "степных блюдец". Кроме этого, заболачивание наблюдается в результате перегораживания путей поверхностного стока различными инженерными сооружениями (дорогами, дамбами.).

Избыточно увлажненные и заболоченные участки зарастают болотной растительностью (камышом и осокой), здесь идет формирование лугово-болотных почв.

3 Водные объекты

3.1 Основные гидрологические и морфометрические характеристики рек Азово-Кубанской равнины

Реки Азово-Кубанской равнины Краснодарского края включены в Кубанский бассейновый округ и относятся к водохозяйственному участку: 06.01.00 - реки бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона.

Реки восточной части равнины входят в Донской бассейновый округ, водохозяйственный участок 05.01.05.011 - реки бассейна Таганрогского залива от южной границы бассейна р. Дон до северной границы бассейна р. Ея (рисунок 3.1, таблица 3.1).

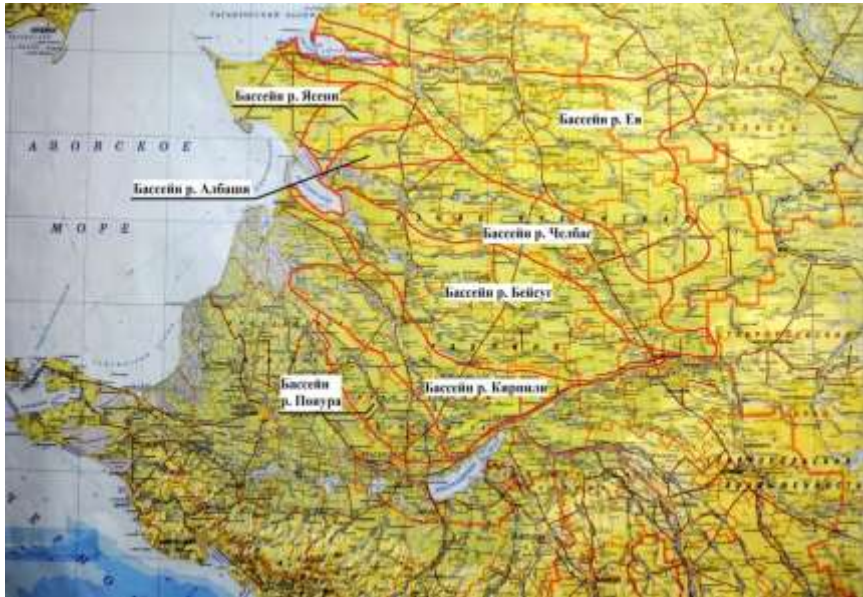


Рисунок 3.1 – Карта-схема бассейнов степных рек междуречья Кубани и Дона

Таблица 3.1 – Гидрографические единицы, входящие в водохозяйственные участки на территории Азово-Кубанской равнины Краснодарского края

Код	Наименование	Водный объект
06.01.00.001	Ея	Водные объекты бассейна Ейского лимана, включая бассейн р. Ея (исток, устье)
06.01.00.002	Бейсуг	Водные объекты бассейна Азовского моря от южной границы бассейна Ейского лимана до южной границы бассейна Бейсугского лимана, включая реки Бейсуг, Челбас (исток, устье)
06.01.00.003	Кирпили	Водные объекты бассейна Азовского моря от южной границы бассейна Бейсугского лимана до северной границы бассейна р. Протока, включая р. Кирпили (исток, устье)
05.01.05.011	На территории Краснодарского края р. Эльбузд, Мокрая Чубурка, Калалы, Меклета	реки бассейна Таганрогского залива от южной границы бассейна р. Дон до северной границы бассейна р. Ея.

Водохозяйственный участок 06.01.00.001

включает бассейн р.Ея (Кущевский, Ново-Покровский районы), длиной 311км, площадью водосбора 8650 км², средний годовой расход воды – 4,32 м³/с.

Крупными правобережными притоками являются реки Куго-Ея (198 км) и Кавалерка (78 км). Слева впадает

наиболее крупный приток – р. Сосыка (Ленинградский район), длиной 159 км и водосборной площадью -2030 км². Русло реки Ея и ее притоков в настоящее время состоит из цепочки многочисленных прудов (733), которые нарушили естественный гидрологический, гидрохимический и гидроморфологический режимы реки. Река впадает в Ейский лиман гидравлически связанный с Таганрогским заливом Азовского моря. Высотное положение бассейна изменяется от 72 м в истоке до 0,4 м в устьевой зоне.

Водохозяйственный участок 06.01.00.002

включает в себя бассейны рек Челбас (Каневский, Ленинградский, Тихорецкий районы) и Бейсуг (Брюховецкий, Выселковский районы). Река Челбас длиной 278 км имеет водосборную площадь 4210 км², средний годовой расход воды - 3,49 м³/с. Наиболее крупные притоки: реки Мигута, Борисовка, Тихонья, Средний Челбас. Цепочка лиманов Сладкий, Горький, Кушеватый и плавней составляет устье реки, которые соединяются Челбасским гирлом с Бейсугским лиманом, гидрологически связанным с Азовским морем. Высотное положение бассейна изменяется от 150 м в истоке до 10 м в устьевой зоне. Общее количество прудов – 250.

Река Бейсуг длиной 249 км имеет водосборную площадь 5840 км², средний годовой расход воды – 8,21 м³/с. Наиболее крупные притоки: реки Южный Бейсужёк и Бейсужёк (правый приток). В устьевой зоне, образуя обширные плавни, река впадает в Бейсугский лиман гидравлически связанный с Азовским морем. Высотное положение бассейна изменяется от 110 м в истоке до 10 м в устьевой зоне. Общее количество прудов – 300.

Водохозяйственный участок 06.01.00.003

включает в себя бассейны рек Кирпили (Кореновский, Усть-Лабинский районы) и Понура (Динской и Красноармейский районы). Река Кирпили имеет площадь водосбора 2270 км², длина 202 км, средний годовой расход воды – 4,29 м³/с. Основным притоком является река Кочеты. В устьевой зоне река теряется в Приазовских плавнях. Высотное положение бассейна изменяется от 80 м в истоке до 8 м в устьевой зоне.

Общее количество прудов – 250. Основным притоком является река Кочеты длиной 81 км, площадью водосбора 909 км².

Бассейны степных рек, впадающих в Азовское море между реками Дон и Кубань, ограничены с севера водоразделом р. Западный Маныч, с востока

водоразделами бассейна Егорлык и склонами Ставропольского плато, с юга водоразделом реки Кубань. Бассейны приазовских степных рек представляют собой широкую с отдельными холмами равнину средней высотой 150 м, понижающуюся к Азовскому морю. Реки Восточного Приазовья в большинстве невелики, маловодны и несудоходны. При впадении в Азовское море образуют лиманы, слабо связанные с морем, а иногда отделенные от него песчаными косами.

Общее количество водотоков в рассматриваемой зоне составляет 472, из них 82 % составляют реки и балки длиной менее 10 км. Суммарная протяженность всех рек составляет 4782 км. Наиболее крупными реками являются Ея, Челбас, Бейсуг, Кирпили, Понура (Таблица).

Таблица 3.2– Характеристики основных рек степной зоны Краснодарского края

№ п/п	Река	Площадь бассейна, км ²	Длина реки, км	Протяженность гидрографической сети на территории края, км
1	Ея	8650	311	1267
2	Албаши	895	64	103
3	Ясени	596	74	95
4	Челбас	4210	278	920
5	Бейсуг	5840	249	879
6	Кирпили	2270	202	827
7	Понура	1075	58	260

В справочных и литературных данных сведения о длине рек и площади бассейнов несколько отличаются, что объясняется конечным створом устья реки: створ впадения в Азовское море, или створ впадения в первый крупный лиман.

Гидрографическая сеть Восточного Приазовья не отличается большой густотой. Уменьшение густоты речной сети, по сравнению с реками бассейна Кубани, является следствием равнинного рельефа и сухости климата

Долины рек, плохо разработанные в верховьях (реки Челбас, Бейсуг), заметно расширяются в среднем течении до 3 – 4 км, достигая наибольшей величины в низовьях: на реке Кирпили 6 – 7 км, р. Ея – 10 – 12 км. Сравнительно неширокую долину (1,5 – 5,0 км) даже в нижнем течении имеют реки Кочеты, Бейсуг и Южный

Бейсужек. Склоны долины чаще невысокие (10 – 15 км), пологие, слабо выраженные, иногда на участках нижнего течения они более высокие и обрывистые: 20 – 30 м на р. Бейсуг, 30 – 50 м на р. Ея и до 60 м на р. Куго-Ея.

Ширина русла степных рек меняется в значительных пределах: от 5 - 30 м в верховьях, 60 - 100 м – в среднем течении и до 150 - 200 м – в низовьях. Реки перегорожены многочисленными плотинами, которые образуют пруды. Ширина прудов изменяется в пределах от 100 до 300 и более метров.

Русла рек степной зоны перегорожены многочисленными плотинами, иногда через каждые 3-4 км, в основном примитивного устройства. Всего в бассейнах рек расположено 125 водохранилищ и более 1700 прудов с общей площадью 460 км², и полным объемом около 600 млн.м³ (таблица.3.3).

Таблица 3.3 - Общая характеристика прудов и водохранилищ, расположенных на реках бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона

Река	Пруды и водохранилища		
	количество	площадь зеркала, км ²	полный объем, млн. м ³
Ея	749	113,79	121,27
Ясени	32	14,38	10,42
Албаши	43	22,13	22,3
Челбас	279	85,66	123,41
Бейсуг	302	169,42	207,28
Кирпили	250	142,6	105,03
Понура	59	21,55	29,84

Плотины образуют пруды, а русла рек на некоторых участках в летний период пересыхают, превращаясь в цепь небольших водоемов, разобщенных друг от друга участками сухого русла. Ширина в прудах достигает 300 м и более при глубине до 2-2,5 и даже 5 м.

Реки обычно неглубоки—1 -1,5 м в среднем течении и 0,2-0,5 м в верховьях. Анализ фондовых материалов института «Кубаньводпроект» (данные 70-80 г.г. прошлого столетия) показывает, что водоемы степной зоны характеризуются крайне неблагоприятными глубинными характеристиками.

На прудах со средней глубиной до 1,5 м глубоководные зоны (более 2,0 м) практически отсутствуют, на прудах со средней глубиной более 1,5 м они занимают от 10-30 % до 50-80 % площади акватории.

Течение наблюдается лишь в период весеннего половодья, максимальная скорость не превышает 0,6-0,7 м/сек., иногда 0,8 м/сек., в остальное время течение наблюдается лишь непосредственно ниже плотин, но и здесь оно едва заметно. Исключение представляют реки Бейсуг и Южный Бейсужек, где вследствие более значительного грунтового питания наблюдается более постоянная скорость течения. По этой же причине эти реки не пересыхают и не перемерзают. Пруды и водохранилища используются для орошения, рыборазведения, хозяйственно-бытовые нужды. Плотины используются как переезды к фермам и животноводческим комплексам. Многие из существующих прудов и водохранилищ не используются.

Берега большинства рек имеют высоту 1-2 м в верховьях, 3-3,5 м в среднем и нижнем течении, преимущественно пологие, реже крутые и обрывистые.

В бассейнах рек расположены крупные озера и лиманы площадью от 15 до 280 км² - Ханское, Скороходовское, Бейсугский, Сладкий, Горький, Кущеватый, Лебяжий и другие.

Таким образом, количество прудов, расположенных в руслах главных рек степной зоны, акватории которых полностью представляют собой мелководные зоны, колеблется от 52 % до 95 %, а протяженность таких полностью мелководных участков колеблется от 34 % до 91 % от общей протяженности русла главных рек.

На прудах со средней глубиной от 1,5 м до 2,0 м мелководные зоны занимают до 50-90% площади акватории, а прудах со средней глубиной более 2,0 м - до 20-30% площади акватории, то есть площадь мелководных зон на основных реках степной зоны колеблется от 35-40% до 95% от общей площади акватории прудов.

На притоках главных рек положение еще более неблагоприятное. Количество прудов, расположенных в руслах притоков главных рек степной зоны, акватории которых полностью представляют собой мелководные зоны, колеблется от 61% до 100%, а протяженность таких, полностью мелководных участков, составляет от 51% до 100% от общей протяженности русла притока.

Большинство перегораживающих сооружений на реках степной зоны было построено без проектной документации. В верховьях рек или на небольших притоках глубина многих прудов, образовавшихся выше

земляных плотин, с самого начала их эксплуатации была менее 1,5-2,0 м, то есть изначально создавались мелководные пруды.

В процессе эксплуатации прудов основной причиной, обусловившей наличие значительных площадей мелководных зон, является заиливание. Данные натурных наблюдений за заиливанием водоемов степной зоны отсутствуют.

В прудах происходят значительные потери воды на испарение. В годы высокой обеспеченности объем потерь воды из водохранилищ составляет для некоторых рек более 50% .

Реки принадлежат к степному типу. Основным источником питания этих рек служат атмосферные осадки, подземные и грунтовые воды. Половодье на реках степной зоны наступает весной, когда тают снега. Летом многие из них пересыхают и лишь в период интенсивных дождей наблюдаются подъемы уровня воды.

Река Ея - самая длинная река Азово-Кубанской равнины, протяженность ее составляет 311 км, площадь водосбора – 8650 км². Река берет начало от слияния двух рек – Карасуна и Упорной – в пяти километрах от станции Новопокровской. Линейная схема реки приведена на рисунке 3.2.

Бассейн реки Ея расположен в северной части степной зоны Краснодарского края, занимает территорию, ограниченную с юга по линии станций Староминская-Ленинградская-Павловская-Терновская, а с севера по границам со Ставропольским краем и Ростовской областью, захватывая небольшую часть последней.

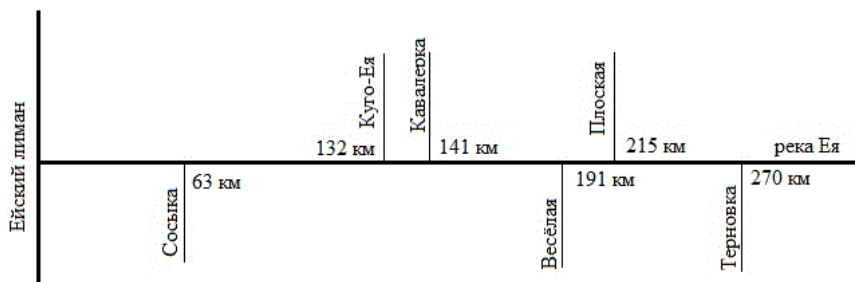


Рисунок 3.2 – Линейная схема р. Ея (реки длиной более 30 км)

Впадает река в Ейский лиман Азовского моря. Наиболее крупными притоками являются реки Сосыка, Куго-Ея, Кавалерка. Ширина русла колеблется от 5 – 30 м в верховьях до 150 – 200 м в низовьях, глубина от 0,2 – 0,5 м до 1 – 1,5 м в среднем течении, скорость течения не более 0,6 – 0,8 м/с (в местах гидротехнических сооружений, мостовых ереходов). Долина реки от 100-150 м в верхней и средней части бассейна расширяется в низовьях (у ст. Старощербиновской) до 7 км и вновь сужается у с. Сонино до 2 км. . В низовьях долина реки сильно заболочена и покрыта зарослями камыша

В засушливое время года река местами пересыхает, в суровые зимы Ея замерзает. Река немногочисленна, хотя в свое время в нее заходили морские суда и большое количество рыбы шло из моря на нерест. В настоящее время река перегорожена дамбами и плотинами. Вода Ея вследствие высокой минерализации непригодна для орошения. Устьем реки является Ейский лиман, соединяющийся с Азовским морем.

Сеть притоков заметно сильнее развита в верхней части бассейна реки, в нижней его части бассейн сужается,

и водораздельная линия почти совпадает с коренными берегами долины реки.

Русло реки Ея и ее притоков в настоящее время состоит из цепочки многочисленных прудов (более 700), которые нарушили естественный гидрологический, гидрохимический и гидроморфологический режимы реки. Пруды используются для орошения, рекреации, рыборазведения.

Плотины представляют собой земляную насыпь длиной от 30 м до 2,2 км, шириной по гребню от 1,5 м до 20 м, которая обычно зарастает камышом и сорняком. Верховой откос подвержен разрушению, обрывистый. Высота плотин от 1,0 м до 15 м. По гребню плотин, в основном, проходят грунтовые автодороги.

Сбросные сооружения, в основном, представлены нерегулируемыми водосбросными сооружениями трубчатого типа уложенные в тело плотины. Также имеются водосбросы типа сифона, а в рыбохозяйственных прудах, как правило, шахтные водовыпуски. Оголовки водосбросов сделаны из разнообразного материала (ж/б, металл, кирпич) и подвержены разрушению. Многие сбросные сооружения и плотины требуют проведения ремонтных работ.

Таким образом, река Ея представляет собой типичную равнинную, степную реку с небольшими глубинами, уклонами и скоростями течений с многочисленным количеством дамб и плотин.

Река Ясени – протекает на северо-западе Краснодарского края. Берёт начало в 12 км западнее станицы Староминской. Течёт на юго-запад, впадая в

солёное озеро Ханское, являющееся лиманом, отделённым тонким перешейком от Ясенского залива Азовского моря. Длина реки — 74 км, площадь бассейна — 596 км². Характер течения спокойный, уклон — около 45 см/км. Питание в основном дождевое, осуществляется за счёт притока воды из балок: Кобецкая, Разношапкина, Рудова, Боскаты, Коржова и др. Длина балок, формирующих весенний сток воды, от 3 до 6 км. Течение реки зарегулировано системой прудов. Вода в реке сильно засоленá.

Средний годовой расход воды в реке – 0,77 м³/с, в летний период - 0,10 м³/с.

Населённые пункты на реке Ясени (от истока к устью): хутор Ясени, станица Новоясенская, станица Новошербиновская, хутор Заводской, хутор Новодеревянковский.

Река Албаши - степная река Кубано-Приазовской низменности, протекающая в средней части Новодеревянковского сельского округа Каневского района Краснодарского края в направлении с востока на запад. Исток реки располагается на абсолютных высотах не более 50 м, в 4-5 км западнее станицы Ленинградской (Уманской). До впадения в болото Албаши от истоков длина реки составляет почти 57 км. Образуя Албашинский лиман, река соединяется с лиманом Кущеватым, проделав путь почти 71 км, и впадает в Бейсугский лиман. К наиболее заметным притокам речки можно отнести: левые балки Вырви Хвост (26 км) и Варакутина (13 км); правые балки Хайлова (18 км) и Жёлтые Копани (13 км).

Средний многолетний годовой объём стока

составляет 30,9 млн.м³ (0,98 м³/с).

На реке Албаши устроено 43 дамбы, многие из которых были построены ещё в дореволюционное время.

Река Челбас. Бассейн реки Челбас занимает центральную часть Азово-Кубанской равнины пересекая её с юго-востока на северо-запад и состоит из 13 водотоков, длиной более 10 км. Река Челбас протекает по территории Каневского, Ленинградского, Павловского, Тихорецкого и Кавказского районов.

Река Челбас длиной 278 км имеет водосборную площадь 4210 км², средний годовой расход воды - 3,49 м³/сек. Наиболее крупные притоки: реки Борисовка, Тихонькая, Средний Челбас. Цепочка лиманов Сладкий, Горький, Кушеватый и плавней составляет устье реки, которые соединяются Челбасским гирлом с Бейсугским лиманом, гидрологически связанным с Азовским морем. Высотное положение бассейна изменяется от 150 м в истоке до 10 м в устьевой зоне.

Большое количество прудов, образовавшихся вследствие строительства дамб, привело к заилению и угасанию рек. Линейная схема реки приведена на рис. 3.3

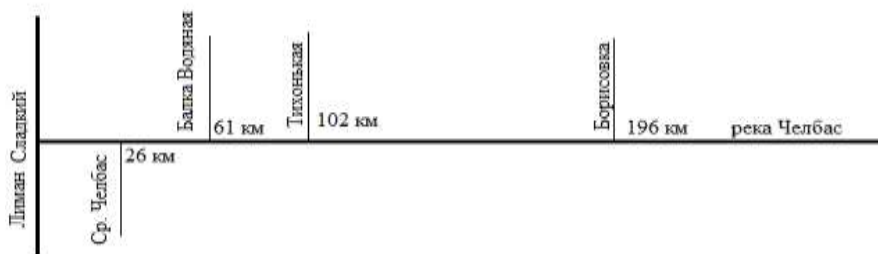


Рисунок 3.3 – Линейная схема р. Челбас

Реки бассейна и существующие балки, бессистемно перегороженные земляными плотинами и дамбами, зачастую без водопропускных сооружений, представляют собой цепь прудов-испарителей. В результате нарушается проточность, увеличивается заиление, испарение, замедляются процессы самоочищения. Пруды используются для орошения, рыбозаведения и хозяйственных нужд. Всего на р. Челбас и ее притоках существует более 350 прудов, в том числе на р. Челбас – 92.

Река Бейсуг. Бассейн реки Бейсуг расположен на территории края в границах Кавказского, Тбилисского, Выселковского, Кореновского, Тимашевского и Приморско-Ахтарского районов. Река Бейсуг самая многоводная река степной зоны длиной 249 км и водосборной площадью 5840 км² со средним годовым расходом воды – 8,21 м³/сек. Начало берет из родников северо-западнее г. Кропоткина.

Наиболее крупные притоки: реки Южный Бейсужёк и Бейсужёк (правый приток). В устьевой зоне, образуя обширные плавни, река впадает в Бейсугский лиман гидравлически связанный с Азовским морем. Высотное положение бассейна изменяется от 110 м в истоке до 10 м в устьевой зоне. Общее количество прудов – 300.

Речная сеть бассейна р. Бейсуг довольно хорошо развита в его верхнем и среднем течении. Река Бейсуг имеет 20 притоков первого и второго порядка с длинами от 11 до 161 км, с площадями водосборов от 48 до 189 км² и 37 притоков с длиной менее 10 км при их общей длине 71 км (рисунок 3.4).

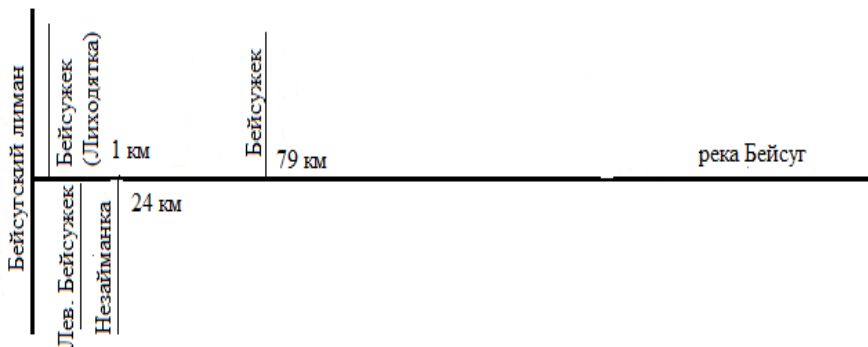


Рисунок 3.4 – Линейная схема р. Бейсуг

При переполнении прудов и водохранилищ из-за недостаточной пропускной способности водопропускных сооружений возникает угроза разрушения земляных дамб, что иногда вынуждает организовывать регулируемые прораны в нескольких плотинах на р. Бейсуг и р. Левый Бейсужек, чтобы не создавать волн прорыва и подтапливания станиц Брюховецкая и Переясловская, пос. Киновия, х. Лиманский и др., а также сельхозугодий.

Река Кирпили. Бассейн *реки Кирпили* расположен в степной части края в границах Усть-Лабинского, Кореновского, Динского, Тимашевского, Калининского, Брюховецкого и Приморско-Ахтарского районов. Река Кирпили имеет площадь водосбора 2270 км², длина 202 км, средний годовой расход воды – 4,29 м³/сек. Основным притоком является река Кочеты. В устьевой зоне река теряется в Приазовских плавнях. Высотное положение бассейна изменяется от 80 м в истоке до 8 м в устьевой зоне. Общее количество прудов по основному створу реки составляет 250 штук, с учетом притоков их число составляет 330.

В бассейне р. Кирпили расположены следующие водотоки: р. 1-ые Кочеты, р. 2-ые Кочеты, р. 3-и Кочеты, р. Кирпильцы, б. Гречаная, б. Ставок. (рисунок 3.5) Для р. Кирпили и её притоков характерна слабая проточность, незначительные бытовые расходы.

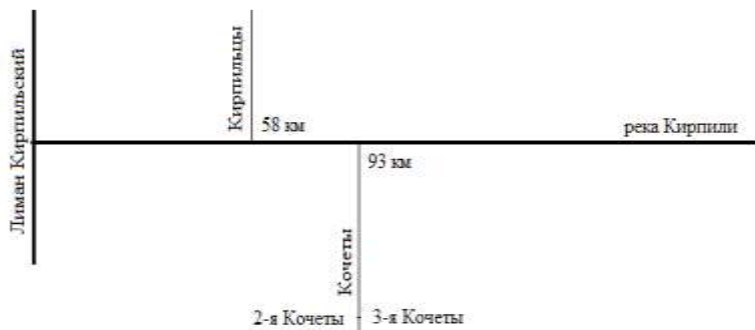


Рисунок 3.5 – Линейная схема р. Кирпили

На реках бассейна р. Кирпили 363 перегораживающих сооружений с суммарной площадью зеркала 11,65 тыс. га, общей ёмкостью 140,7 млн. м³, из них: плотин – 88; автодорожных мостов – 15; пешеходных мостов – 14; трубчатых переездов – 246 с суммарной площадью зеркала 11,65 тыс. га, общей ёмкостью 140,7 млн. м³.

Плотины, образующие водоемы, земляные, высотой 3 - 8 м, длиной от 60 до 900 м с шириной по гребню 5 - 16 м. Верховой откос, как правило, без крепления и/или заросший кустарником. Часть плотин разрыта или имеет прораны в результате прорыва, что свидетельствует об их недостаточной устойчивости и прочности, а также о недопустимом переполнении водоемов при прохождении максимальных паводков.

Поверхностные водосбросы имеются только у 14 плотин, в основном, в низовьях р. Кочеты и в нижнем течении р. Кирпили, большинство из них не оборудовано затворами. Подпор уровня воды в реке повлек за собой подъем уровня грунтовых вод на прилегающих прибрежных землях. Влияние подпора уровней воды в реке на уровни грунтовых вод распространен на 100 - 500 м.

Река Понура имеет наименьшую площадь водосбора – 1075 км², ее длина всего 58 км, среднегодовой расход воды - 1,62 м³/сек. Как и все степные реки Краснодарского края, они представляют собой цепочку водоемов (59 прудов), что увеличивая испарение, приводит к снижению стока. В устьевой зоне, река используется в качестве коллектора для сброса сточных вод с рисовых оросительных систем в лиманы (Кирпильский) Приазовских плавней. Высотное положение бассейна изменяется от 30 м в истоке до 10 м в устьевой зоне.

Бассейн р. Понура включает в себя следующие водотоки: 1-я Понура, 2-я Понура, Понура и балка Осечки.

Река Понура и её притоки перегорожены дамбами и плотинами, в основном не имеющими регулирующих водопропускных сооружений с достаточной пропускной способностью.

Все водоемы, по видам регулирования, распределяются на:

- регулирующие водохранилище сезонного регулирования стока для орошения, обеспечения санитарных попусков, рыбозаведения;

- наносоудерживающие водоемы, обеспечивающие отстой наносов;
- биологические пруды для очистки поверхностного стока перед выпуском в реку;
- водоемы для отдыха населения.

На сохраняемых плотинах водохранилищ и водоемов необходимо устройство новых или реконструкция существующих паводковых водосбросов. Для обеспечения санитарной проточности водосбросы необходимо оборудовать донными водовыпусками.

Река Мокрая Чубурка берёт начало на севере Кубано-Приазовской низменности, у железной дороги Батайск — Павловская, к востоку от хутора Исаевского, Кущёвского района Краснодарского края. Площадь водосбора 1080 км², средний многолетний годовой сток – 12,6 млн. м³ (0,4 м³/с). В верхнем течении река не имеет постоянного стока. Ниже хутора Калининского река входит в пределы Ростовской области. Ниже х. Калининского Мокрая Чубурка принимает справа свой крупнейший приток — реку Чубурку. Здесь реку пересекает железная дорога Батайск—Староминская. Ниже по течению река проходит через искусственный Александровский лес, и после него проходит через крупнейший населённый пункт — село Александровку. Ниже посёлка Приморского на реке сооружён очень крупный пруд, шириной до 500 м. Мокрая Чубурка впадает в Таганрогский залив Азовского моря у села Новомаргаритова Азовского района Ростовской области. Мокрая Чубурка расположена на территории Кущёвского района Краснодарского края и Азовского района

Ростовской области.

Вскрытие реки происходит в середине марта (реже в конце февраля или начале апреля), большей частью без ледохода, т.к. лед тает на месте. Пик проходит при свободном русле.

В маловодные годы половодье проходит подо льдом. Половодье отличается резким подъемом, достигая максимума за 2-3 дня, а через 2-3 часа после пика наблюдается более медленный (до 10 дней) спад. Половодье может проходить как одной, так и 2-3 волнами.

В отдельные редкие годы с дождливыми веснами вслед за спадом весеннего половодья наблюдается второй, менее значительный подъем уровня от дождей (на 0,2-0,3, реже 0,5 м)..

3.2 Гидрологический режим рек

3.2.1 Многолетняя динамика речного стока степных рек

Динамика речного стока степных рек характеризуется, прежде всего, величиной осадков, уровнем грунтовых вод и притоком подземных вод. При одном и том же количестве осадков при высоком уровне грунтовых вод поверхностный сток будет выше, при низком – ниже. Количество осадков выпадающих в степной зоне края изменяется от 470 до 930 мм в год. Среднее значение равно 640 мм.

Почвы, слагающие долины речных систем имеют коэффициент фильтрации около 1 м/сут. а предельно-полевая влагоемкость в слое 2 м составляет 600 мм. То

есть, в верхнем и среднем течениях рек, где уровень грунтовых вод на водораздельных участках ниже 5-10 м все осадки могут поглотиться почвой с последующим их расходом на процессы испарения и транспирации. Это подтверждается величиной годового слоя стока поступающего в степные реки, он не превышает 50 мм в год, что в десять раз меньше количества выпадающих осадков.

Установлено, что в степной зоне существует 10-12 летний цикл водности, в течение которых происходит пополнение и сработка грунтовых вод.

В последние годы водность рек бассейнов Кубани, Черного и Азовского морей имеет тенденцию к снижению. Но если водность Кубани и рек бассейна Черного моря находится в настоящее время около водности обеспеченностью 50%, что близко к среднесулетнему годовому стоку, то водность рек бассейна Азовского моря снизилась до уровня 95% обеспеченности, т.е. составляет 30% от нормы. Если в ближайшие годы не произойдет изменения водности в сторону ее повышения, это приведет к необратимым процессам в экосистемах степных рек. В таблице 3.4 показана динамика водности рек Краснодарского края за последние годы.

Характер питания рассматриваемых степных рек является смешанным: талые снеговые, дождевые, грунтовые и подземные воды. Как уже указывалось, одним из основных факторов влияющим на речной сток рек является количество выпавших осадков на территорию водосбора, и их распределение в системе почва - грунтовые воды - речной сток.

Таблица 3.4 – Естественный (восстановленный) годовой сток, км³

Гидрографическая единица	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Средний многолетний сток
р. Кубань	14,45	13,7	14,6	16,9	13,04	12,5	13,0	14,5
Реки бассейна Черного моря	6,81	6,59	7,38	7,13	6,46	5,31	6,97	6,8
Реки бассейна Азовского моря	0,41	0,25	0,36	0,36	0,32	0,42	0,28	0,75

В формировании стока степных рек, осадки, выпадающие на значительной равнинной площади речных бассейнов, не участвуют, что подтверждается очень низкими значениями коэффициентов стока: р. Ея – 0,035 (3,5%); р.Челбас – 0,067 (6,7%); р.Кирпили – 0,09 (9%). Коэффициент стока степных рек увеличивается с севера на юг, по мере увеличения осадков.

Плоский рельеф, высокая влагоемкость почв и величин эвапотранспирации, соизмеримых с количеством выпадающих осадков и слабый эрозийный врез речной сети в комплексе с распространенными здесь слабоводообильными горизонтами грунтовых вод, создают неблагоприятные условия для формирования грунтового стока в реки.

Анализ величин коэффициента стока, водного режима степных рек, характера залегания, условий движения, особенностей уровневого режима грунтовых вод и геоморфологических особенностей территории, позволяет установить, что поверхностное и грунтовое питание степных рек сосредоточено на локально ограниченных элементах рельефа, аккумулирующих часть

местного стока [19]. Как ещё указывал Алёкин О.А. - «водоразделы данной территории лишены сколько-нибудь значительных запасов грунтовых вод, и только в понижениях речных долин в балках и ложбинах грунтовые воды располагаются на глубине 2-3 м» [25].

Таковыми элементами служат прежде всего участки с уровнем грунтовых вод менее 4 м. К ним можно отнести: склоны долин основных русел степных рек на расстоянии около 600 м от уреза воды; склоны долин притоков на расстоянии около 400 м, включающих балочную сеть [26].

В период интенсивных паводков и при снеготаянии в долинах балок скапливаются резервные объёмы воды в виде подрусовых потоков, имеющих характер верховодки. Оптимальные условия для питания грунтовых вод создаются в тех балках или их частях, в пределах которых мощность зоны аэрации не превышает 4–5 м. Наиболее благоприятны в этом отношении верховья балок, где покровные отложения сложены лёгкими разностями. Лучшие фильтрационные свойства грунтов и более высокие гидравлические уклоны потока обуславливают активный водообмен и формирование маломинерализованных вод.

Почвенный покров в понижениях рельефа в основном представлен лугово-чернозёмными незасоленными и не солонцовыми почвами, характеризующиеся выщелоченностью от карбонатов по профилю, наличием в профиле почвы прожилок ржавчины и марганцево-железистых конкреций. В слое почвы от 0,6 до 1,2 м наблюдается уплотнённый горизонт с низкой водопроницаемостью, на котором и формируется

временный грунтовый поток. Напорные подземные воды подпитывают грунтовые воды речных долин или выходят на поверхность в виде родников. Дебиты родников (на склонах долин и балок) составляют 0,01-0,2 л/с.

Учитывая скорость горизонтальной фильтрации грунтовых вод, составляющей 0,5-1,0 м/сут, время добегания грунтового потока до русла составляет 500-1000 суток.

Таким образом, действующая площадь бассейнов [27] степных рек, на которой происходит формирование поверхностного и грунтового стоков, в 5 – 10 раз меньше площади бассейнов рек (таблица 3.5).

Коэффициент стока с действующей площади водосбора колеблется в пределах 0,31-0,74, который характеризует формирование стока от выпадающих осадков, следовательно, недостающий объем стока формируется в результате подтока подземных вод.

Таблица 3.5 – Коэффициент стока степных рек с действующей площади водосбора

№ п/п	Река	Действующая площадь бассейна, км ²	Слой стока с действующей площади бассейна, мм	Коэффициент стока с действующей площади
1	Ея	870	156	0,40
2	Албаши	96	321	0,70
3	Ясени	87	279	0,61
4	Челбас	657	260	0,42
5	Бейсуг	625	465	0,74
6	Кирпили	577	284	0,48
7	Понура	179	165	0,31

Анализ стока рек и количества осадков за последние три десятилетия показал, что существуют

многороводные и маловодные периоды водности с периодом 11-15 лет (рис.3.6).

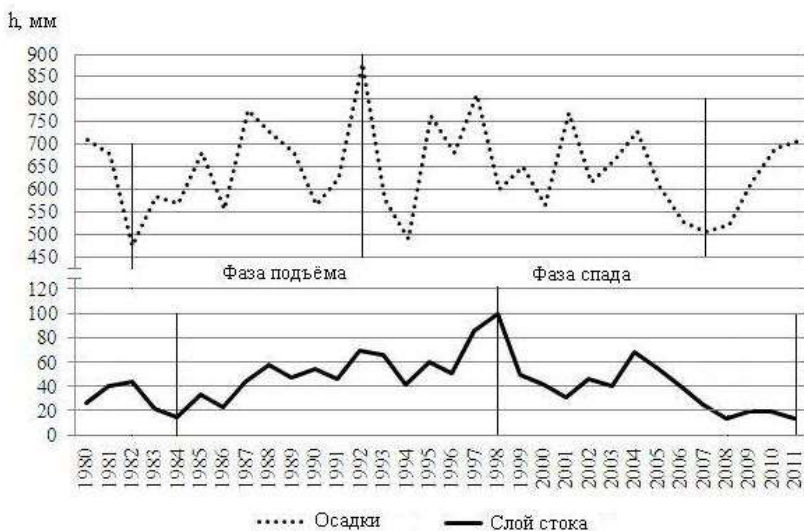


Рисунок 3.6 – Многолетняя динамика стока и осадков (бассейн р. Челбас)

Фаза подъема водности рек отстает от начала фазы увеличения осадков на 2 - 4 года и зависит от длительности предыдущего засушливого периода. Последняя фаза понижения водности степных рек началась в 1998 и закончилась в 2008 году. Значительное увеличение осадков после 2008 года приводят к постепенному увеличению речного стока. Но, если количество осадков за последние 3 года достигли среднемноголетних значений, то сток рек еще находится на уровне 75% обеспеченности.

Анализируя динамики осадков и стока рек Челбас и Ея, следует отметить, что в 1986 году закончился маловодный период, который сменился многороводным

циклом, продолжавшимся до 1999 года (12 лет), после чего наступил маловодный период. С 2009 года осадки постепенно увеличиваются, что несколько стабилизировало речной сток. Учитывая 10 - 12 летний цикл водности, следует ожидать постепенного увеличения стока к 2020.

Обработка данных по объему годового стока рек бассейна Азовского моря за последние тридцать лет показывает, что нет тенденции ни к повышению стока, ни к его снижению. Так, для реки Челбас наблюдается повышающийся тренд, для реки Ея – понижающийся (рисунок 3.7).

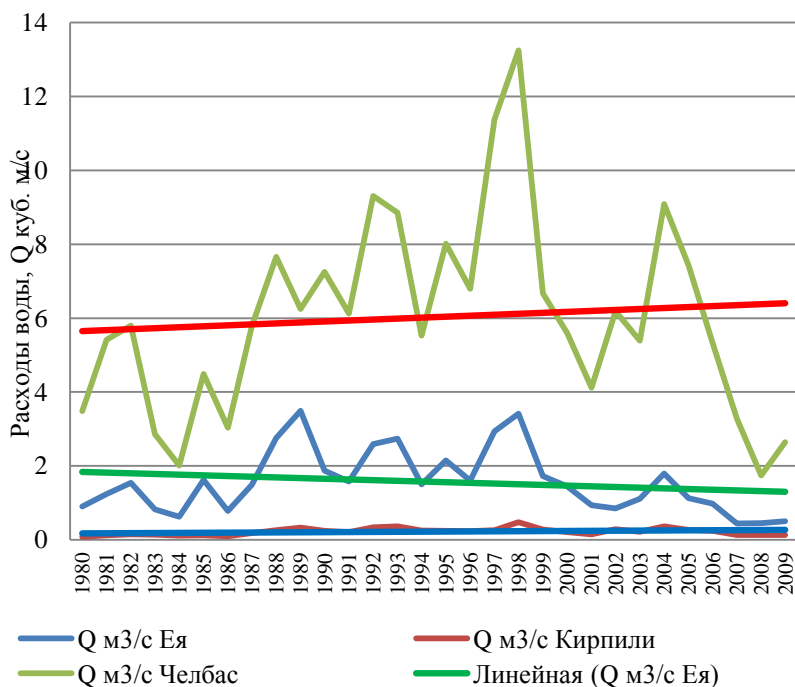


Рисунок 3.7 – Динамика стока рек

3.2.2 Внутригодовое распределение речного стока

Характер питания рассматриваемых степных рек является смешанным: талые снеговые, дождевые, грунтовые и подземные воды. Максимальный сток наблюдается в весенний период, минимальный – летне-осенний.

На распределение стока внутри года влияют как естественные природные так и антропогенные факторы. Размеры бассейнов рек сами по себе является регулятором стока, как интегратор различных местных влияний- с увеличением площади водосбора внутригодовой сток несколько выравнивается. Глубина вреза русла (а тем самым перехват подземных вод) увеличивается по длине реки и нарастании водосборной площади бассейна, что также выравнивает внутригодовой ход стока.

Изменение ресурсов поверхностных вод рек степной зоны произошло и под влиянием антропогенной деятельности в связи с массовым строительством прудов, водоемов и оросительных систем при массовой распашке земель. В результате этих мероприятий значительная часть стока аккумулируется в прудах, снижается максимум пиков половодья, удлиняются его сроки прохождения.

Водный режим рек непостоянен, горизонты воды и расходы значительно колеблются по сезонам года. Половодье здесь происходит обычно в начале весны от таяния снега (нередко при одновременном выпадении дождей). В отдельные годы наблюдаются и летние паводки от наиболее ощутимых ливней.

С давних пор местный сток являлся основным источником воды в засушливой земледельческой

территории степной зоны. В качестве системы мер борьбы с засухой местное население еще с прошлого века использовало пруды и водохранилища для удержания воды в реках. И теперь неотъемлемой частью современного ландшафта на степных реках стали целые каскады прудов и водохранилищ, которые почти полностью зарегулировали местный сток.

Строительство прудов на малых реках есть наиболее доступный способ аккумуляции воды, позволяющий приблизить источник водоснабжения к населенному пункту, животноводческим фермам, орошаемым участкам. Наполняются пруды во время весеннего половодья (а иногда и летних паводков) до определенных отметок, а весь избыток воды сбрасывается в нижний бьеф с помощью открытого канала или трубы в теле плотины. Осенью во время дождей и зимой в период оттепелей, возможно повторное наполнение прудов, так что нередко, к весеннему половодью пруды оказываются заполненными. В силу незначительных уклонов степных рек подпор от прудов распространяется на значительные расстояния, и часто, конец одного пруда является началом следующего. Часть прудов используется для орошения, часть - для рыбозаведения, водопоя скота и разведения водоплавающей птицы.

Наряду с этим имеется ряд прудов, плотины которых используются только для проезда автотранспорта. На большинстве прудов, построенных без проектов, водосбросные сооружения устроены так, что меженный сток не регулируется. На всех водотоках прослеживается увеличение объема прудов вниз по течению, что связано с

углублением долин водотоков и увеличением объема стока воды.

Современный уровень антропогенной деятельности в бассейне не влияет только на формирование основного стокообразующего фактора - осадков. В маловодные годы, процент зарегулированности стока по отношению к годовому, сильно возрастает.

Максимальный речной сток в руслах степных рек, наблюдается в весенний период, минимальный - в летне-осенний. По характеру водного режима реки принадлежат к восточно-европейскому типу с резко выраженным весенним половодьем и низкой меженью в остальную часть года.

Многоводный сезон приходится на период с января по май месяцы, маловодный с июня по декабрь (рисунок 3.8).

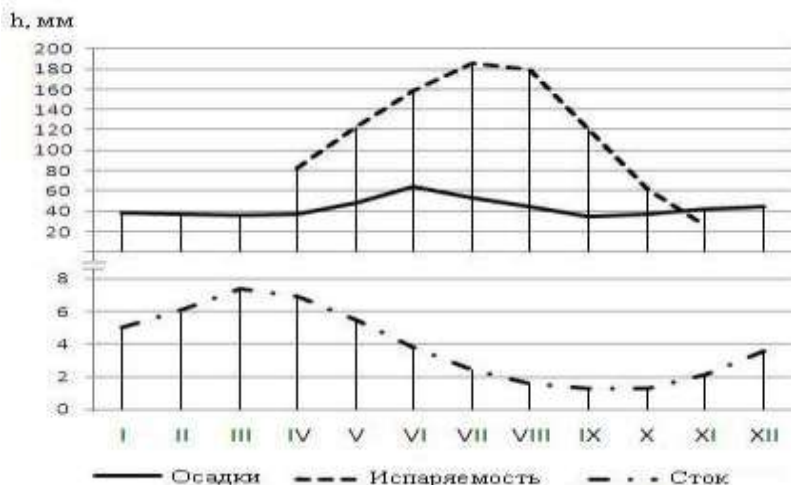


Рисунок 3.8 – Средняя годовая динамика осадков, испаряемости и речного стока рек Азово-Кубанской равнины, на примере р. Челбас

Весеннее половодье обычно наступает в середине марта, реже в феврале. Максимальный суточный расход воды наступает через 20 – 40 дней, продолжительность половодья составляет 50 - 90 дней.

Пик весеннего половодья в большинстве лет приходится на март месяц, иногда бывает в конце февраля. Объем стока за половодье составляет 50-70 % от годового стока. В связи с частыми оттепелями, к весеннему периоду снежный покров в бассейнах рек незначителен и поэтому увеличение стока вызывается притоком грунтовых вод сформировавшимся в осенне – зимний период на участках с уровнем грунтовых вод менее 4 м и скоротечным поверхностным стоком балочной сети (не более 10 суток).

Дренаж водоносных горизонтов осуществляется на отдельных небольших участках речных долин, средний модуль подземного стока здесь составляет 0,1 л/с.км². Например, подземное питание реки Челбас, при меженном слое стока 1,3 мм, формирует годовой подземный приток равный 15,6 мм (36 % объема стока).

Пополнение грунтовых вод возможно в периоды, когда испаряемость меньше количества выпадающих осадков, т.е. в период с ноября по март месяцы, в остальной период все осадки расходуются на эвапотранспирацию. Так как за осенне- зимний период количество выпадающих осадков составляет около 40 % годовой нормы (200 – 240 мм), и практически вся она задерживается в почве, то подтверждается вывод о том, что основным источником питания степных рек бассейна Азовского моря являются подземные воды.

Значительные величины непроизводительных потерь воды на испарение с водной поверхности обусловлены малыми глубинами водоемов, в прудах она не превышает в среднем 0,7 м, в водохранилищах – 2,0 м. Это обуславливает значительное прогревание слоя воды и создание дефицита влажности воздуха над водной поверхностью. Малые глубины водоемов вызваны заилением русел. В настоящее время на дне водоемов накопился слой наносов толщиной от 1 до 3 м.

Высокие значения потерь на испарение, при наличии стока в реках в меженный период, подтверждают минимальную роль атмосферных осадков в формировании стока степных рек в тёплый период, особенно для рек северной зоны Азово-Кубанской равнины. В этот период основным источником питания рек является приток подземных вод, который частично компенсирует потери воды на испарение. Внутригодовое распределение стока по сезонам для лет различной обеспеченности по стоку для рек бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона приведено в таблице 3.6.

Режим уровней воды определяется в значительной мере режимом работы водопропускных сооружений, а в зимнее время еще и ледоставом, стесняющим поток и вызывающим повышение уровней. Годовые минимумы уровней отмечаются в осенний период.

Амплитуда колебаний уровней за год на степных реках колеблется от 0,5 до 1,4 м. Волна зимне-весеннего половодья выражена слабо и вследствие неоднократных зимних оттепелей гидрограф стока за зиму и весну представляет собой целую серию невысоких,

Таблица 3.6 - Распределение стока рек бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона по сезонам , млн.м³.

Река	Средний сток (50% обеспеченности)			
	Весна (февраль-май)	Лето-осень (июнь-октябрь)	Зима (декабрь-январь)	Годовой сток
1	2	3	4	5
Ея	109,46	12,20	6,79	128,45
Куго-Ея	17,170	1,91	1,06	20,14
Ясени	15,340	0,92	6,14	22,40
Албаша	23,000	1,38	9,26	33,64
Челбас	91,530	26,93	22,56	141,02
Средний Челбас	13,170	2,39	4,06	19,62
Бейсуг	130,0	46,20	62,10	238,00
Бейсужек Правый	9,32	5,6 9	6,66	21,63
Кирпили	74,79	29,42	20,44	124,65
Понура	28,21	11,10	7,71	47,02

распластанных во времени паводков на фоне половодья (рисунок 3.9).

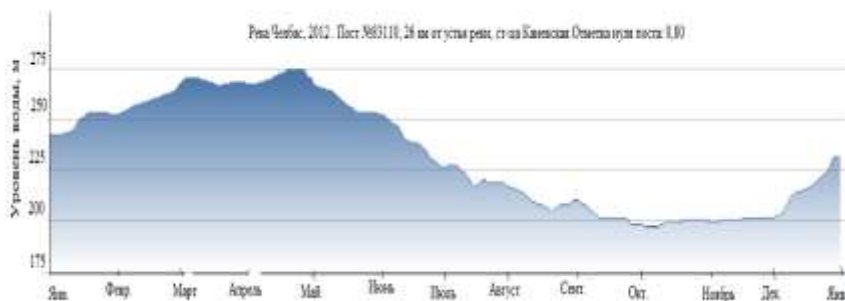


Рисунок 3.9 - Годовые колебания уровня воды

В то же время в годы с задержавшимися за зиму высоким снежным покровом и дружной весной в сопровождении дождей и интенсивного снеготаяния могут формироваться значительные паводки с высокими максимумами. На уровень режим рек также оказывает влияние зарегулированность стока прудами и водохранилищами.

При дождевых паводках основными факторами, определяющими величину максимального расхода воды, являются интенсивность и слой выпавших осадков, а также предшествующая увлажненность водосбора.

Максимальные расходы наблюдаются в основном в период весеннего половодья и формируются за счет таяния снегов. Как правило, половодье проходит несколькими (обычно двумя - тремя) волнами, вызываемыми резкими перепадами температуры воздуха. Пик основной волны в большинстве лет приходится на март месяц, иногда бывает в конце февраля. Ввиду того, что все реки и ее притоки зарегулированы многочисленными прудами и водохранилищами, на продолжительность половодья большое влияние оказывает режим работы водохранилищ, пропускная способность водопропускных сооружений и объемы водоемов, которые аккумулируют часть стока воды, срезают пиковые расходы и распластывают его волну, увеличивая тем самым продолжительность половодья. Объем стока за половодье составляет 50-70% от годового стока. В отдельные годы с дождливыми веснами вслед за спадом весеннего половодья наблюдается второй, менее значительный подъем уровня от дождей (на 0,2-0,3 м, реже 0,5 м). Однако, чаще всего, вследствие

регулирующего действия прудов-водохранилищ, подъемов уровня от дождей не наблюдается.

Минимальный сток формируется притоком грунтовых и подземных вод в летне-осенний период, величиной осадков и испарением. В период открытого русла минимальный сток наблюдается в июле – сентябре месяцах, но возможен и в безморозные зимние месяцы (декабрь – январь). Практически все степные реки в особо засушливые годы летом пересыхают, зимой замерзают.

Ледовый режим. Реки степной зоны относятся к водотокам с неустойчивым ледоставом. Льдообразование начинается в начале ноября, обычно одновременно по всей реке. Вначале появляются забереги, которые переходят в сплошной ледяной покров.

Устойчивому ледоставу предшествуют кратковременные ледоставы продолжительностью несколько дней. Толщина ледяного покрова 30-40 см. В местах с водной растительностью лед тонкий, слабый, держится на стеблях тростника. Средняя продолжительность периода свободного ото льда русла составляет 257 дней.

Появления ледовых явлений на водотоках обычно приходится на третью декаду ноября в северной зоне и декабрь месяц в южной. наиболее ранняя дата – 27 октября, наблюдалась в 1946 г. у Кущевской, наиболее поздняя – 26 декабря. Окончание ледовых явлений наблюдается в середине марта, но порой - в начале февраля или начале апреля. За зиму обычно отмечается несколько вскрытий и замерзаний во время оттепелей.

Среднее число дней со всеми ледовыми явлениями 120 (в том числе и число дней с ледоставом), наибольшее – 153, наименьшее - 75. Наибольшая толщина льда, отмеченная наблюдениями, 73 см (1954). Наблюдениями отмечены редкие случаи ледохода в конце первой – начале второй декады марта, а в основном лёд тает на месте, в прудах.

3.3 Особенности формирования русловых процессов рек

Все многообразие природно-антропогенных и антропогенных объектов и видов проявления руслового процесса создает большое число форм взаимодействия между ними. Существующая научная классификация форм антропогенного взаимодействия с русловыми процессами разработана в Государственном гидрологическом институте [27] и представлена на рисунке 3.10.

1) В соответствии со степенью инженерного влияния на определяющие факторы руслового процесса все речные инженерные сооружения и мероприятия разделяются на два класса: активные и пассивные. Воздействие активных сооружений приводит к изменению определяющих факторов, пассивные сооружения не оказывают влияния на определяющие факторы. К определяющим факторам относятся сток воды, сток наносов и условия, ограничивающие свободное развитие русла.

2) Активные сооружения подразделяются на две категории. Строительство сооружений I категории приводит к однонаправленному необратимому изменению большинства характеристик определяющих факторов в



Рисунок 3.10 - Классификация антропогенной деятельности по характеру взаимодействия с русловым процессом

масштабе всей реки. Эти изменения могут касаться любого числа определяющих факторов: одного, двух или трех. Поскольку закономерное сочетание определяющих факторов создает конкретный тип руслового процесса, их изменение может привести в первую очередь к смене типа макроформ, к возникновению новых значений характеристик потока и русла.

Последнее, как известно, приводит к изменению русловых образований на других структурных уровнях, т.е. на уровнях мезоформ и микроформ. В силу больших размеров и капитальности этих сооружений указанные изменения русловых форм не оказывают на них заметного влияния. В состав сооружений I категории включены: плотины гидроузлов, строительство которых приводит к изменению стока воды и наносов и ограничивающих факторов; мостовые переходы, предмостовые дамбы, которые перегораживают пойму, стесняют развитие русла и способствуют созданию нового режима движения воды и наносов; мероприятия по существующему отъему стока воды из рек и каналов межбассейнового перераспределения водного стока, вызывающие коренную перестройку режима стока наносов ниже отвода; мероприятия по обводнению рек при использовании их в качестве трактов переброски стока или при сбросе в них воды, подаваемой по каналу; массовые выемки аллювия из русел и пойм рек. Зона влияния указанных сооружений и мероприятий может простирается как на всю длину реки, так и на ее часть, охватывая ряд макроформ или морфологически однородных участков.

Однако в том и другом случае воздействие сооружений I категории на речное русло практически всегда приводит к кардинальной перестройке русловых форм на всех структурных уровнях.

Поскольку каждый случай рассматриваемого инженерного воздействия в разной степени затрагивает характеристики определяющих факторов, то происходящее при этом изменение русловых форм также будет проявляться по-разному. По этой причине не может быть разработана единая схема воздействия сооружений этой категории на определяющие факторы и русловой процесс; такие схемы должны разрабатываться применительно к каждому случаю инженерного воздействия. Это важное обстоятельство нашло отражение в предлагаемой ниже классификации русловых прогнозов.

3) Возведение сооружений II категории приводит к локальному изменению некоторых характеристик определяющих факторов. Оно, как правило, не вызывает коренной перестройки типа русла, а касается лишь развития русловых образований на уровне мезоформ и микроформ. Поэтому устойчивость таких сооружений всегда зависит от естественных изменений русел на уровне макроформ. Влияние на устойчивость сооружений II категории мезоформ и микроформ будет проявляться в той степени, в какой эти сооружения нарушили режим потока и русла, определяющие параметры указанных русловых образований.

Среди сооружений II категории можно выделить группу сооружений, возводимых с целью управления русловым или пойменным процессом. Это

русловыправительные сооружения (запруды, полузапруды, шпоры, струенаправляющие дамбы, берегозащитные покрытия и т.п.); крупные судоходные прорезы и прорези-каналы, спрямляющие излучины русел, дамбы обвалования. Их проектирование должно вестись с учетом следующего принципа инженерного воздействия: проектируемые сооружения должны так воздействовать на определенные морфологические элементы русловых форм, чтобы с их помощью можно было решить наиболее эффективно задачу по управлению русловым процессом на данном участке реки.

Не вошедшие в рассмотренную группу сооружения II категории по своему воздействию на русловый процесс близки к руслорегулирующим сооружениям. Так, дорожные насыпи, устраиваемые на пойме вдоль русла реки, оказывают на русло влияние, подобное эффекту одностороннего обвалования; воздействие одиночных подводных карьеров можно сравнить с мероприятиями по устройству дноуглубительных прорезей и спрямлению русла и т.д.

В некоторых случаях строительство таких сооружений, как дамбы обвалования, подводные карьеры и плотинные водозаборы, может приводить к заметному изменению определяющих факторов руслового процесса и русловых форм на всех структурных уровнях. Это наблюдается при обваловании нескольких морфологически однородных участков реки, при изъятии из карьеров больших объемов аллювия, значительно превосходящих объемы естественного твердого стока, при многолетней аккумуляции руслоформирующих наносов в

водохранилищах. В указанных случаях названные сооружения II категории могут быть отнесены к инженерным сооружениям I категории.

4) Строительство на реке пассивных сооружений не приводит к изменению определяющих факторов руслового процесса. Конструктивные особенности, размеры, местоположение и продолжительность эксплуатации сооружений таковы, что они не могут изменить на сколько-нибудь заметном протяжении ни гидравлические параметры потока, ни режим транспорта наносов, ни ограничивающие факторы руслового процесса. В указанном смысле это антиподы сооружений I категории. В некоторых случаях при массовом возведении на реке подобных сооружений их эффект воздействия на определяющие факторы может быть таким же, как у активных сооружений. Например, подобное явление встречается тогда, когда на реке имеется много небольших водозаборов.

В противоположность сооружениям I категории пассивные сооружения подвержены влиянию всех типов русловых форм. Как и в группах активных сооружений, необходимо рассматривать воздействие русловых форм и пассивных сооружений дифференцированно, отдельно по каждому виду сооружений.

Переформирование макро- и мезоформ может привести к нарушению устойчивости всех видов пассивных сооружений, указанных в классификации. Перемещение микроформ может не оказывать влияния на такие сооружения, как опоры линий электропередач, дюкеры, набережные, но оно станет определяющим в

процессе занесения малых прорезей, подводных траншей, оголовков рассеивающих выпусков сточных вод и водозаборов.

Следовательно, учет руслового процесса при проектировании пассивных сооружений состоит в определении тех русловых форм, под влияние которых попадает конкретное сооружение, и в определении диапазона этих русловых деформаций. Если сооружение нельзя разместить за пределами найденных границ деформаций, задача его размещения решается одним из следующих способов:

- путем стабилизации русла с помощью руслорегулирующих сооружений II категории;
- путем отыскания нового, приемлемого по развитию деформаций, участка местоположения сооружения;
- путем разработки принципиально новой конструкции сооружения, позволяющей избежать влияния русловых деформаций.

Каждое инженерное сооружение или мероприятие для оценки состояния участка водного объекта, на котором оно находится, требует вполне определенного набора данных о характеристиках русла и потока, которые может обеспечить только гидроморфологический мониторинг. При этом для активных сооружений должна быть одна информация и, следовательно, одно содержание мониторинга, а для пассивных - другая информация и иное содержание мониторинга. Даже внутри однородной группы сооружений (пассивные или активные) для оценки взаимодействия конкретного сооружения и характеристик потока и конкретного русла необходим вполне

определенный набор мониторинговых данных. Практически все перечисленные выше сооружения встречаются на реках Краснодарского края.

Расположение указанных сооружений по бассейнам степных рек Краснодарского края носит настолько массовый характер, а их воздействие на русловой режим рек столь велико, что необходимо говорить о сплошном техногенезе геоморфологических процессов речной сети. Можно утверждать, что антропогенная деятельность в бассейнах рек привела к изменению естественного геоморфологического процесса, естественного речного рельефа практически на всех реках Краснодарского края.

Отсутствие дамб предопределяло характеристику руслового процесса – ограниченное меандрирование в верховьях рек и свободное или незавершённое меандрирование, в среднем и нижнем течениях рек.

Меандрирование (форма плановых переформирований излучин рек, имеющих пойму [28]) русел рек хорошо видно на космоснимках. В верхних течениях рек, при незначительных расходах воды в паводочный период, русловой процесс характеризуется ограниченным меандрированием, при котором развитие плановых деформаций русла ограничивается наличием слабаразмываемых склонов долин при паводочном режиме (рисунок 3.11).

В среднем и нижних течениях рек расходы воды существенно увеличивались, поэтому тип руслового процесса менялся на незавершённое или свободное меандрирование (рисунок 3.12).



Рисунок 3.11 – Типы руслового процесса степных рек Азово-Кубанской равнины (р. Бейсуг) -ограниченное меандрирование,



Рисунок 3.12 – Типы руслового процесса степных рек Азово-Кубанской равнины (р. Бейсуг) - свободное и незавершённое меандрирование.

Следует отметить, что данные типы русловых процессов сформировались до строительства дамб на степных реках. В настоящее время изменений

морфологического строения русел не наблюдается, что связано с отсутствием гравитационного действия текущей воды.

3.4 Формирование твердого стока и заиление русел рек

На Азово-Кубанской равнине формирование речных наносов связано с процессами речной, склоновой и ветровой эрозии. Речная эрозия здесь проявляется в меньшей степени, чем склоновая, что связано с малыми уклонами рек и их зарегулированностью. Гидрологический режим водотоков является нарушенным. Заиление русел способствует созданию подпора водным потокам из балок притоков и балок, накоплению в них ила и зарастанию. Нарушается режим питания водотока поверхностным и грунтовым стоком.

Огромное количество прудов на реках бассейна Азовского моря привело к значительному изменению стока наносов. Исследования по заилению прудов на реках степной зоны Краснодарского края, приведенные в 1970-71 годы институтом "Кубаньгипроводхоз", определили степень заиления прудов и объемы наносов, аккумулирующихся в них. Слой наносов в прудах колебался в среднем от 1,5 до 3,0 м. Объем заиления прудов в бассейне р. Бейсуг составил 74,3 млн. м³ (по состоянию на 1971 год), в бассейне реки Ея – 60,8 млн. м³ (по состоянию на 1986 год).

Влияние прудов на русло малой реки отчетливо видно на примере р. Ясени. Она ранее впадала в Ханское озеро, отделенное от Бейсугского лимана песчано-ракушечной перемычкой. Анализ карт и обследования в 1990-2007 гг. показывают, что устьевая зона реки из-за

перехвата основной части стока плотинами превратилась в пересыхающее болотце, а на побережье Ханского озера исчезли даже морфологические признаки речной деятельности. Выборочные обследования русла и прудов позволили установить, что из-за накопления значительных масс уплотненных илов продольный профиль фактически приобрел ступенчатую конфигурацию (рисунок 3.13).

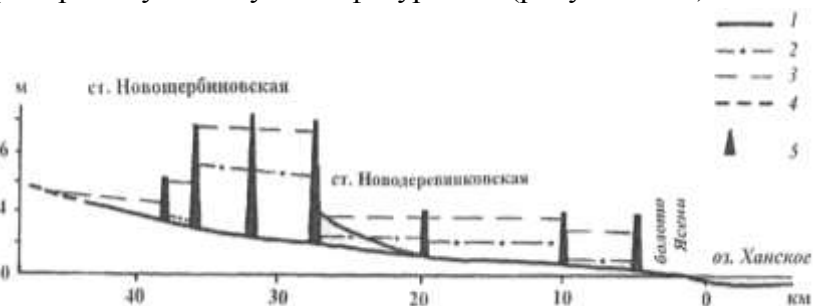


Рисунок 3.13 – Строение продольного профиля р. Ясени, осложненного системой дамб и прудов. 1 – продольный профиль естественного русла. Уровень воды по состоянию на: 2 – 1960-1968 гг.; 3 – 1980 г.; 4 - пересыхающее русло; 5 – дамбы

Гранулометрический состав взвешенных наносов представлен частицами диаметром от 0,001 до 1 мм (песок, пыль, ил и глина). Фракции менее 0,05 мм составляют 75-90 % всего объема. Иловые отложения сокращают полезную емкость водоемов, уменьшают их глубины и тем самым способствуют зарастанию, заболачиванию и ухудшению их санитарного состояния.

Проведенные исследования показали, что основными причинами заиления водоемов являются:

- изменение гидроморфологических характеристик русел рек в результате строительства ГТС (дамб, автомобильных и железнодорожных переездов);
- водная эрозия почв;
- ветровая эрозия почв;
- отложения остатков водной растительности.

3.5.1 Водная эрозия

Формирование твёрдого стока степных рек происходит в результате эрозионно-аккумулятивных процессов на тех участках бассейна реки, на которых происходит и формирование поверхностного стока.

Под плоскостной эрозией или плоскостным смывом понимают размывающую деятельность дождевых, ливневых и талых снеговых вод, происходящих более или менее равномерно по всей поверхности придолинных склонов. Плоскостной смыв представлен двумя видами: площадным и струйчатым.

Плоскостной смыв является начальной фазой развития эрозии и характеризуется смыванием рыхлых пород без следов линейного размыва. Происходит он на склонах оврагов, балок, бугров, холмов с типичными углами наклона от 2 до 15 и более градусов. Смыву подвергается, в основном, гумуссированный слой почвы. Основными причинами развития этого вида эрозии являются талые воды, интенсивные ливни, распаивание полей и лишение склонов растительного покрова. В результате смыва образуются намывные детальные шлейфы мелкозема в подошве склонов.

Помимо площадного смыва существует струйчатый смыв, происходящий по небольшим, непостоянным мигрирующим промоинам, глубиной врезания не превышающих первые десятки сантиметров. Струйчатый смыв является также начальной фазой развития эрозии, характеризуется смыванием рыхлых грунтов (гумуссированный слой) на склонах оврагов, балок, бугров, холмов с крутизной более 20°.

Поставка эрозионного материала с плоскостным смывом почвы со склонов долин в гидрографическую сеть зависит в основном от характеристики выпадения осадков, проявляющихся в их длительности или интенсивности, уклонах прилегающих склонов и степенью покрытия растительностью поверхности почвы. Увеличению склонового смыва на равнинах способствует их повсеместное вовлечение в сельскохозяйственное производство. В настоящее время все земли удобные для ведения сельского хозяйства распаханы. Распаханность водосборов степных рек Краснодарского края достигает 85-90 %. Склоновый смыв на равнинных водосборах особенно возрастает в период летних ливней. В тоже время значительная часть смытых наносов оседает у подножия склонов в понижениях рельефа, в устьях оврагов и балок и лишь малая часть поступает в реки.

На водоразделах и приводораздельных участках бассейнов степных рек, эрозионные процессы не происходят из-за малых уклонов местности и высокой водопроницаемостью почв. Средняя величина водопроницаемости почв в течение первого часа составляет – 1,85 мм/мин., что обеспечивает поглощение

осадков ливневого характера [30]. В течение второго часа средняя скорость впитывания уменьшается в два с половиной раза – до 0,75 мм/мин.

Черноземы, сформировавшиеся на выровненной вершине водораздела, способны в течение первых трех часов впитывать воду атмосферных осадков ливневого характера с интервалом 10 – 15 минут. После наступления предельно-полевой влагоёмкости (ППВ) и постоянной величины фильтрации (с 8-го по 12-й час исследований), черноземы типичные несмытые способны впитывать влагу умеренных осадков с интервалом от 25 – 30 мин. до 1 часа.

Обычно принимается следующее соотношение степени смыва от крутизны склона при прочих равных условиях: слабый смыв при уклоне до 3^0 , средний – $3-5^0$, сильный – $5-7^0$ и очень сильный смыв при уклоне 8 и более градусов. Допустимый смыв почвы с типичных чернозёмов при уклоне $3-5$ град- 1 мм в год (12 т/га), при уклонах $5-7$ град – 0,6-0,8 мм (7,5-9,2 т/га).

На равнинной территории областей устойчивого прогибания процессы плоскостного смыва либо отсутствуют, либо развиты весьма слабо на склонах речных долин и балок (пораженность менее 1%), что обуславливается незначительными уклонами поверхности почвы (менее 3^0).

Водная эрозия почв отмечается в бассейнах рек Ейского полуострова (Ясени, Албаши). Эрозионные формы представлены здесь, в основном, лощинами и ложбинами прямолинейной, редко слабоветвящейся формой в плане, с пологими задернованными, часто распаханymi склонами, имеющими глубину от одного до

нескольких метров (рисунок 3.14).

Расчлененность рельефа менее $0,1 \text{ км/км}^2$, на некоторых участках до $0,25 \text{ км/км}^2$. По материалам регионального обследования площадная пораженность эрозионными формами временных водотоков на большей части этого района не превышает 1% и лишь местами достигает 3%. Малочисленные исследования твёрдого стока степных рек показывают, что средняя годовая мутность воды находится в пределах $10\text{-}40 \text{ мг/дм}^3$, годовой сток наносов колеблется от 500 до 1000 тонн. Столь незначительный твёрдый сток объясняется высоким уровнем зарегулированности русел рек.



Рисунок 3.14 - Эрозионный береговой склон реки Ея
Строительство гидротехнических сооружений (ГТС) значительно снизило транспортирующую способность речного потока в результате уменьшения уклона водной поверхности и снижения скорости воды. Образующиеся взвешенные вещества и поступающие наносы со склонов долин в русла рек оседают

непосредственно в прудах и водохранилищах, поступления наносов в водоемы нижнего бьефа с верхних водоемов практически отсутствует, так как в водоем нижнего бьефа поступает осветленная вода.

С первых лет создания прудов в них происходит почти полное осаждение поступающих со склонов водосбора и образующихся в самих водоемах органических и минеральных веществ при отмирании водной растительности. Таким образом, каждый водоем (пруд) является аккумулятором взвешенных веществ и наносов, образующихся непосредственно на его водосборной площади (Рисунок 3.15).

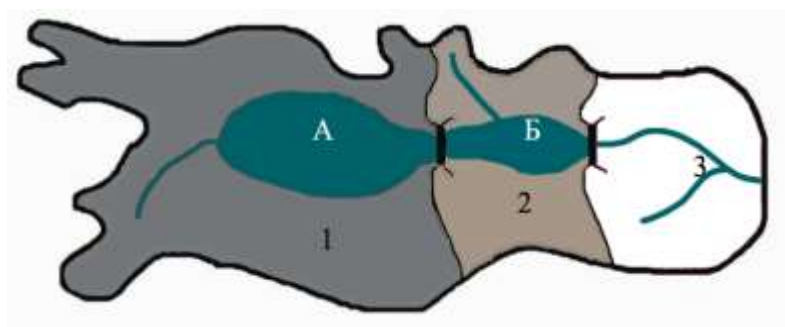


Рисунок 3.15 – Схема расположения стоковых и эрозионных водосборов в каскадах прудов и водохранилищ. Условные обозначения: А – водоем верхнего бьефа, Б – водоем нижнего бьефа. 1 – стоковый и эрозионный водосборы для верхнего водоема; 2 – эрозионный водосбор для нижнего водоема; 3 – водотоки.

Водосборы степных рек Краснодарского края имеют уклоны в верховье от 11 до 18 ‰, в среднем и нижнем течении менее 10‰. Принято считать, что при уклонах водосбора $\geq 10‰$, площадью до 0,5 км² и удовлетворительном травянистом покрове (что характерно

для нераспаханных ложин и балок верховий степных рек), данные площади относятся к зоне отсутствия водной эрозии. Водосборы рек с уклонами $\leq 10\%$, площадью до $5,5 \text{ км}^2$ и удовлетворительном травянистом покрове, также относятся к зоне отсутствия водной эрозии. То есть, на водосборах степных рек, имеющих удовлетворительный травянистый покров, существенное поступление наносов возможно только в случае интенсивных атмосферных осадков. В тоже время при выпадении атмосферных осадков на распаханые участки сток взвешенных наносов значительно увеличивается.

При коэффициенте фильтрации черноземов более 1 м/сут , поверхностный сток может образоваться при интенсивности осадков более 40 мм/час (при плоской поверхности). С учетом наличия уклона поверхностный сток может образоваться при более низкой интенсивности осадков - 20 мм/час . В степной зоне Краснодарского края такие осадки крайне редки.

Доказательством незначительного влияния водной эрозии на процессы заиления русел степных рек является очень низкий модуль стока колеблющийся от $0,45 \text{ л/сек км}^2$ (р. Ея) до $1,3 \text{ л/сек} \cdot \text{км}^2$ (реки Бейсуг и Кирпили). Согласно Методических рекомендаций [31] при таком модуле стока, объем привноса наносов в русла рек составляет $0,1 - 0,4 \text{ т с гектара}$ зяби, с полей занятых под озимые культуры или многолетние травы за период весеннего половодья объем стока наносов не превышает $0,005 - 0,02 \text{ т/га}$.

Ширина эрозионного водосбора для степных рек не превышает 600 м , а далее уклоны практически

отсутствуют и поступления наносов с этих площадей в русло рек не происходит.(рисунок 3.16). Принимая за годовой смыв почвы величину 1 т/га, следует, что с береговой полосы шириной 20 м прилегающей к урезу воды и длиной 500 м (1 га) по склону берега, в русле реки, шириной 20 м, отложится слой наносов 2 мм/год, за 100 лет – 0,2 м (наносы поступают в пруд, в котором практически отсутствует течение, а заросли тростника аккумулируют их в прибрежной полосе).



Рисунок 3.16 – Ширина эрозионного водосбора

Из этого можно заключить, что поступление наносов в русла рек в результате водной эрозии склонов долин, не является главенствующим фактором в деградации степных рек. При осуществлении полного комплекса защитных мер в прибрежной защитной полосе (ПЗП) и водоохранной зоне (луговая зона у зеркала

водоема, защитная лесная полоса, включающая деревья, кустарники и опушку из лесных и плодово-ягодных кустарников, луговая зона между лесной полосой и распаханными полями) поступление наносов в русла рек будет прекращено полностью.

На развитие водной эрозии и объем поступления взвешенных наносов в водные объекты с поверхностным стоком оказывает разработка в поймах рек карьеров по добыче строительных материалов (глина, песок), что ведет к нарушению ландшафтов поймы. В тоже время, разработка карьеров носит локальный характер и оказывает влияние только на конкретный участок реки, ограниченный дамбами.

Довольно редко на формирование твёрдого стока и заиление русел рек оказывает фактор прорыва дамб (образование проранов). В связи с отсутствием паводковых водосбросов на подавляющем количестве земляных плотин, в период прохождения паводков в теле плотины формируются проран естественным путем (в результате размыва) или искусственным путем (в результате разрытия). В первом случае весь размывтый грунт из тела плотины попадает в нижележащий водоем, во втором случае – только часть, иногда значительная. Объем грунта, поступающего в чашу нижележащего пруда при формировании одного прорана, составляет от 30 м³ до 100 м³. Периодичность образования проранов - 1 раз в 20 лет.

3.5.2 Ветровая эрозия

Фактор влияния ветровой эрозии почв на заиление русел рек проявляется только в период прохождения

пыльных бурь. По оценкам некоторых исследователей, в шестидесятых годах прошлого века в результате пыльных бурь с поверхности сельскохозяйственных угодий степной зоны Краснодарского края было снесено около 3 км³ почвы. Учитывая, что ветры восточного направления пересекают основное направление русел рек, можно предположить, что часть взвесей почвы аккумулировалась в бассейнах рек и непосредственно в их руслах.

Ориентировочные расчеты показывают, что при осаждении наносов непосредственно на водную поверхность водоемов, на дне водоемом образовался слой наносов от 0,5 до 1,5 м.

Пыльные бури в степной части Краснодарского края бывают 1 раз в 2-3 года, повторяемость их на остальной части - раз в 5-6 лет. Сильные пыльные бури, охватывающие большую часть территории края, были в 1948, 1949, 1955, 1957, 1960, 1964, 1965, 1969 годах. Число дней с пыльными бурями колеблется от 3-5 до 10-12.

Наиболее опасными оказываются участки зяби и поля со слаборазвитой растительностью. Сухая распыленная почва при скорости ветра 4-7 м/сек "дымится" или на поверхности начинает "мести поземка", а при скорости ветра 15-20 м/сек. это явление переходит в "пыльную" бурю.

Сведения о пыльных бурях имеются, начиная с прошлого столетия. Так, имеются сведения, что в 1834 год на территории Таманского полуострова пронеслась пыльная буря, в результате которой у станции Таманской песком занесло посева, дома жителей и стены храма. Сильная пыльная буря возникла над Прикубанской степью

в 1928 году, подняв над землей верхний пересохший слой почвы и переместив ее на большие расстояния.

Наиболее продолжительными и сильными, носящими характер стихийных бедствий, были пыльные бури 1960 и 1969 годов. Пыльная буря 1960 года произошла, как обычно, весной, в апреле месяце. Она захватила значительную часть степных районов, причинив большой ущерб сельскому хозяйству. Большая часть развеемой почвы отложилась в лесных полосах, водоемах, на заветренных бортах балок и т. п., а остальная вынесена далеко за пределы региона [32, 33].

Эоловая пыль оседала на полях в виде наносов с ветровой рябью, высота гребней которой достигала 10 см, а расстояние между гребнями до 1 м. Высота валов в лесополосах составила 1,5-2 м при ширине 6-15 м. Значительная аккумуляция происходила в балках и долинах небольших степных рек, особенно в северной части края. Так, русло р. Кавалерки у ст. Новопашковской поднялось в результате заноса на 1 м. Глубина дефляции почвы на полях составляла 2-3 см.

Исключение по времени возникновения и интенсивности представляет собой пыльная буря 1969 г. Произошла она не весной, а зимой и продолжительность ее была значительно дольше, чем обычно, - в январе 5-7 дней, а в феврале почти 15 дней. Видимость снижалась до 200-300 м, а в некоторых районах была менее 100 м; скорость восточного ветра достигала ураганной силы - 35-45 м/сек, иногда до 50 м/сек. В результате на большей части Азово-Кубанской равнины был эродирован верхний наиболее плодородный слой почвы на глубину 2-3 см, а местами до

7-10 см.

Не менее значительный ущерб был нанесен и золовой аккумуляцией, так как было засыпано около 30 тыс.га пашни, многие населенные пункты, объекты сельскохозяйственного производства. полностью или частично оказались под сугробами пыли. Высота наносов в лесополосах достигала 4-5м, некоторые лесополосы были занесены полностью, засыпаны многочисленные оросительные каналы (рисунок 3.17).



Рисунок 3.17 – Засыпанный мелкозёмом оросительный канал в Ленинградском районе (1969 г.) [34]

В результате «черной» бури 1969 г. в Кущевском районе в хуторах Степной, Заводской, Воровской и др. золовая аккумуляция достигла 3 м мощности. В Выселковском районе - с. Выселки, п. Заречный и др. -

эоловая аккумуляция достигала 4 м, дефляция - 5-7 см глубины. В Крыловском районе - х. Георгиевский, в Брюховецком районе - с. Свободное - многие дома полностью были занесены эоловой пылью. В Усть-Лабинском районе в х. Безлесный эоловая аккумуляция достигла 3 м, дефляция - 3-5 см [35].

Огромный ущерб, нанесенный в 1969 г пыльной бурей в Краснодарском крае, дал толчок для интенсивной разработки методов по борьбе с ветровой эрозией. Наиболее совершенной защитой почвы от дефляции является растительность. Одним из видов такой защиты могут служить лесные насаждения, высаженные в виде полос поперек направления господствующих ветров. Ширина между полосами не должна превышать 500-600 м. На сегодняшний день значительные площади полезащитных полос нуждаются в регулярном лесоводственном уходе, некоторые требуют полной замены путем сплошной реконструкции.

За последние 30 лет, интенсивные пыльные бури в Краснодарском крае не наблюдались, поэтому данный фактор заиления русел рек носит эпизодический, но в тоже время катастрофический характер.

3.5.3 Заиление русел рек отмирающей водной растительностью

С поверхностным склоновым стоком в водоемы поступают минеральные и органические вещества способствующие активному развитию растительности в водоеме. С процессом зарастаемости неизбежно связан процесс заиления водоемов. Причиной заиления являются

отмершие остатки растительности, водорослей и планктона, опавшие листья деревьев.

Русла степных рек покрыты водной и прибрежно-водной растительностью (рдест, рогоз, тростник обыкновенный и др.) на 30 – 90%. Высокая густота покрытия наблюдается в верховьях прудов, где глубина воды незначительная, менее 0,5 м. В толще воды, активно развивается водная растительность (Рисунок).



Рисунок 3.18 – Заращение русла реки Бейсуг (октябрь, 2009 г.)

Отмирание водно-болотной, водной и водно-погруженной растительности. Данный источник заиления считается главенствующим, что связано с его площадным распространением (количество прудов, на которых мелководные зоны, заросшие растительностью, занимают до 70-100 % площади, колеблется на разных водотоках от 55% до 100%), с высокой биологической продуктивностью

водно-болотных формаций (до 4-5 кг/м², а на отдельных участках и более) и с постоянным фактором воздействия (отмирание растительности происходит ежегодно). Согласно эмпирическим данным скорость заиления водоемов за счет отложения растительных остатков оценивается от 1,5-1,8 мм до 10 мм в год.

Продукты распада макрофитов выполняют основную роль в заилении прудов. За счет жизнедеятельности высшей водной растительности в прудах ежегодно образуется от 10 до 40 т органического вещества, на формирование взвесей ежегодно идет 0,3 т фитопланктона. При степени зарастания 60–80% содержание органического вещества увеличивается до 23–26%. Следует учесть, что реально в природе продуцируется, потребляется и трансформируется биомасса в естественном сыром виде, а не органическое вещество, и котловина водоема заполняется отмершей и неразложившейся, не используемой животными частями растений в сыром состоянии, значительную долю которых составляют минеральные вещества.

Известно, что в водоемах слой иловых отложений за счет деструкции растений при степени зарастания 20% увеличивается на 3 – 4 мм, при 50 - 60% до 10 мм в год. Естественно, что в прибрежной зоне водоема слой ила будет несколько выше, чем в его центральной более глубокой части. Образующаяся годовая масса органического вещества в 3 - 15 раз превышает поступление почвенного материала в реки, при водной эрозии. Масса фитопланктона в водной толще прудов составляет около 300 ц/га, около половины, которого

утилизируется бактериопланктоном, беспозвоночными и растительными рыбами.

Заиление русел рек, отмершими остатками живых организмов и растительности, не считая катастрофических пыльных бурь, является главным фактором заиления русел степных рек. Подтверждением этого является содержание органического вещества в донных отложениях степных рек, величина которого колеблется от 10 до 25 %, в то время как в почве склонов речных долин она не превышает 4 - 5%.

Таким образом, заиление водоемов за счет растительных остатков в зависимости от степени зарастания водоема может колебаться от 2 до 10 мм в год (до 1м за 100 лет).

С целью снижения заиления и обмеления водоемов следует проводить ежегодное скашивание макрофитов, иначе неизбежно очередное затратное и трудоемкое «омолаживание» экосистемы путем углубления и механизированной очистки донных отложений водоема. В настоящее время расчистка русел степных рек осуществляется механическим способом и только на отдельных участках рек. Расчистка русел рек осуществляется в следующих целях: восстановления дренажной способности русла; понижения уровня грунтовых вод; обеспечения проточности русла; восстановления естественных нерестилищ. Проводимые мероприятия обеспечивают создание условий для улучшения санитарно-экологической, гидрогеологической и агротехнической обстановки.

С 2008 по 2014 годы расчистка русел осуществлялась на участках реки Понура в Калининском и Динском районах; на реках Сосыка, Лев. Бейсужек, Челбас, Ея и др. Расчистка русел рек механическим способом требует проведения значительных подготовительных работ. До начала строительства объекта должны быть выполнены работы и мероприятия по подготовке строительного производства, обеспечивающие осуществление строительства в заданные проектом сроки. На этапе организации работ по расчистке русел рек необходимо осуществить следующие работы:

- расчистка территории от камыша;
- устройство временных валов гидроотвалов (организация пульпочек);
- расчистка русла;
- биологическая рекультивация.

Осуществление расчистки русел рек требует привлечения строительных машин и механизмов, таких как экскаватор, бульдозер, кран, трактор, катер буксирный, баржа. Расчистка русла реки осуществляется землесосным снарядом. Расчищаемый грунт доставляется в чеки, которые используются как дренажные колодцы. Для этой цели оголовки нижнего бьефа устанавливаются в теле вала на оголовки верхнего бьефа. Вторая карта намыва (последующая) выполняет по отношению к первой карте функцию отстойника. Сбрасываемая вода, проходя последовательно через карты гидроотвалов, окончательно осветляется и затем сбрасывается обратно в водный объект. После завершения работ по очистке русла и наполнению карт намыва чековые сооружения

демонтируются. После завершения расчистки русла реки необходимо произвести рекультивацию строительных площадок и иловых отвалов.

Осуществление расчистки подобным способом требует значительных финансовых затрат. Так стоимость расчистки 100 метрового участка русла реки стоит в пределах от 2500 до 3500 тыс. рублей. Помимо значительных финансовых затрат существует ряд следующих проблем:

- вынимаемый илистый грунт складывается в прибрежной защитной полосе и русле реки. Для предотвращения попадания ила в реку устраивается дамба, материалом для которой зачастую служит чернозем;
- хранение илистого грунта частично в русле и прибрежной полосе высотой 2-4 м, приводит к изменению потока грунтовых вод к реке за счет уплотнения нижележащих почвенных горизонтов (до глубины 5-10 м), в результате возможно поднятие уровня грунтовых вод;
- взмучивание донных отложений при расчистке прудов приводит к вторичному загрязнению водного объекта, к снижению биологической продуктивности водоема.

Согласно ст.65 п.17 Водного кодекса [36] в границах прибрежных защитных полос запрещается размещение отвалов размываемых грунтов, следовательно, донные отложения должны размещаться за пределами прибрежных защитных полос (50 м), что приведет к значительному удорожанию проведения работ по расчистке русел рек.

В настоящее время существует ряд других способов очистки водоемов от иловых отложений, среди которых наиболее перспективным для условий Краснодарского края является биологическая очистка водоемов.

Принцип биологической очистки водоемом основан на использовании природной способности живых микроорганизмов к разрушению неживой органики, с последующим усвоением и конверсией продуктов разложения и биогенных элементов азота и фосфора в биогеохимическом цикле. Цикл переработки органической составляющей донного ила образует в качестве конечных продуктов воду и углекислый газ, не ухудшая при этом качества и гидрохимических показателей воды. Очистка водоемов может продолжаться в течение всего теплого вегетативного сезона (с мая по октябрь). Бактерии не боятся холода – при температурах ниже 0⁰С клетки превращаются в споры, чтобы при последующем потеплении снова ожить.

Накопленный мировой опыт применения микроорганизмов позволяет говорить о следующих преимуществах данного биологического метода:

- эффективность очистки воды в среднем составляет 85 - 90 %, донных отложений - до 70%;
- технология может использоваться в любых непроточных и слабопроточных водоемах любых размеров;
- технология универсальна для водоемов с различным уровнем загрязнения, как состарившихся естественно, так и долго подвергавшихся загрязнению промышленными, хозяйственно-бытовыми стоками;

- результат очистки прогнозируем на 95%;
- простота и удобство применения;
- технология устраняет первопричину экологической проблемы путем биодеструктуризации мертвой органики донных отложений до экологически безопасных элементов;
- толщина донных отложений уменьшается в объеме, разжижается, становится более легкой, благодаря чему вновь открываются заиленные родники;
- эффективно устраняется массовое размножение сине-зеленых водорослей, тины, ряски путем восстановления биологического баланса в водоеме;
- технология не оказывает на водоем и его обитателей никакого токсического или отрицательного воздействия, не нарушает биологического баланса водоема.

Применение биопрепаратов рекомендовано для очистки воды и донных иловых отложений, восстановления биологического баланса и самоочищения, загрязненных и испытывающих техногенную и антропогенную нагрузку прудовых и озерных водоемов - с высоким уровнем донных осадков, высокой мутностью воды, образованием неприятных запахов, засилием сине-зеленых водорослей, тины, ряски, периодическими заморами, ослабленным самоочищением, биологическим загрязнением.

Биопрепараты получили широкое применение в Европейских странах, Московской области, Ленинградской области.

Ориентировочная стоимость применения различных биопрепаратов для расчистки 100 метрового участка русла

реки, площадью не более 3000 м², глубиной 1,5 – 2 метра составит от 40 до 50 тыс. рублей, что практически в 100 раз дешевле применения механического способа очистки.

Для оценки эффективности применения биопрепаратов в условиях Краснодарского края необходимо провести комплекс научных исследований на отдельных прудах степных рек Краснодарского края. Ориентировочная стоимость подобных исследований составит 5 млн. рублей. Реализацию исследований можно осуществить в течении двух лет.

Полностью исключать вариант расчистки русел рек механическим способом нельзя, так как действие микроорганизмов эффективно только при устранении органической части иловых отложений, в то время как механическая расчистка может быть эффективна при устранении твердого стока. Данные методы расчистки русел рек должны использоваться в комплексе. За счет расчистки русел увеличится полезный объем прудов, что в дальнейшей увеличит водность рек.

Таким образом, анализ процессов заиления рек показывает, что основными факторами этого процесса являются ветровая эрозия и заиление рек отмирающей водной растительностью. Водная эрозия в бассейнах степных рек практически отсутствует из-за малых уклонов склонов долин (рисунок 3.19)

Суммарную по всем факторам среднегодовую скорость заиления водоемов в степной зоне можно оценить в пределах от 4-9 мм до 20-25 мм в год.

Мощность современных донных отложений (аллювиальные илы и илистые глины) оценивается в

пределах от 0,5-0,8 м до 3,0-3,5 м. При этом отмечается тенденция увеличения мощности отложений при движении с юга на север. Так для рек Понура и Кирпили преобладающая величина верхней градации этих отложений составляет до 1,0-1,5 м, рек Челбас и Бейсуг – до 2,0-2,5 м, а р. Ея – до 2,5-3,0 м.

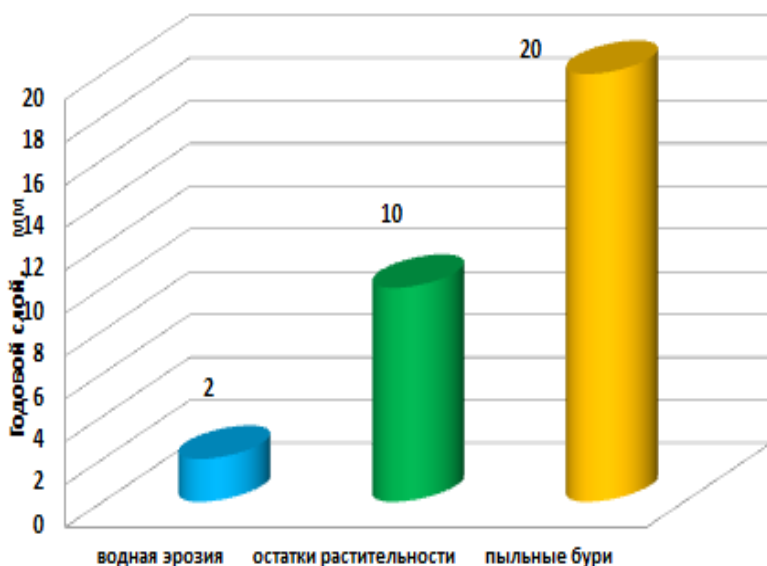


Рисунок 3.19 – Степень влияния природных факторов на заиление водоёмов

В результате заиления глубина многих прудов настолько уменьшилась, что в настоящее время их чаши представляют собой типичные заболоченные плавни, заросшие тростниковыми зарослями.

4 Гидрохимический и гидробиологический режимы рек

Значительная пространственно - временная изменчивость водности и минерализации рассматриваемых степных рек подтверждается в исторических документах. Так, например, жители селения Калниболотского, в 1793 г. разместившегося на берегу р. Еи, поначалу были удовлетворены природными условиями проживания. Но уже в 1800 г. в донесениях местных властей отмечалось: «...Переселенцы жалуются, что вода в колодцах станицы Калниболотской стала горькой». В 1801 г. они уже потребовали переселения на р. Кочеты, в том числе и из-за того, что вода не только в реке, но и в степных колодцах стала горькой [37].

По тем же мотивам перенесен курень Деревянковский с р. Еи на р. Челбас. Такая же проблема в 1800-1803 гг. возникла у жителей куреня Переяславского, в 1794 г., размещенного в вершине р. Сосыка. Жители переселились на р. Бейсуг к плотине Екатерино-Лебяжинского монастыря. В 1792 г. казаки, осевшие в устье р. Бейсуг, использовали ее воду не только в сельскохозяйственных, но и в пищевых целях. В 1849 г. условия жизни ст. Бриньковской обследовала комиссия войскового правительства. В отчете отмечалось, что качество воды ухудшилось, в частности, речную воду уже нельзя было пить по причине горько-соленого привкуса.

Только на этих примерах наглядно видны весьма значительные и быстрые изменения качества воды во

многих частях степных рек Азово-Кубанской равнины. Не все свидетельства переселенцев достоверны, поскольку бывали случаи, когда под предлогом ухудшения качества воды стремились переселиться на более плодородные земли или в местности, менее подверженные опасности нападения горцев. Вместе с тем, вариабельность солевого состава вод степных рек подтверждается и результатами химического анализа вод в советское время.

В этом контексте интересно привести сведения, собранные Л.Я. Апостоловым в конце XIX в.: «Наряду с наблюдениями, показывающими постоянное уменьшение вод, можно привести замеченное повсюду в (Кубанской) области какое-то периодическое повышение почвенной воды. В конце семидесятых в начале восьмидесятых годов [XIX в.] высохшие балочки наполнились водой, пруды и озера увеличились. Это явление... было замечено как в степной, так и в нагорной полосе, причем, по словам одних, вода в земле поднялась на $\frac{1}{2}$ аршина, а по словам других – на целый аршин (0,7 м). В середине восьмидесятых годов почвенные воды пошли на убыль, а начало девяностых годов, по видимому, сопровождалось наибольшим усыханием почвы. Говорят, что лет 30 тому назад было замечено подобное же явление. Теперь, к концу 90-х годов замечается опять некоторое повышение почвенной воды [38]. Очевидно, что эти фазы поднятия и опускания уровня грунтовых вод не были связаны с изменением количества атмосферных осадков. В противном случае на эту причинно-следственную связь обратил бы внимание Л.Я. Апостолов, опытный и вдумчивый исследователь, к тому же пользовавшийся

данными многолетних гидрометеорологических наблюдений Ф.Ф. Ланда. Обращает на себя внимание определенная цикличность, как будто бы совпадающая с цикличной природой вертикальных тектонических движений. Однако нельзя исключать, что существует гораздо более сложная зависимость таких колебаний, обусловленная наложением циклических изменений атмосферной циркуляции, увлажнения территории, водности Кубани и уровня Азовского моря. Существенную роль могут играть гидрогеологические условия развития артезианского бассейна, располагающегося на огромном пространстве Азово-Кубанской равнины, между южным флангом Ейского полуострова, Ахтарским плато и многочисленными лиманами и старицами описываемых степных рек. Значимость этого фактора видна по данным изучения распространения артезианских источников в пределах степных пространств, примыкающих к лиманам Албашинский, Долгий, Куцеватый, Горький, Сладкий (низовья рек Албаши, Мигута, Челбас). Например, в пределах охотничьего хозяйства, располагающегося на берегу лимана Куцеватый, существует артезианский колодец с дебитом 1 тыс.л/ч. Помимо многочисленных артезианских колодцев, в которых уровень воды фиксируется на глубинах нередко 0,5-2 м от дневной поверхности, в этом районе существуют и самоизливающиеся источники, в том числе и в пределах днищ многочисленных плесов и урочищ, описываемой лиманно-лагунной системы.

Таким образом, в течение сравнительно короткого промежутка времени с момента появления оседлого

населения Кубанской периферии Российской империи даже без проведения специальных исследований было выявлено существование сложной пространственно-временной изменчивости водного режима и качества воды степных рек Азово-Кубанской равнины, уровня воды в изолированных и полуизолированных лиманах, лагунах и озерах.

4.1 Гидрохимический режим рек

Качество воды водных объектов оценивается по соотношению содержания загрязняющих веществ в воде к предельно допустимым концентрациям (ПДК) установленным для водоемов рыбохозяйственного значения (таблица 4.1).

Содержание химических веществ в воде водных объектов зависит от множества природных и антропогенных факторов.

Воды степных рек отличаются повышенной минерализацией, в водах преобладает сульфат - ион. Следует отметить, что повышенное содержание минеральных веществ не носит антропогенного характера, а объясняется маловодностью рек, высокой минерализацией грунтовых вод и увеличением концентрации солей в результате испарения воды.

На основе имеющегося массива данных проанализировано пространственное (по длине русла) распределение контролируемых показателей, наиболее часто превышающих допустимые уровни. Среди них общая минерализация, магний, марганец, медь, сульфатов, фенолов, БПК₅, ХПК.

Таблица 4.1 – Значения ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения

Вещество	ПДК, мг/дм ³	Вещество	ПДК, мг/дм ³
Азот аммонийный	0,05	Хлориды	300
Азот нитратный	40	Цинк	0,01
Азот нитритный	0,08	Кальций	1880
Железо общ.	0,1	Нефтепродукты	0,05
Кадмий	0,005	Сухой остаток	1000
Магний	40	Фосфаты	0,2
Марганец	0,01	Хром 3+	0,07
Медь	0,001	Хром 6+	0,02
Никель	0,01	БПКпол	3
Свинец	0,006	рН	6,5-8,5
Сульфаты	100	Растворённый O ₂	≥4
Фенолы летучие	0,001	ХПК	15

Общая минерализация в исследуемых водоёмах распределена по длине реки равномерно (Рисунок). Исключение составила р. Ея, где наблюдается значительный рост минерализации от истока к устью. Значения этого показателя превышают значения ПДК на всём протяжении русел рек Ея, Челбас, Бейсуг. В пробах поверхностных вод рек Кирпили и Понура, общая минерализация не превысила допустимого уровня на всём протяжении русел.

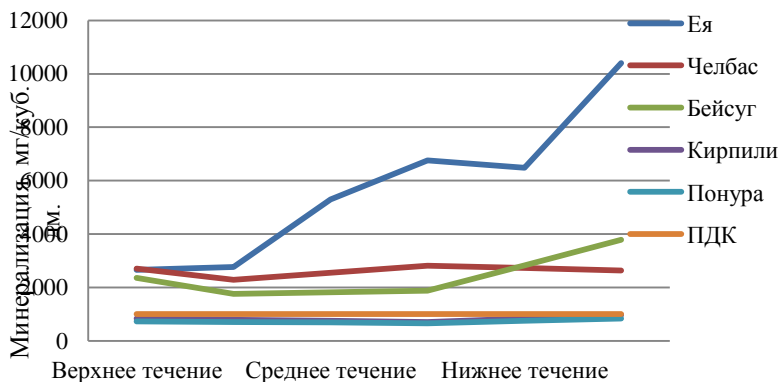


Рисунок 4.1 – Распределение общей минерализации по руслам степных рек

Динамика распределения концентрации магния по длинам русел исследуемых степных рек сходна с общей минерализацией (Рисунок 4.2).

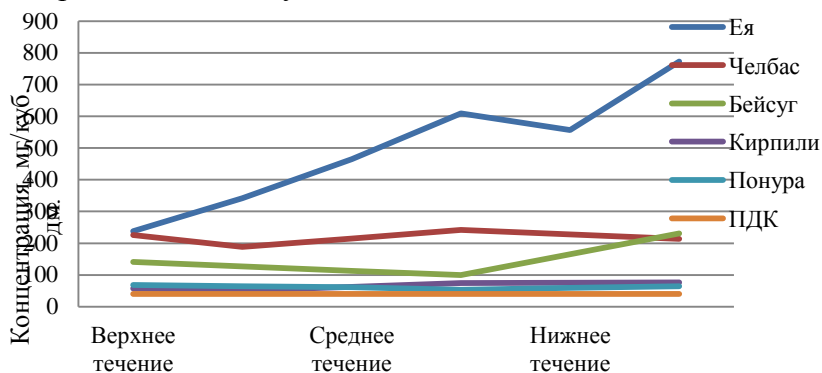


Рисунок 4.2 – Распределение концентрации магния по руслам степных рек

Концентрация магния в поверхностных водах превышает допустимый уровень во всех пунктах отбора проб на всех реках. Наибольшее содержание магния выявлено в поверхностных водах реки Ея (6 - 19 ПДК), наименьшие – в поверхностных водах рек Понура и Кирпили (до 1,5 ПДК). Отмечается значительный

рост концентрации магния в поверхностных водах р. Ея. По другим рекам концентрация магния по длине русел меняется незначительно.

Концентрация марганца превышает допустимый уровень на всех реках, кроме реки Кирпили (Рисунок .3).

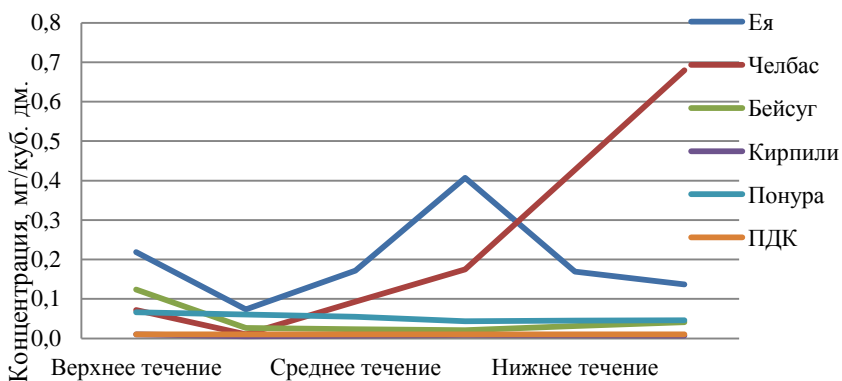


Рисунок 4.3 – Распределение концентрации марганца по руслам степных рек

На реке Ея отмечается резкий скачок роста концентрации марганца в среднем течении (в районе ст. Шкуринская). Наибольший рост концентрации отмечается по руслу реки Челбас – от 7 до 68 ПДК. По руслу реки Бейсуг концентрация марганца снижается от верхнего течения (12 ПДК) к среднему течению (2 ПДК), и возрастает к нижнему течению (4 ПДК). Для поверхностных вод реки Понура, также характерно снижение концентрации марганца от верхнего течения (6,7 ПДК) к нижнему течению (4,6 ПДК).

Концентрация меди превышает допустимые значения на всех исследуемых водоёмах (Рисунок).

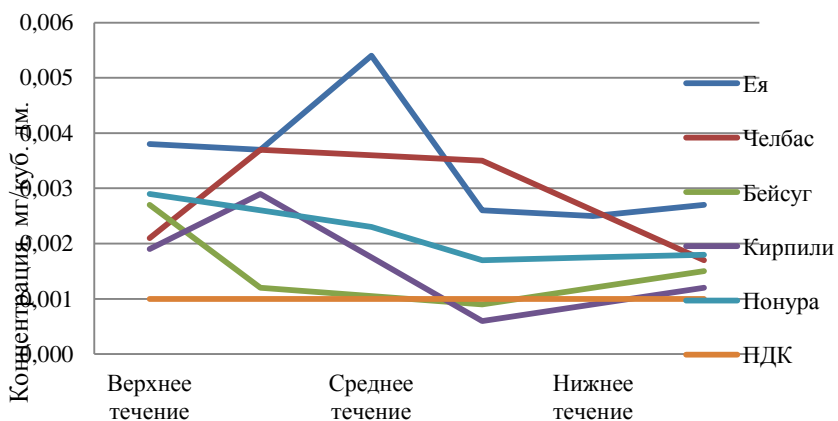


Рисунок 4.4 – Распределение концентрации меди по руслам степных рек (по данным исследований 2009 г.)

Отмечается повсеместное снижение концентрации от верхнего к нижнему течению. Наибольшие значения концентрации меди отмечаются в поверхностных водах реки Ея (ст. Крыловская – 5,4 ПДК). Следует отметить, что некоторое снижение концентрации в нижнем течении вызвано увеличением объёма стока и разбавлением контролируемого показателя. Поэтому можно сделать вывод о стабильном поступлении меди в поверхностный сток степных рек.

Распределение концентрации сульфатов в поверхностном стоке степных рек (Рисунок) повторяет динамику общей минерализации, что позволяет сделать вывод о доминировании данного показателя в структуре общей минерализации. Только в пробах воды поверхностного стока реки Понура, концентрация сульфатов не превысила допустимого уровня.

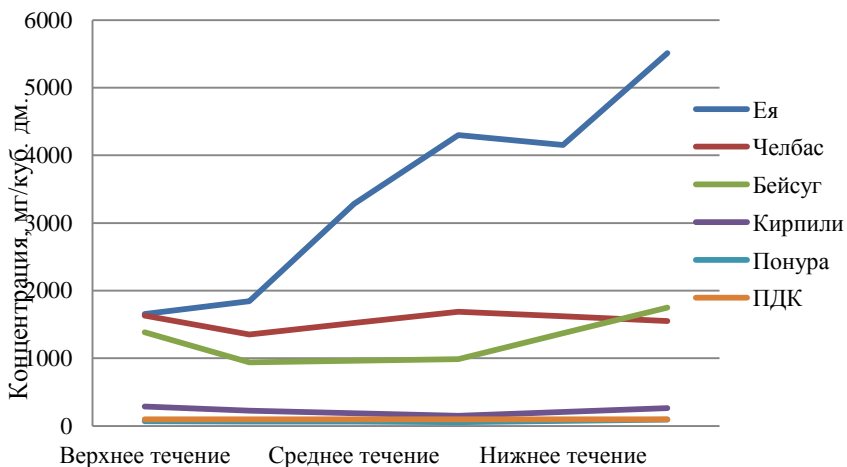


Рисунок 4.5 – Распределение концентрации сульфатов по руслам степных рек (по данным исследований 2009 г.)

Самые высокие значения демонстрирует река Ея, где происходит почти трёхкратный рост концентрации сульфатов от верхнего течения к нижнему течению. По остальным водоёмам колебания концентрации незначительны, что указывает на равномерное поступление сульфатов в поверхностный сток.

Анализ распределения концентраций фенолов в поверхностных водах (Рисунок 4.6) указывает на наличие процессов деструкции органического вещества на дне степных водоёмов с выделением данного контролируемого показателя. Повышенные концентрации фенолов отмечались в бассейне реки Понура (2,0 - 2,7 ПДК). В реках Понура, Бейсуг, Кирпили, Челбас отмечается повышение концентрации фенолов от верхнего течения к нижнему течению.

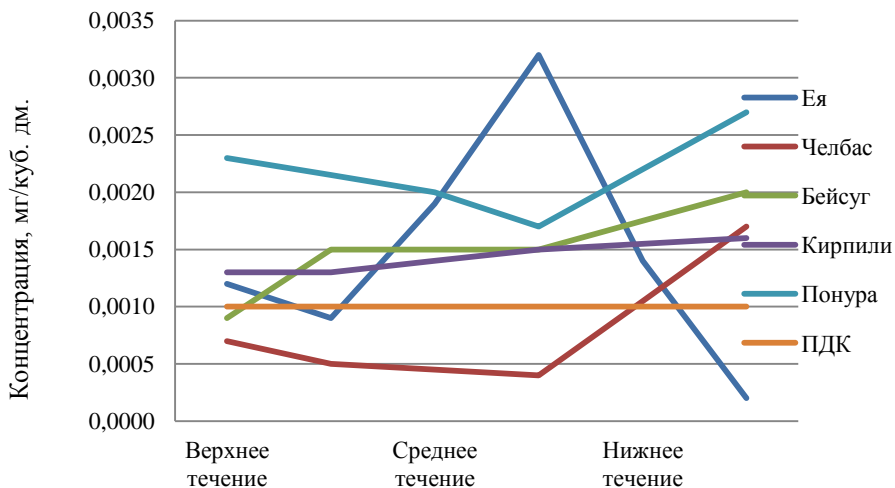


Рисунок 4.6 – Распределение концентрации фенолов по руслам степных рек

Наиболее заметно это на реке Челбас. На реке Челбас отмечается самые низкие концентрации в верхнем и среднем течении (0,4 - 0,7 ПДК), в нижнем течении происходит повышение до 1,7 ПДК.

Биологическое (БПК₅) и химическое (ХПК) потребление кислорода – показатели, позволяющие производить комплексную оценку качества природных вод на основе протекающих в них микробиологических процессов окисления растворённого кислорода (БПК₅); определения содержащейся в воде органики путём окисления реагентами при помощи катализаторов.

Анализ значений биологического потребления кислорода в поверхностных водах степных рек, показывает что в целом стабильная ситуация в верхнем и среднем течении ухудшается к нижнему течению (Рисунок). Особенно резко происходит на реке Кирпили и Ея

значения ПДК превышены в большинстве пунктов наблюдения, кроме реки Ея.

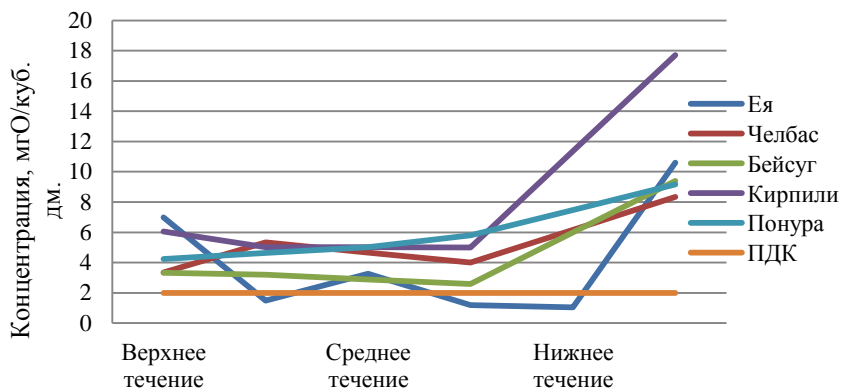


Рисунок 4.7 – Распределение концентрации БПК5 по руслам степных рек

Анализ значений химического потребления кислорода показывает превышения допустимого уровня на всех исследуемых реках (Рисунок), что объясняется естественными причинами: высокой степенью эвтрофикации водоёмов, низкой скоростью течения. Повсеместно отмечается рост значений контролируемого показателя от верхнего течения к нижнему течению.

Резкие колебания содержания отдельных загрязняющих веществ по длине рек вызвано, как их разбавлением более чистой водой притоков, так и увеличением их концентрации за счет поступления неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод с ОСК, животноводческих и птицеводческих ферм, фильтрационных стоков с несанкционированных свалок ТБО.

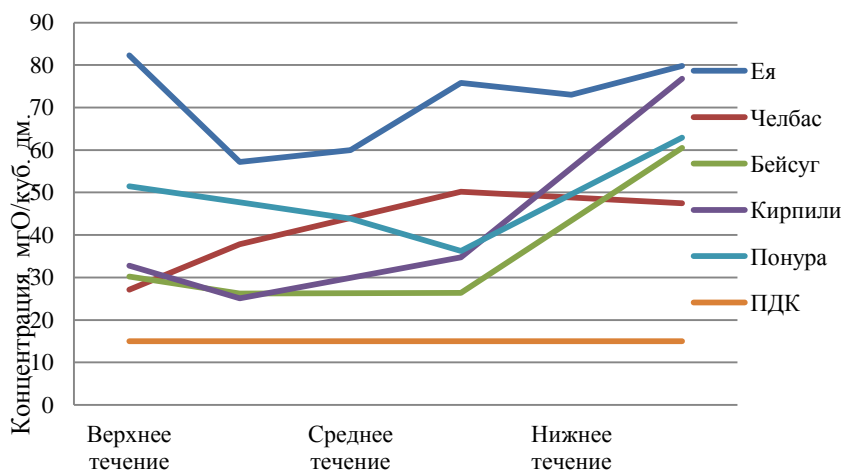


Рисунок 4.8 – Распределение концентрации ХПК по руслам степных рек

Река Меклета. Как показывают гидрохимические наблюдения в реке, повышенная минерализация, содержание растворенных примесей составляет от 3100 до 4850 мг/дм³. В водах преобладают сульфат- ионы их содержание составляет от 18 до 29 ПДК, также высока концентрация ионов кальция от 2 до 3.5 ПДК. Кислородный режим удовлетворительный и составляет 8-10 мг/дм³. Содержание органических веществ (по БПК) составляет 2 ПДК. Содержание нефтепродуктов достигает 0,13 мг/дм³ (2,7 ПДК). В воде содержится повышенное содержание железа общего - 17 ПДК и марганца - 19 ПДК.

Интегральная оценка качества воды, выполненная с использованием удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) [39], показала, что наиболее грязными были воды в верхнем течении реки Ея у ст. Новопокровской (четвертый класс, очень грязные воды разряда «г»), в нижнем течении в районе станиц

Шкуринской, Елизаветовка, Старощербиновская (экстремально грязные воды). Среди веществ определяющими (критические показатели) оказались сульфаты, марганец, магний, растворенный кислород.

Качество воды в р. Бейсуг по совокупности загрязняющих веществ неудовлетворительное. Наиболее грязными были воды в верхнем течении реки у п. Октябрьский и в нижнем течении в районе станицы Бриньковская (четвертый класс, очень грязные воды разряда «в»). Среди веществ определяющими качество воды (критические показатели) оказались сульфаты, марганец, БПК₅, растворенный кислород.

Качество воды в Кирпили по совокупности загрязняющих веществ (УКИЗВ) в целом было неудовлетворительным. Наиболее грязными были воды в нижнем течении реки у ст. Роговская (четвертый класс, очень грязные воды разряда «б») (рис. 7.4). Среди веществ определяющих качество воды (критические показатели) оказались БПК₅, марганец.

Загрязненность степных рек по УКИЗВ в последние годы имела тенденцию к снижению, т.е. в маловодные годы, за счет меньшего поступления загрязняющих веществ с поверхностными водами качество воды улучшается.

Следует отметить, что такое высокое содержание минеральных веществ в степных реках не носит антропогенного характера, а объясняется маловодностью рек, высокой минерализацией грунтовых вод и испарением с поверхности водотоков.

4.2 Формирование ионного стока степных рек

На основе анализа климатических и гидрогеологических факторов, сложившихся в реках бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона, установлена существенная роль химического состава подземных вод и испарения с водной поверхности в формировании ионного стока рек.

Высокая минерализация воды в реках Восточного Приазовья не позволяет использовать их для орошения сельскохозяйственных культур в условиях недостаточной водообеспеченности. Многочисленные пруды и водохранилища, построенные в 1960-е годы в руслах рек для целей орошения, не используются в связи с опасностью вторичного засоления черноземов. Для снижения минерализации речных вод и увеличения водности, разрабатывались водохозяйственные проекты по переброске стока рек Кубани и Дона в степные реки. Тем не менее, до настоящего времени недостаточно исследован вопрос формирования ионного стока степных рек, являющийся основой для разработки водохозяйственных мероприятий по снижению минерализации поверхностных вод.

Речные бассейны представляют комплекс элювиальных, супераквальных (надводных) и субаквальных элементов ландшафта, в результате миграции химических элементов через которые формируется геохимический ландшафт.

Проводимые в последние годы исследования гидрохимического режима степных рек не выявили существенного антропогенного влияния на качество

поверхностных вод [40]. К основным факторам формирования ионного стока степных рек данной зоны следует отнести климатические, гидрогеологические, почвенные условия территории и морфометрические характеристики бассейнов рек.

Засушливые климатические условия территории, на которой сумма годовых осадков существенно меньше величины испаряемости, позволяют предположить, что на формирование химического состава поверхностных вод Азово-Кубанской равнины значительное влияние оказывают процесс испарения воды с поверхности водоемов, ионный состав атмосферных осадков и приток минерализованных подземных вод.

Замедленный водообмен в степных реках, представляющих каскад прудов и водохранилищ, способствует повышению минерализации воды в результате «испарительного концентрирования» [41], что влечет за собой выпадение солей в осадок, усиление ионного обмена в придонных слоях водоемов и прочее.

В последнее десятилетие в научной литературе уделяется внимание процессам формирования ионного стока в реках с учетом трансформации ионного состава атмосферных осадков по пути их миграции по поверхности водосбора к водным объектам [41-45].

Ближайшей к территории Азово-Кубанской равнины станцией по исследованию ионного состава атмосферных осадков является фоновая станция «Кавказский биосферный заповедник», расположенная в горной зоне. В степной зоне наблюдения за концентрацией водородных ионов (рН) ведутся на метеостанции

«Круглик» (г. Краснодар). В данной статье проанализированы имеющиеся материалы наблюдений, проведено их сравнение с полученной авторами годовой динамикой ионного состава выпадающих в степной зоне атмосферных осадков.

Средняя годовая величина рН атмосферных осадков в регионе за последние три года находится в пределах 5,6–6,0, что не отличается от значений, установленных в начале 1960-х годов [46]. В течение года рН атмосферных осадков колеблется в пределах 5,3–6,7 (нейтральная кислотность) с экстремальным минимальным значением 4,59 (слабокислая, декабрь 2011 г.) и максимальным 7,4 (слабощелочная, март 2013 г.).

Химические примеси в выпадающих осадках распределяются следующим образом: анионы $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^-$; катионы $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$, что характерно для данной территории (таблица 4.2).

Общая минерализация в осадках, поступающих на поверхность бассейнов рек, в два и более раз превышает их концентрацию в осадках фоновой территории. Это возможно объяснить только тем, что предгорья Кавказа (фоновая территория) не подвержены запыленности и загазованности, характеризующейся содержанием гидрокарбонатных и сульфатных ионов.

Отмечаются значительные превышения концентраций ионов аммония, особенно в теплый период, что обуславливается его попаданием в атмосферу с сельскохозяйственных угодий. Вместе гидрокарбонаты и сульфаты составляют половину всех ионов. На катионную

часть осадков приходится около 30 % суммы ионов с преобладанием катионов кальция.

Таблица 4.2 – Среднегодовое содержание главных ионов в составе атмосферных осадков на территории Азово-Кубанской равнины, мг/дм³

Пункт	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Общая минерализация
Степная зона,	5,7	2,03	0,61	2,59	0,51	1,60	7,91	1,67	2,67	1,91	21,54
теплый период (IV-X)	5,4	1,58	0,77	2,49	0,56	2,02	7,75	0,75	2,57	1,90	20,43
холодный период (XI-III)	6,0	2,48	0,43	2,69	0,45	1,25	8,04	2,60	2,78	1,91	22,67
Фон, (Кавказский биосферный заповедник)	6,0-6,5	0,3-0,6	0,2-0,3	0,6-1,7	0,2-0,5	0,2-0,4	2,0-4,5	0,5-0,8	1-2	1,0-1,3	5-15
1960-е годы	5-6	1-3	0,6-0,8	3-4	0,4	0,4-0,7	8-10	2-3	3-4	-	10-25

В холодный период года наблюдается увеличение содержания ионов хлора и натрия, в теплый период – ионов калия и аммиака. Соотношения молярных концентраций эквивалентов натрия и хлора на фоновом участке, расположенном вблизи Черного моря, равны 1, что близко к значению этого соотношения в морской соли 0,86 [47]. На территории бассейнов степных рек эта величина составляет 1,5 в зимний и 3,3 в теплый периоды, что указывает на незначительное или полное отсутствие влияния морского аэрозоля на формирование химического состава осадков на исследуемой территории. Минерализация осадков за холодный и теплый периоды

отличается незначительно и находится в пределах 20–23 мг/дм³.

При сравнении состава атмосферных осадков 60-летней давности и настоящего периода не отмечается существенных различий, из чего можно заключить, что техногенная составляющая за прошедшие годы не изменилась или она вообще не играет существенной роли на изучаемой территории, которая на 90 % используется для выращивания сельскохозяйственных культур.

Диагностическая оценка влияния загрязненности атмосферных осадков на природную среду, проведенная по предложенным Гидрометслужбой критериям [48], показывает, что осредненные оценочные баллы концентраций химических примесей в осадках за год, теплый и холодный периоды менее 1, что соответствует зоне экологической нормы (таблица 4.3).

Однако к зоне риска относятся повышенные концентрации кислотообразующих ионов (нитратного и аммонийного азота, сульфатов), при этом концентрации NH_4^+ постоянно превышают ПДК, установленные для рыбохозяйственных водоемов в 3–4 раза.

При исследовании содержания ионов тяжелых металлов в выпадающих осадках степной зоны Краснодарского края также наблюдается повышенная концентрация ионов меди, железа, цинка и марганца, в отдельных случаях составляющая 3–8 ПДК_{рх} (таблица 4.4). Максимальные среднегодовые концентрации, превышающие ПДК в 6 и 4 раза, отмечаются по ионам меди и

Таблица 4.3 – Качественная оценка состояния окружающей природной среды по данным химического состава атмосферных осадков

Показатель	Единицы измерения	Экологическая норма	Среднегодовая		Теплый период		Холодный период	
			Концентрация	балл	Концентрация	балл	Концентрация	балл
Общая минерализация	мг/л	≤ 3	21,0	1,3	20,9	1,2	21,2	1,4
Удельная электропроводность образца	мкСм/см	≤ 5	34,29	1,1	41,48	1,4	27,10	0,9
pH	единицы pH	5,5-6,5	5,7	0	5,4	0,1	6,0	0
Cd	мг/л	0,001	0,0006	0	0,0002	0	0,001	0
Pb	мг/л	0,01	0,004	0	0,002	0	0,007	0
Zn	мг/л	$\leq 0,1$	0,02	0	0,03	0	0,015	0
SO ₄ ²⁻	мг/л	$\leq 1,0$	2,7	0,8	2,6	0,7	2,8	0,9
NO ₃ ³⁻	мг/л	$\leq 0,1$	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
NH ₄ ⁺	мг/л	$\leq 0,1$	1,6	2,6	2,0	3	1,2	2,2
Средний балл				0,9		0,9		0,8

и марганца, соответственно.

Таблица 4.4 – Среднегодовые концентрации ионов тяжелых металлов в атмосферных осадках Азово-Кубанской равнины, мг/дм³

Пункт	Cu (0,001) *	Zn (0,01)*	Pb (0,006) *	Cd (0,005) *	Ni ²⁺ (0,01)*	Fe (0,1)*	Mn (0,01) *
Степная зона	0,0056	0,023	0,004	0,0006	0,005	0,13	0,044
Теплый период (IV–X)	0,0045	0,033	0,002	0,0002	0,002	0,11	0,024
Холодный период (XI–III)	0,0067	0,015	0,007	0,0010	0,008	0,15	0,064
Фон, (Кавказский биосферный заповедник)	0,0020	-	0,002	0,002	-	-	-

Примечание: * - ПДК_{рх}

Территория Азово-Кубанской равнины в отдельные периоды испытывает воздействие трансграничного переноса воздушных масс и осадков. Аномальные по загрязнению осадки наблюдались 16 марта 2013 г. при выходе на территорию Краснодарского края со стороны Черного моря южного циклона, принесшего воздушные массы из стран Арабского полуострова. В первоначальном слое выпавших осадков (около 2 мм) содержание ионов было превышено по сравнению с обычными осадками: по меди в 8,8 раза, марганцу в 3,2, железу и цинку в 1,8 раза.

Осадки были насыщены взвешенными веществами (глинистые частицы) 489,2 мг/дм³, гидрокарбонаты достигли концентрации 84,2 мг/дм³ (в 10,6 раза выше среднего уровня), кальций 30 мг/дм³ (в 11,6 раза), магний

2,9 мг/дм³ (в 5,7 раза), сульфаты 23 мг/дм³ (в 8,6 раза), хлориды 5,7 мг/дм³ (в 3,4 раза), калий 2,9 мг/дм³ (в 4,7 раза), натрий 10,7 мг/дм³ (в 5,3 раза), нитраты 8,0 мг/дм³ (в 4,2 раза выше среднего уровня). Отмечались самые высокие значения за период наблюдений удельной электропроводности 199 мкСм/см, при этом рН повысился до 7,4, минерализация осадков превысила 160 мг/дм³. Наблюдаемый дождь по химическому составу и концентрации веществ не отличался от речных вод.

Привнос химических элементов с атмосферными осадками на территорию речных бассейнов зависит от их концентрации и количества. При среднем многолетнем количестве осадков 640 мм минимальное количество годовых осадков составляет 471 мм, максимальное 933 мм. За многолетний период наблюдений количество выпадающих осадков в теплый период на 100 мм превышает количество осадков зимнего периода 270 мм. В ходе исследований осредненная величина осадков по территории соответствовала многолетней норме, в то же время речной сток находился на уровне 75 % обеспеченности.

Суммарная годовая масса влажных выпадений химических элементов на территорию бассейнов степных рек составляет 13,6 т/км². В теплый период, когда происходит процесс испарения, выпадает 7,8 т/км², что на 2 тонны превышает массу выпадений веществ в зимний период. Масса влажных выпадений входит в годовые колебания (2005–2011 гг.), фиксируемые на фоновой станции «Кавказский биосферный заповедник», где при

меньшей минерализации осадков их количество в два и более раза превышает осадки над степной зоной.

В течение года на водную и земную поверхности поступает около 2 т/км^2 (20 кг/га) азотистых соединений (рисунок 4.9), из них 70 % выпадает в теплый период, что благоприятно для развития водной и суходольной растительности. Масса азотистых соединений, поступающих на поверхность водоемов с атмосферными осадками (22 кг/га), на порядок выше их привноса с окружающих сельскохозяйственных полей (не более 2 кг на 1 га площади водоемов).

Значительная роль атмосферных осадков в привносе NH_4^+ в водные объекты, где отсутствует прямое техногенное воздействие, подтверждается и другими исследованиями [49].

Большинство тяжелых металлов, поступающих на поверхность бассейнов рек с осадками, фиксируются почвенным поглощающим комплексом, микроорганизмами и растениями. Из тяжелых металлов, концентрации которых в осадках превышают ПДК_{рх}, в почву попадает около 80 кг/км^2 ($0,8 \text{ кг/га}$) железа, 34 кг/км^2 марганца, 15 кг/км^2 цинка, $3,5 \text{ кг/км}^2$ меди. Увеличение концентраций тяжелых металлов в почвах Краснодарского края в период выпадения осадков отмечается в работе Е.А. Ляшенко [50].

При отсутствии сведений о концентрации тяжелых металлов в атмосферных осадках, в частности, ионов меди, автор объяснил это явление мобилизацией ионов при изменении водно-воздушного режима почвы, что видимо, нуждается в уточнении.

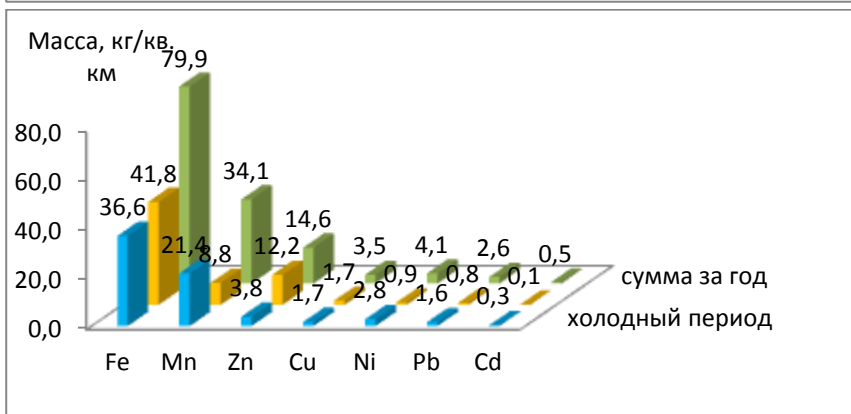
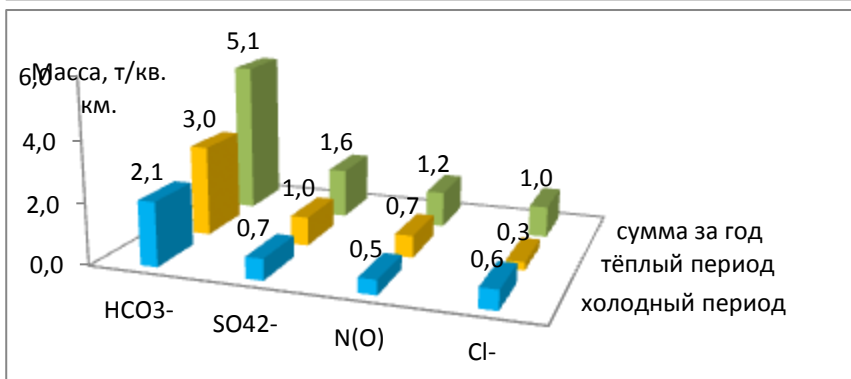
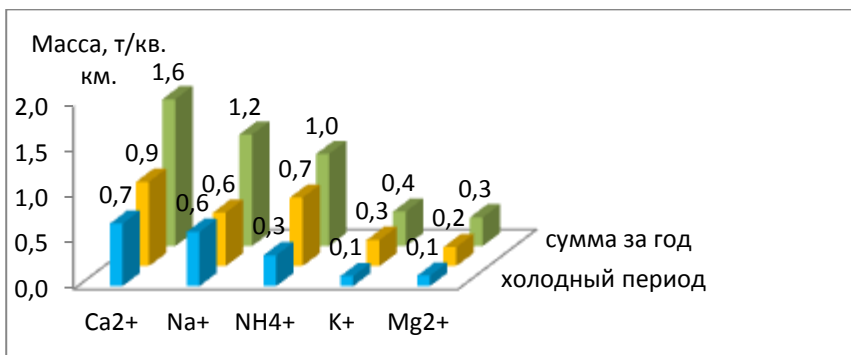


Рисунок 4.9 – Поступление химических элементов с атмосферными осадками на территорию Азово-Кубанской низменности

Плоский рельеф, высокие влагоемкость, водопроницаемость почв и эвапотранспирация, соизмеримая с количеством выпадающих осадков, а также слабый эрозионный врез речной сети создают неблагоприятные условия для формирования поверхностного и грунтового стока в реки.

Лучшие фильтрационные свойства грунтов и более высокие гидравлические уклоны потока обуславливают активный водообмен и формирование мало минерализованных вод. Так, в подрусловых потоках мелких балок формируются пресные воды с минерализацией от 0,3 до 1,0 г/дм³ гидрокарбонатно-сульфатного состава. В северной зоне, где выпадает на 20 % осадков меньше, формируются более минерализованные воды (до 2 г/дм³) сульфатно-гидрокарбонатного и сульфатного составов.

Почвенный покров в понижениях рельефа в основном представлен лугово-черноземными незасоленными и несолонцовыми почвами, характеризующимися выщелоченностью от карбонатов по профилю, наличием в профиле почвы прожилок ржавчины и марганцево-железистых конкреций. В слое почвы от 0,6 до 1,2 м наблюдается уплотненный горизонт с низкой водопроницаемостью, на котором и формируется временный грунтовый поток. Наименьшая влагоемкость почв в корнеобитаемом слое (1,5 м) составляет 270 мм (полугодовая норма осадков). Эвапотранспирация сельскохозяйственных культур, выращиваемых на территориях речных бассейнов, колеблется от 500 мм (подсолнечник) до 300 мм (озимая пшеница) в средний по

водности год. В годы повышенной влажности, эвапотранспирация повышается на 25–30 %.

В данной монографии не рассматриваются процессы привноса химических элементов со склоновым стоком, т. к. ландшафт территории, почвенные и гидрогеологические условия позволяют считать, что он незначителен.

Действующая водосборная площадь степных рек, на которой происходит формирование поверхностного и грунтового стоков, в 5–10 раз меньше площади бассейнов рек. Площадь водного зеркала степных рек сопоставима с действующей водосборной площадью и составляет 10–20 %.

Испаряемость в степной зоне Краснодарского края колеблется в диапазоне 750–1000 мм в период с апреля по октябрь. Как указывалось выше, потери на испарение с водной поверхности превышают величину годового стока р. Еи в 1,4 раза, для остальных рек испарение составляет 40–80 % от величины стока.

Столь высокие значения потерь при наличии стока в реках в меженный период подтверждают минимальную роль атмосферных осадков в формировании стока степных рек в теплый период, особенно для рек северной зоны Азово-Кубанской равнины. В этот период основным источником питания рек является приток подземных вод, который частично компенсирует потери воды на испарение (таблица 4.5). Испарение способствует повышению минерализации воды в реках.

Таблица 4.5 – Испарение с водной поверхности рек бассейна Азовского моря

Река	Объем стока, $P_{75\%}$, млн m^3	Испарение, млн m^3 /год	Подземный приток с учетом потерь на испарение, млн m^3 /год
Ея	66,2	94	80
Албаши	19,6	16	19
Челбас	78,6	55	47
Бейсуг	163,0	62	53
Кирпили	85,2	50	43
Понура	32,2	17	15

В результате превышения величины испаряемости над годовой суммой осадков концентрация ионов атмосферных осадков может увеличиваться более чем в два раза (до 50–60 мг/дм³), при этом концентрации ионов аммония, тяжелых металлов в речной воде должны существенно превышать ПДК_{рх}. В действительности этого не наблюдается, т. к. многие химические элементы подвергаются процессам адсорбции, используются живыми организмами.

При этом многолетних накоплений химических элементов в водах степных рек не происходит, т. к. полный водообмен в прудах и водохранилищах осуществляется за период от 9 (р. Кирпили) до 16 месяцев (реки Челбас, Бейсуг, Ея).

В речной воде степных рек превышено ПДК_{рх} по содержанию ионов марганца, магния, сульфатов.

Концентрация сульфатов в р. Ея превышает ПДК_{рх} в 40 раз.

В речной воде степных рек превышено ПДК_{рх} по содержанию ионов марганца, магния, сульфатов. Концентрация сульфатов в р. Ея превышает ПДК_{рх} в 40 раз.

Наблюдается тенденция увеличения общей минерализации, сульфатов, хлоридов, магния и марганца в водах рек междуречья Кубани и Дона от южных к северным бассейнам рек (от р. Понура к р. Ея).

Солевой баланс рек невозможно оценить без оценки привноса ионов с подземным питанием. В развитии озерно-лиманной системы и речной сети Азово-Кубанской равнины определяющую роль сыграли субширотные структуры Скифской плиты, к тектоническим разломам и понижениям которых приурочена речная сеть. Наличие тектонических разломов и флексур способствует выходу на поверхность, подземных вод Азово-Кубанского артезианского бассейна (АКАБ).

В бассейнах рек междуречья Кубани и Дона расположены пестрые по химическому составу водоносные комплексы неогеновых отложений с минерализацией от 0,5 до 5 г/дм³. Гидрокарбонатно-кальциевый состав характерен для южной части, гидрокарбонатно-сульфатный – для центральной, гидрокарбонатно-хлоридный и даже хлоридный натриевый – для северной.

Подземные воды, вскрываемые на глубинах от 65–150 м в южной части и 300–1200 м на остальной территории, преимущественно напорные,

пьезометрический уровень устанавливается на глубинах от 3–60 м ниже, до 2–30 м выше уровня земли [51].

Региональная область питания всех комплексов и горизонтов АКАБ – северный склон Большого Кавказа, правобережье Нижнего Дона, области разгрузки – Азовское море, нижние течения рек Кубань, Дон, Маныч и речная сеть степных рек Азово-Кубанской равнины. Подземные воды разгружаются в руслах рек, в долинах выклиниваются на поверхность в виде родников.

При расчете поступающих в реки с подземным стоком массы солей должен учитываться процесс испарения с водоемов, в которые осуществляется приток подземных вод. То есть, в теплый период фактический приток подземных вод в русла рек всегда больше фиксируемых расходов воды на гидрологических постах. Но при этом масса поступивших в реки солей практически не изменяется. Таким образом, при расчете привноса солей с подземными водами необходимо речной сток в теплый период, формирующийся за счет подземного притока, повышать на величину испарения. Учитывая гидрологический режим зарегулированных степных рек, можно принять, что снижение уровня в водоемах компенсируется подземным притоком на 50 % суммарного объема испарения (см. табл. 3).

Немногочисленные исследования химического состава воды родников, находящихся на особо охраняемых природных территориях бассейнов рек, показывают, что в бассейнах рек Понура, Кирпили, Бейсуг воды родников пресные, с минерализацией до 1,5 г/дм³. В бассейнах рек

Челбас и Еи минерализация воды в родниках увеличивается до $3,2 \text{ г/дм}^3$ (рисунок 4.10).

Воды родников содержат повышенное содержание магния, сульфатов, натрия и хлора (к сожалению, в имеющихся материалах нет данных о содержании ионов меди и марганца, которые присутствуют в повышенном количестве в реках). Однако данные химических анализов питьевых подземных вод из отдельных водозаборных скважин на месторождениях АКАБ свидетельствуют о содержании ионов марганца до 30 ПДК и железа до 7 ПДК [15].

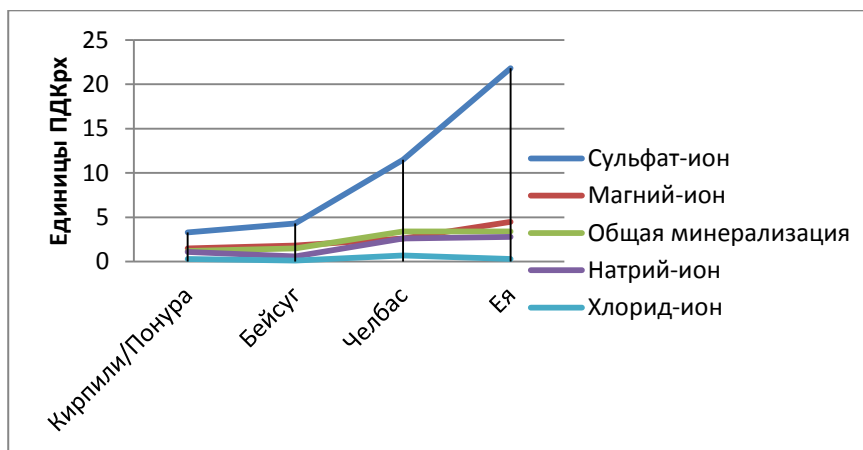


Рисунок 4.10 – Химические вещества в родниках бассейнов степных рек превышающие ПДК_{рх}.

Наиболее полно обследованы родники «Двойники», «Заповедный», «Колхоза им. Кирова» в бассейне р. Еи, поэтому для данной реки сделана попытка составить солевой баланс.

Масса химических веществ, поступающих в реки с формирующимся на действующей площади водосбора грунтовым стоком в зимне-весенний период (в другое время он отсутствует), рассчитана по объему весеннего стока (февраль–май) без учета притока подземных вод при величине минерализации $1,5 \text{ г/дм}^3$ (таблица 4.6).

При всех допущениях невязка баланса составила 14 %. При этом доля влажных выпадений в общей массе привносимых элементов не превышает 0,5 %, они являются основным источником поступления в реки ионов тяжелых металлов и азотистых соединений. Ионы железа, меди, цинка – важнейшие микроэлементы, участвующие в процессах питания и фотосинтеза для высшей водной растительности и гидробионтов, также они обладают способностью сорбироваться оксигидратом железа и осаждаться на дне водоемов [52], поэтому вынос данных элементов с ионным стоком рек меньше, чем привнос в речную систему.

С ионным стоком рек вынос ионов марганца превышает их привнос, т. к. значительные количества марганца образуются в процессе отмирания и разложения гидробионтов, в особенности синезеленых и диатомовых водорослей, а также высших водных растений. Превышение выноса главных ионов с речного бассейна над привносом объясняется отсутствием сведений о качественном составе грунтовых и подземных вод, неучтенными поступлениями веществ с частицами почвы в период пыльных бурь, а также процессами, происходящими в экосистеме водоемов.

Таблица 4.6 - Солевой баланс рек междуречья Кубани и Дона (на примере р. Еи)

Источник поступления (выноса)	Масса, тыс. тонн							Масса, тонн				Масса, тыс. тонн
	Ca ²⁺	NH ⁴⁺	Mg ²⁺	HCO ³⁻	SO ₄ ²⁻	N(O)	Cl-	Fe	Mn	Zn	Cu	
Атмосферные осадки	0,19	0,12	0,04	0,60	0,19	0,14	0,12	9,3	4,0	1,7	0,4	1,5
Подземные воды	20,3	0,02	14,4	16	174	4,5	6,0	1,1	-	-	-	246
Грунтовые воды	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80
Сточные воды	-	-	-	-	0,15	-	0,05	-	-	-	-	2,5
Ионный сток рек	25,6	0,001	36,8	17,8	275	0,02	26,3	1,6	11,2	0,3	0,2	382
Баланс, (±Δ)	-5,1	0,14	-22,4	-1,2	-110	4,6	-20,1	8,9	-	-	-	-52

Антропогенная составляющая в солевом балансе р. Еи играет несущественную роль, т. к. при объеме сточных вод 2 млн м³ с массой химических веществ 2500 т (менее 1 % от всех поступлений) минерализация сбросной воды в 2–3 раза меньше, чем вода в приемных водоемах. Сточные воды в основном представлены хозяйственно-бытовыми стоками, образующимися после использовании питьевых подземных вод (нерусловых), поэтому в целом отрицательного воздействия на экосистему водоемов р. Еи они не оказывают. Со сточными водами в реку привносятся в основном сульфаты 1500 т/год и хлориды 500 т/год.

Ежегодно с речным стоком степных рек в Азовское море поступает около 1 млн т химических элементов, что всего в 4 раза меньше, чем привносится р. Кубань, сток которой более чем в 20 раз превышает сток степных рек. С ионным стоком рек Еи и Бейсуг в море привносится более 60 % химических веществ, формирующихся в речной сети междуречья Кубани и Дона.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что основным фактором формирования ионного стока степных рек является привнос химических элементов с подземным притоком в русла рек. Это затрудняет выбор водохозяйственных мероприятий по снижению минерализации воды в степных реках, особенно в северной части междуречья Кубани и Дона.

Предлагаемые меры по снижению испарения с поверхности водоемов путем увеличения их глубины, ликвидации неиспользуемых водоемов, созданию более крупных водохранилищ, а также снижению площади

зарастания водоемов с учетом рыбохозяйственного назначения до 25–35 % не позволят довести качество речных вод до нормативов, предъявляемых к оросительной воде.

Таким образом, использование метода солевого баланса при выявлении основных факторов, формирующих ионный сток рек междуречья Кубани и Дона, позволило установить, что гидрогеологический фактор является главенствующим. Выклинивающиеся в русла рек воды неогеновых водоносных комплексов с высокой минерализацией изначально создают повышенную минерализацию поверхностных вод (1–5 г/дм³), масса привносимых элементов превышает 60 % от ионного стока рек.

Выпадающие осадки привносят менее 0,5 %, при этом незначительное разбавление поверхностных вод происходит только в зимне-весенний период, когда отсутствует испарение с водной поверхности. С осадками в речные системы поступает значительное количество тяжелых металлов и азотистых соединений, которые используются в процессах питания и фотосинтеза высшими водными растениями и гидробионтами.

В результате испарения концентрация солей по мере движения воды от истока к устью повышается на 7–20 %, за исключением р. Еи, в которой минерализация воды увеличивается более чем в два раза.

Работа с вышеизложенным материалом показала необходимость в дополнительных исследованиях гидрохимического режима грунтовых вод, выходов подземных вод (родников), формирующих ионный сток

рек междуречья Кубани и Дона с целью разработки оптимальных водохозяйственных мероприятий по снижению минерализации поверхностных вод.

4.3 Гидробиологические показатели качества воды

Данные исследования впервые проведены специалистами Северо-Кавказского филиала ФГУП РосНИИВХ (г. Новочеркасск) и были использованы при разработке проекта «Схема комплексного использования и охраны водных объектов рек бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона».

В условиях антропогенного воздействия гидробиологические показатели качества воды в степных реках наиболее подвержены изменениям. В тоже время, режим малых рек формируется специфичными условиями регионов и, как правило, в каждом бассейне имеет свои особенности.

По состоянию гидробиоценозов водная толща практически всех исследуемых рек справляется с антропогенной нагрузкой. Только на устьевых участках р. Челбас, Бейсуг, Сосыка, Понура и Кирпили осенью, при дефиците воды и практически полном прекращении водообмена, (или очень слабом течении), создаются неблагоприятные экологические условия для развития гидробионтов.

Фитопланктон – первое звено трофической цепи, играет значительную роль в функционировании пресноводных экосистем. Способность фитопланктона адекватно реагировать на изменение условий окружающей

среды определяется его большим видовым разнообразием и, как правило, коротким жизненным циклом.

Показатели фитопланктона характеризуют качество тех водных масс, в которых протекает их развитие. Загрязнение водного объекта влияет на фитоценоз, изменяя его структурные характеристики. Это позволяет использовать показатели его развития для оценки качества вод и состояния водного объекта.

Наиболее важными фазами в годовом цикле развития фитопланктона в водных объектах, определяющими общий уровень продуктивности, являются периоды биологической весны и биологического лета.

Основу фитопланктона составляют зеленые, диатомовые, синезеленые и эвгленовые водоросли. Всего встречено 69 видов, из которых весной и осенью наиболее массовыми были зеленые водоросли – 42%, диатомовые составляли 20%, синезеленые – 17%, эвгленовые – 14% и прочие менее 7 %.

Большинство видов являются индикаторами сапробности, среди зеленых преобладали β -мезосапробы, диатомовых – β -, α - β -, α -мезосапробы, синезеленых – α - β -, β -мезосапробы.

Для р. Кагальник характерно преобладание зеленой водоросли *Scenedesmus acuminatus*, однако содоминантами в среднем течении реки являются зеленые, диатомовые и эвгленовые водоросли, в устье – диатомовые и синезеленые.

В р. Кагальник доминирующий комплекс в среднем течении представлен диатомовой водорослью *Navicula*

gracilis (32 %) и эвгленовой *Trachelomonas volvocina*, в устье – диатомовыми и зелеными водорослями.

Для устьевого участка р. Сосыка характерно доминирование эвгленовой *Trachelomonas volvocina*, зеленой *Ankistrodesmus pseudomirabilis* и синезеленой водоросли *Oscillatoria limnetica*.

Эвгленовые водоросли рода *Trachelomonas volvocina* и др. обычно интенсивно развиваются в водных объектах с органическим загрязнением, особенно в условиях самозагрязнения органическими веществами растительного происхождения. Эвгленовые водоросли требовательны к повышенному содержанию в воде растворенного железа. Благоприятные условия для их развития созданы в воде с повышенным содержанием железа в среднем течении р. Кагальник и в р. Сосыка, где и происходит их массовое развитие.

Для рек Кагальник, Челбас, Бейсуг, видовое разнообразие осеннего фитопланктона увеличивалось к устью за счет развития зеленых водорослей, а в реках Кирпили, Ея к устью – снижалось. В весеннем фитопланктоне р. Челбас, Бейсуг, Ея число видов уменьшалось по длине рек к устью, и лишь в р. Кагальник от середины водотока к устью этот показатель возрастал от 15 до 31 вида.

В весенний период массовыми видами в среднем течении р. Челбас были зеленая водоросль *Ankistrodesmus pseudomirabilis* (29 %), диатомовая *Merismopedia tenuis* и синезеленая *Microcystis pulvereus* (по 13 %), в устье диатомовая *Cyclotella Küetzingiana* и зеленые родов *Chlamidomonas* и *Scenedesmus*. Доминирующий комплекс

видов *C. Kuetzingiana* и р. *Scenedesmus* характерен для среднего течения р. Бейсуг и р. Кирпили.

На устьевом участке реки Бейсуг массово встречались диатомовая *C. Kuetzingiana* (40 %) и зеленая водоросль *Crucigenia tetrapedia* (10 %), а в р. Кирпили – зеленая *Scenedesmus quadricauda* и синезеленые *Merismopedia minima* и *Oscillatoria limnetica* (12 и 10 % соответственно).

В р. Понуре явного доминирования водорослей определенного вида не обнаружено, содоминанты: диатомовые р. *Melosira* и зеленые р. *Scenedesmus*. В среднем течении реки Ея также массово развивались зеленые водоросли р. *Scenedesmus* и синезеленая *Oscillatoria limnetica*, к устью массовое развитие получили зеленые водоросли *Ankistrodesmus pseudomirabilis* и *Scenedesmus acuminatus* при содоминировании диатомовой *Cyclotella Kuetzingiana*.

В осеннем фитопланктоне преобладание постепенно переходит к наиболее стойким по отношению к неблагоприятным условиям среды, формам.

Осенью в отобранных пробах число видов альгофлоры колебалось от 19 (р. Ея, устье) до 35 видов (р. Бейсуг, устье), весной – от 18 (р. Челбас, устье) до 34 (р. Бейсуг).

В р. Челбас (х. Привольный) массовое развитие получили зеленые водоросли *Crucigenia tetrapedia* (о-α), *Ankistrodesmus pseudomirabilis*, содоминантой присутствовала синезеленая *Gomphospaeria lacustris* (о-β). К устью на доминирующее положение вышли синезеленые о-β-сапроб *Oscillatoria limnetica* (19,4 %) и зеленая

Ankistrodesmus pseudomirabilis (14,7 %), содоминанты – синезеленые *Merismopedia minima* и *Microcystic pulverea*.

В среднем течении р. Бейсуг в качестве доминантов присутствуют диатомовая *Nitzschia gracilis* (22,2%), зеленая *Ankistrodesmus pseudomirabilis* (11,4%), а также синезеленые о-β-сапроб *Oscillatoria limnetica* (17,2%) и *Oscillatoria amphibia* (5%). В устьевом участке реки происходит смена доминирующего комплекса, который представлен зелеными *Scenedesmus quadricauda* (21,5%), и *Crucigenia tetrapedia* (5%), а также синезелеными *Merismopedia minima* и *Oscillatoria limnetica* водорослями.

Для р.Кирпили состав доминантов практически одинаков в весной и осенью. Это синезеленые *Oscillatoria tenuis*, *Oscillatoria limnetica*, *Oscillatoria amphibia* и зеленые – *Scenedesmus quadricauda*, *Ankistrodesmus pseudomirabilis*.

Наименьшее число видов обнаружено в р. Ея, при массовом развитии в среднем течении реки синезеленой *Oscillatoria limnetica* (68 %). На устьевом участке в доминирующий комплекс входят примерно в равных долях диатомовые, зеленые и синезеленые.

В альгоценозе р. Понура доминирует синезеленая водоросль *Oscillatoria limnetica* при массовом развитии зеленых *Scenedesmus obliquus*, *Scenedesmus acuminatus* и *Crucigenia limnetica*.

В фитопланктоне р. Сосыка преобладают зеленые и эвгленовые водоросли.

Комплекс водорослей рода *Oscillatoria* осенью развивается повсеместно и представляет собой сообщество, руководящая роль в котором принадлежит синезеленым водорослям. Такие структурные изменения в

планктонном фитоценозе в весенне-осенний период являются следствием разного уровня развития водорослей.

Общая численность весеннего фитопланктона варьировала от 245 до 5184 тыс. кл/см³. Максимальные значения наблюдались в среднем течении р. Челбас, Бейсуг, Понура, а минимальные – р. Бейсуг (устье), Ея, Сосыка, Кагальник (среднее течение).

Вместе с тем, если для р. Челбас, Бейсуг характерно снижение уровня развития сообщества к устью, то для р. Кирпили, Кагальник увеличение численности произошло в устьевых участках рек Кирпили (1476 и 5184 тыс. кл/см³) и Кагальник (486-1043 тыс. кл/см³, соответственно).

Осенью количественные показатели сообщества более значительны. Их величины колебались от 610 до 16 280 тыс. кл/см³. Наиболее активно сообщество развивалось на устьевом участке рек Кирпили, Челбас и в среднем течении р. Бейсуг.

Массовое размножение синезеленых водорослей определяется наличием оптимальных условий среды. Интенсивность накопления биомассы и темп развития синезеленых водорослей тесно связаны с условиями азотного питания и специфичностью отношения того или иного вида к формам соединений азота в водной среде. У синезеленых водорослей присутствует четко выраженная специфичность по отношению к окисленным и восстановленным формам соединений азота, что обусловлено особенностью их ферментных систем, в частности нитратредуктазы, к восстановлению нитратов. Синезеленые водоросли характеризуются значительно меньшей нитратвосстанавливающей способностью, чем

филогенетически более молодые виды на Земле, например, зеленые водоросли.

Перифитон является одним из важнейших компонентов водных экосистем. Он включает в себя организмы разных таксономических групп от бактерий до насекомых. Основным группам организмов, составляющих фитоперифитонные биоценозы (водорослям, простейшим и коловраткам) свойственно высокое видовое разнообразие, короткий жизненный цикл и способность быстро реагировать на изменение внешней среды, что делает их одним из лучших показателей состояния водных объектов. Благодаря своей приуроченности к субстрату, фитоперифитон позволяет судить о среднем загрязнении воды на соответствующем речном участке за определенный промежуток времени.

В целом для фитоперифитона рек Приазовья характерна полидоминантность и высокая частота встречаемости. Практически для всех видов, особенно массовых, определены индексы сапробности (свыше 80%). Индекс сапробности находился в пределах III класса качества вод. В соответствии с Р.52.24.309-2011 воды рассматриваемых рек можно отнести к умеренно загрязненным.

В соответствии с классификацией водных экосистем по уровню экологического регресса (по РД 52.24.633-2002) реки по развитию фитоперифитона находятся в состоянии антропогенного напряжения с элементами экологического регресса (число видов от 15 до 45).

Одним из звеньев, составляющих гидробиоценоз, является зоопланктонное сообщество. Зоопланктон малых рек представляет собой устойчивые группы организмов, существование которых поддерживается определенной присущей ему организацией. Благодаря этому, они способны к быстрой перестройке путем смены одних видов и таксономических групп другими, быстрому формированию и возобновлению после различного рода нарушений.

Видовой состав и трофическая структура зоопланктона малых рек чутко реагируют на все многообразие факторов, характерных для водотоков. К ним относятся избыточное поступление органических и биогенных веществ, которое, в свою очередь, зависит от комплекса естественно-гидрологических антропогенных и зоогенных нарушений.

Осенью зоопланктон по видовому разнообразию крайне беден и представлен тремя основными группами: коловратками (8 видов), веслоногими (3 вида) и ветвистоусыми (2 вида). В большом количестве отмечаются науплии и копеподиты.

Число видов колеблется от 6 до 9. Наибольшее количество видов зоопланктона характерно для р. Сосыка, Челбас (устье) и Бейсуг. Чаще всего встречаются в р. Бейсуг (среднее течение), Ея (устье) и Сосыка виды *Keratella quadrata* (о-β), *Brachionus calyciflorus* (β-α), *Brachionus angularis* (β-α), *Asplanchna priodonta* (о-β).

Совершенно иное распределение видов наблюдается весной. В зоопланктоне рек встречено 45 видов и

разновидностей, из них коловраток – 21, ветвистоусых (кладоцер) – 6 и веслоногих рачков (копепод) – 15.

В зависимости от водного режима и условий обитания в исследуемых реках состав зоопланктона колеблется от 2 до 24 видов и разновидностей. Практически везде доминирующую роль играют веслоногие, в реках Челбас, Бейсуг, Понура, Ея (устье) также чаще встречаются веслоногие и коловратки.

При этом видовое разнообразие увеличивается к устью в реках Челбас (4 – 21), Бейсуг (6 – 19), Ея (5 – 9), Кагальник (2 – 9 видов), а в реке Кирпили наоборот – устью видовое разнообразие снижается.

Крайне бедное количество зоопланктона отмечено в среднем течении рек Челбас (4), Бейсуг (6), Ея (5), Кагальник (2 вида). Чаще всего встречаются из коловраток виды р. *Brachionus*, *Asplanchna priodonta* (0-β), из ветвистоусых *Bosmina longirostris* (0-β), *Chydorus sphaericus* (0-β), из веслоногих *Calanipedia aquae dulcis*, *Mesocyclops leuckarti*, *Acantocyclops* sp., *Eucyclops* sp. и копеподы *Copepoda* и *Calanoida*.

По количественным показателям в рассматриваемых реках отмечен высокий уровень развития сообщества осенью. Диапазон колебания общей численности составляет 8,08-32,2 тыс. экз./м³ и общей биомассы 54,66-225,4 мг/м³. Весной 7,6 – 219,2 тыс. экз/м³ и 31,36-3796,8 мг/м³ – соответственно.

Осенью максимальные значения как по численности, так и по биомассе наблюдаются в среднем течении р. Челбас, минимальные – на устьевом участке р.Кагальник.

Особенностью структурного сообщества зоопланктона рек является постоянное присутствие в существенных количествах молоди.

Как численность, так и биомасса формируются за счет массового развития науплий и копеподит. Их доля доходит до 80-100% общей численности и биомассы.

Наряду с вышеперечисленными в состав доминирующего комплекса зоопланктона на отдельных реках входят коловратки *Keratella quadrata* (р. Челбас – среднее течение, р. Ея – устье и р. Сосыка) и каланиды *Cyclops strenuus* (р. Ея - среднее течение, р. Кагальник – среднее течение и р. Кирпили – устье) и *Cyclops tatricus* (р. Кагальник – устье).

Весной показатели, как общей численности, так и биомассы, значительно выше. Максимальные значения наблюдались в р. Ея (устье), Бейсуг (среднее течение), Кагальник (устье), а также значительно возрастали от середины к устью в р. Челбас (8,0 – 30,14 тыс. экз/м³ - численность и 31,36-323,6 мг/м³ - биомасса), Кирпили (8,76 – 29,6 тыс. экз/м³), Ея (22,4 – 219, 2 тыс. экз/м³ и 357,4 – 3797 мг/м³), Кагальник (22,4 – 59,2 тыс. экз/м³ и 260,6 – 1876 мг/м³, соответственно)

В реке Бейсуг основную численность составляли коловратки (93% и 76%) при доминировании *Brachionus calyciflorus spinosus*, *Asplanchna priodonta*, а биомассу – коловратки и веслоногие.

В реке Кирпили количественно преобладают в среднем течении веслоногие *Eucyclops* sp., *Acanthocyclops* sp., *Mesocyclops leuckarti*, в устье – коловратки р. *Brachionus*. Основу биомассы составляют в среднем течении

ветвистоусые и веслоногие рачки, в устье – веслоногие и коловратки.

Численность и биомасса в реке Ея определялась массовым развитием веслоногих Копеподит и *Calanipeda aquae dulcis*.

Отмечено преобладание в среднем течении р. Кагальник, как по численности, так и по биомассе, ветвистоусых *Chydorus sphaericus*, в устье – веслоногих каланипед и копеподит.

Для р. Сосыка характерно доминирование веслоногих каланипед, которые как по численности, так и по биомассе составляли основу сообщества.

В р. Понура активно развивались коловратки и веслоногие, однако биомассу определяли ветвистоусые и веслоногие.

Весной индексы сапробности (ИС) были в пределах 1,50-2,42, что позволяет оценить качество воды исследуемых рек по состоянию зоопланктона как умеренно (слабо) загрязненные. Исключением является устьевой участок р. Бейсуг, где ИС=2,76 и эти воды можно охарактеризовать как загрязненные.

Роль донных организмов в процессах биологического самоочищения заключается в минерализации органического вещества за счет олигохет, а также изъятия из толщи воды фильтраторами моллюсками и личинками хирономид взвешенных веществ. Донные сообщества, стабильно локализующиеся в течение длительного времени на определенных биотопах и обладающие приуроченностью к определенным

субстратам, являются индикаторами качества придонных слоев воды, особенно в малых реках.

Сообщество зообентоса исследуемых рек представлено организмами пресноводного комплекса, относящимися к четырем основным группам - моллюскам, червям, ракообразным и насекомым.

Наиболее разнообразен зообентос в р. Челбас (ст. Привольная, устье), Кагальник (ст. Кагальницкая), Бейсуг (ст. Октябрьская, устье) и Ея (ст. Крыловская). В остальных реках бентофауна крайне бедна и состоит практически из хирономид (р. Ея, устье, Кирпили), к которым в р. Кагальник, Понура, Сосыка добавляются олигохеты.

В р. Кагальник, Понура, Сосыка на долю олигохет приходится от 44 до 75 % .

Олигохеты, как известно, образуют очаги скопления в местах значительного органического загрязнения, вытесняя другие группы организмов. Сильное органическое загрязнение не всегда сопровождается массовым развитием олигохет, т.к. плотность их популяции зависит многих факторов – условий седиментации, качества грунта, хищников, сезона года и др., при этом решающее значение на распределение олигохет оказывают следующие факторы:

- характер грунта;
- степень развития биоценоза;
- взаимоотношения с другими группами биоценоза, прежде всего, с хирономидами.

Хирономиды присутствовали практически во всех отобранных пробах. Их численность колебалась от 13 до 100 %.

Формирование в макрозообентосном сообществе олигохетно-хирономидного комплекса при практически полном отсутствии организмов – представителей чистых вод (ручейников, поденок, веснянок и т.п.) является следствием высокого уровня антропогенного загрязнения.

Моллюски видов *Mollusca Lymnea lagoris*, *Mollusca Lymneatruncotula*, *Mollusca Segmentina montrazoniana*, обитатели застойных грязных вод, обнаружены в р. Челбас, а *Mollusca V.Viviparus*, *Mollusca Amesoda solida*, *Mollusca unio tumiclus* – в р. Кагальник (ст. Октябрьская), где соответственно в основном составляли биомассу бентоса.

Лишь в районе ст. Кагальник в р. Кагальник обнаружены личинки поденок - обитателей чистых вод, однако основу численности составляют олигохеты и личинки комаров. В этом месте в 80-х годах прошлого столетия была проведена расчистка русла реки, что позволяет речной экосистеме до сих пор находиться в достаточно благополучном состоянии.

В районе ст. Октябрьской в р. Бейсуг основу численности составляют личинки комаров, встречаются также и личинки ручейников, а на устьевом участке реки - личинки комаров и пиявки. Присутствие последних характерно для α -сапробной зоны

Численность и биомасса данных беспозвоночных в различные сезоны года подвергаются существенным изменениям. Как показывают многолетние наблюдения на

различных водных объектах страны, наблюдается тенденция нарастания этих величин от весны к осени у всех важнейших групп зообентоса.

В р. Челбас (по всей длине реки), Ея и Кирпили (среднее течение), Кагальник (устье) зообентос в основном представлен олигохетами. Здесь на мягких грунтах, обогащенных органо-минеральными взвесями, создаются благоприятные условия для развития олигохет из числа высокосапробных видов тибуцид.

Интенсивность образования моллюсков характерна для отдельных исследуемых рек. Моллюски играют существенную роль как по численности, так и по биомассе в р. Сосыка, Бейсуг (устье), Кагальник (ст. Кагальницкая), Кирпили (среднее течение).

Развитие в р. Кагальник моллюска-шаровки *Sphaerium corneus* свидетельствует об органическом загрязнении донных отложений реки.

В устье р. Ея, Кирпили активно развиваются пиявки. Ни в одной из отобранных проб весной не обнаружены хирономиды.

Такие структурные изменения в ценозе донной фауны, прежде всего, за счет обеднения видового состава вызвали существенные количественные преобразования основных групп бентосных беспозвоночных. Как общая численность, так и биомасса значительно ниже, чем в осеннем зообентосе. Эти показатели от середины реки к устью возрасли в р. Челбас, Кирпили, Кагальник и значительно снижались в р.Ея. В р. Понура в пробе донных отложений бентос не обнаружен.

Избыток легкоусвояемой органики в донных отложениях способствует поддержанию популяций массовых видов олигохет – тибуцид и всех олигохет. Значение отдельных групп зообентоса в деструкции органического вещества, а, следовательно, в самоочищении водных объектов велико. Основная роль в этом процессе принадлежит моллюскам фильтраторам.

Сезонная изменчивость в развитии донной фауны исследуемых рек нашла отражение и в оценке степени загрязненности.

Осенью по показателям развития макрозообентоса качество воды рр.Челбас (ст.Привольная), Ея, Кирпили, Кагальник (устье), Понура, Сосыка, Бейсуг (устье) оценивается как грязная – очень грязная, а на участках рр.Челбас (устье), Кагальник (ст.Кагальницкая), Бейсуг (ст.Октябрьская) – как умеренно-загрязненные. Весной состояние дна улучшилось в р. Ея (устье), Кирпили (устье) и оценивалось как «загрязненное», в то же время в р. Челбас (устье), Бейсуг (среднее течение) – наблюдалось ухудшение до состояния «грязное».

Значения индексов сапробности, рассчитанные по сообществам фитопланктона, фитоперифитона и зоопланктона соответствуют III классу качества вод – умеренно загрязненная вода (таблица 4.7).

Такие значения индексов сапробности являются косвенным свидетельством благополучного состояния планктонных сообществ и среды их обитания.

Таблица 4.7 – Оценка состояния водной толщи и донных отложений рек междуречья Кубани и Дона по гидробиологическим показателям

Река	Место отбора проб	Класс качества воды по:		
		фитопланктону	фитоперифитону	зоопланктону
1	2	3	4	5
Кагальник	Среднее течение, ст. Кагальницкая и устье	III	III	III
Ея	Среднее течение, ст. Крыловская	III	III	III
	Устье, ст. Елизаветовка	III	III	III
Челбас	Среднее течение, х. Привольный	III	III	III
	Устье, ст. Стародеревянковская	III	III	III
Бейсуг	Среднее течение, п. Октябрьский и устье	III	III	III
Кирпили	Среднее течение, ст. Кирпильская и устье	III	III	II
Понура	Среднее течение, ст. Новотитаровская	III	III	III

5 Антропогенные нагрузки и экологическое состояние рек

В целях оценки антропогенной нагрузки, выявления причин и источников загрязнения бассейнов рек и водных объектов в результате хозяйственной деятельности был произведен сбор и анализ информации по хозяйственному освоению территории речных бассейнов, забору воды из поверхностных источников, сбросам сточных вод в водные объекты на рассматриваемой территории, включая:

- характеристики сельскохозяйственного использования территории речных бассейнов и водных ресурсов;
- характеристики промышленного использования водных ресурсов и водных объектов;
- характеристики коммунально-бытового использования территории речных бассейнов, водных ресурсов и водных объектов;
- характеристики застройки территории речных бассейнов;
- характеристики использования водных объектов в рекреационных целях и целях рыбозаведения.

Идентификация водных объектов по категориям осуществляется для того, чтобы верно оценить их состояние, установить адекватные цели и мероприятия по их улучшению. По степени антропогенной измененности предлагается различать речные бассейны рек по следующим категориям [53]:

- естественные водные объекты (ЕВО) – поверхностный водный объект, не относящийся к ИВО и МВО;
- искусственные водные объекты (ИВО) – поверхностный водный объект, созданный в результате человеческой деятельности;
- существенно модифицированные водные объекты (МВО) – поверхностный водный объект, свойства которого были существенно изменены в результате человеческой деятельности.

Концепция существенно модифицированных водных объектов (МВО) была введена в ЕС в связи с тем, что очень многие водные объекты подверглись существенным физическим изменениям для использования в различных целях. В рекомендациях РосНИИВХ приводятся следующие виды человеческой деятельности, которые могут рассматриваться как основание для отнесения водных объектов к МВО:

- навигация, включая портовые сооружения, рекреация;
- деятельность, для обеспечения которой вода накапливается, например, питьевое водоснабжение, производство электроэнергии, ирригация;
- регулирование стока, защита от наводнений, осушение земель;
- другие значительные и долговременные воздействия.

На территории бассейнов рек Азовского моря отсутствуют искусственные водные объекты, за исключением рисовых оросительных систем в бассейне р.

Понура. Таким образом, имеются в виду такие виды использования водных объектов, которые приводят к существенным гидроморфологическим изменениям, не позволяющим восстановить благоприятное экологическое состояние водных объектов без отказа от данного вида водопользования (таблица 5.1). Концепция МВО разработана для того, чтобы, не прекращая подобных видов водопользования, приносящих экономические и социальные выгоды, предусмотреть меры по улучшению качества вод.

Анализ антропогенных воздействий, характеризующих водные объекты как существенно модифицированные, показал, что все степные реки, являются существенно модифицированными из-за изменения следующих основных характеристик, не свойственных естественным водотокам:

Таблица 5.1 – Воздействия на водные объекты при разных видах водопользования, характеризующие существенно модифицированные водные объекты

Вид воздействия	Навигация	Защита от наводнений	Гидроэнергетика	С/х, лесное х., рыбное х.	Водоснабжение	Рекреация	Урбанизация
Физические изменения (воздействия)							
Дамбы и плотины	+	+	+	+	+	+	
Техобслуживание каналов / дноуглубление / выемка грунта	+	+	+	+		+	

Вид воздействия	Навигация	Защита от наводнений	Гидроэнергетика	С/х, лесное х., рыбное х.	Водоснабжение	Рекреация	Урбанизация
Судоходные каналы	+						
Спрямленные русла	+	+	+	+	+		+
Укрепленные берегов / набережные	+	+	+		+		+
Осушение почв				+			+
Землеотвод				+			+
Воздействие на гидроморфологические и биологические показатели							
Разрыв непрерывности реки и перемещение донных отложений	+	+	+	+	+	+	
Изменение характера рек	+	+	+	+			+
Сужение/ потеря пойм		+	+				+
Снижение стока			+	+	+		

Вид воздействия	Навигация	Защита от наводнений	Гидроэнергетика	С/х, лесное х., рыбное х.	Водоснабжение	Рекреация	Урбанизация
Прямое механическое повреждение фауны / флоры	+		+			+	
Зарегулированность стока		+	+	+	+		
Изменение уровня грунтовых вод			+	+			+
Эрозия / заиление	+		+	+			+

Анализ антропогенных воздействий, характеризующих водные объекты как существенно модифицированные, показал, что все степные реки, являются существенно модифицированными из-за изменения следующих основных характеристик, не свойственных естественным водотокам:

- 1 -зарегулированность стока в результате создания прудов и водохранилищ;
- 2 - разрыв непрерывности потока и перемещения донных отложений;
- 3 - эрозия, заиление русел рек (таблица 21).

Восстановить естественное состояние данных водных объектов на всём протяжении не представляется возможным, так как это требует больших материальных затрат, а в результате мы получим небольшие водотоки, с

минимальными расходами воды в меженный период, прекращением использования водных ресурсов для рыборазведения.

В сложившейся ситуации необходимо предусмотреть водохозяйственные и водоохранные мероприятия по постепенному улучшению экологического состояния степных рек, с учетом сложившихся видов водопользования.

Основываясь на приведенных гидроморфологических сведениях, необходимо отметить, что реки Ея, Челбас, Бейсуг и Кирпили не относятся к «малым», если исходить из ГОСТа 19179-73, во первых - гидрологический режим этих рек не относится к азональным, т.е. он является характерным для данной физико-географической зоны, во вторых – площади бассейнов этих рек более 2000 км². Остальные реки (Понура, Албаши) по морфометрическим характеристикам можно отнести к классу «малых». Если исходить из характеристики класса рек по величине их водоносности, принимая за предельное значение средний многолетний сток равный 20 м³/с, то все степные реки можно отнести к классу малых рек.

Анализ антропогенных воздействий характеризующих водные объекты как существенно модифицированные показал, что все степные реки, являются существенно модифицированными из-за изменения следующих характеристик: 1 – 100% зарегулированность стока в результате создания прудов и водохранилищ; 2 - разрыв непрерывности реки и

перемещения донных отложений; 3 – эрозия, заиление русел рек.

5.1 Сельское хозяйство

Диффузионный сток с сельскохозяйственных угодий и животноводческих комплексов. Среди источников загрязнения степных рек одно из приоритетных мест занимают сельскохозяйственные угодья. Приоритетными химическими загрязнителями, поступающими в водные объекты являются минеральные и органические соединения азота и фосфора, взвешенные вещества, пестициды и другие компоненты. Загрязнение вод биогенными веществами в сельской местности в последние десятилетия приобрело массовый характер. Наибольшую опасность для водоемов представляет поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий, где применяются химические удобрения. Как показывает исследования различных авторов, 40 – 60 % азотных удобрений усваивается растениями, 20 – 30 % закрепляется в почве и до 30 – 40 % вымывается из почвы. На наш взгляд, для бассейнов степных рек Краснодарского края, эта цифра существенно ниже, так как уклоны прибрежных участков незначительны, менее 1 %.

Учитывая природно-климатические особенности изучаемой территории (тип почвенного покрова, рельеф местности, количество осадков) формирование диффузного стока с сельскохозяйственных угодий может происходить только в весенний период, и при выпадении осадков формирующий поверхностный сток.

Размещение животноводческих комплексов, полевых станов в водоохраных зонах рек и балок более

существенно сказывается на состоянии водных объектов, так как в большинстве случаев не решены проблемы складирования отходов животноводства – навоза. Его складирование осуществляется на открытых, незащищенных площадках, что приводит к стоку загрязняющих веществ в водные объекты (рисунок 5.1).



Рисунок 5.1 – Животноводческий комплекс в излучине реки Кирпили

5.2 Орошение в бассейнах рек

Поверхностные водные ресурсы рек степной зоны края на цели сельского хозяйства используются в основном на орошение. Общий объем воды, использованный на орошение в 2008 году составил 7,441 млн.м³, в 2009 – 7,052 млн.м³ (рисунок 5.2).

Согласно статистическим данным 2-ТП «Водхоз» для орошения используются поверхностные воды. Наиболее крупными водопользователями являются следующие предприятия: ООО «Кубанские консервы», ЗАО фирма "Агрокомплекс", ЗАО "Племзавод "Воля".

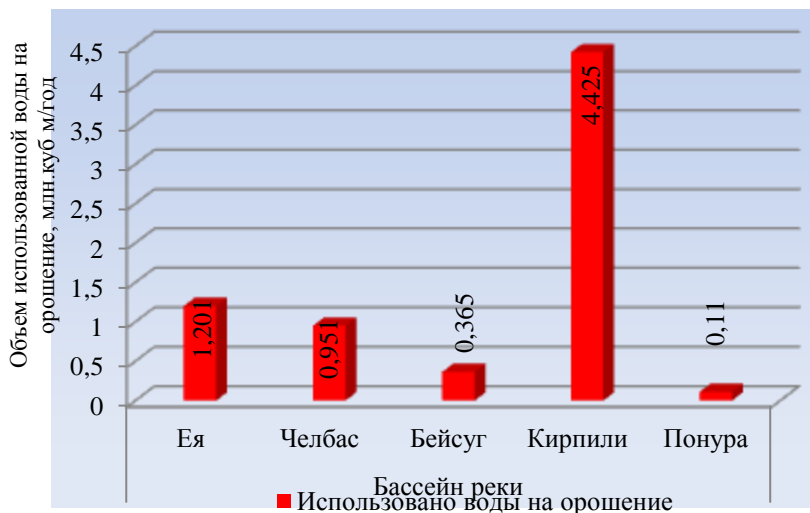


Рисунок 5.2 – Объем использованной воды на орошение по бассейнам рек за 2009 год

Повышенная минерализация воды является ограниченно пригодной для целей орошения и нуждается в разбавлении, поскольку появляется угроза осолонцевания почв. Также при несоблюдении нормативов орошения увеличивается интенсивность диффузного стока в водные объекты.

5.3 Промышленность

Степная зона Краснодарского края характеризуется низким уровнем развития промышленного производства. Наиболее крупными промышленными центрами являются Тимашевский, Тихорецкий, Динской и Выселковский районы. Их доля в промышленном производстве Краснодарского края составляет около 20%. Основой промышленного потенциала выступают предприятия перерабатывающей промышленности.

Основными видами отрицательного воздействия промышленных предприятий на водные объекты являются:

- изъятие водных ресурсов на технологические нужды;
- сброс в водные объекты и на рельеф местности загрязняющих и недостаточно очищенных производственных и ливневых стоков;

Общая годовая потребность промышленных предприятий расположенных на территории степных районов края составляет более 29 млн.м³ из которых более 30 % забирается из поверхностных водных объектов.

Наиболее крупными потребителями воды являются следующие предприятия: сахарный завод ЗАО «Кристалл» - 1,6 млн.м³/ год; ЗАО «Кореновский молочно-консервный комбинат» - 0,6 млн.м³/ год; ОАО «Каневсксахар» - 0,76 млн.м³/ год; ЗАО «Сахарный комбинат «Тихорецкий»» - 0,96 млн.м³/ год; Тимашевский сахарный завод ОАО «Изумруд» - 0,96 млн.м³/ год и другие предприятия.

Согласно статистическим данным 2-ТП Водхоз суммарный сброс сточных вод в водные объекты ежегодно превышает 20 млн.м³ из которых на долю загрязненных приходится более 70%. Особую опасность для водных объектов представляет поверхностный сток с территорий промышленных предприятий. В результате сброса загрязненных сточных и ливневых вод в водные объекты привносится значительное количество химических и взвешенных веществ. К приоритетным загрязнителям следует отнести нефтепродукты, взвешенные вещества, тяжелые металлы, и микроорганизмы.

С учетом перспективных планов развития муниципальных образований степной зоны края, на данной территории планируется строительство новых промышленных объектов, что потребует увеличения объемов водопотребления и водоотведения.

Забор поверхностных вод из степных рек на промышленные нужды в основном согласуется с величинами сброса сточных вод и составляет 2- 4 млн.м³ в год. Наибольший водозабор происходит из р. Кирпили (8 млн.м³) при объемах сброса 4,75 млн.м³ в год.

5.4 Коммунальное хозяйство

На сегодняшний день коммунальное хозяйство представляет собой сложный, многоотраслевой производственно-технический комплекс. В его состав входят: жилищное хозяйство и ремонтно-эксплуатационное производство; водоснабжение и водоотведение; коммунальная энергетика, внешнее благоустройство, включая санитарную очистку населенных пунктов. Анализ влияния деятельности коммунального хозяйства позволил выявить следующие основные факторы негативного воздействия на водные объекты:

- изъятие (забор) водных ресурсов;
- сброс неочищенных сточных дождевых вод в водные объекты;

Объем изъятия (забор) водных ресурсов для удовлетворения требований разных отраслей экономики на территории муниципальных образований степной зоны

края в среднем составляет 120 млн.м³/ год, из которых более 80% изымается из подземных источников, а остальная часть из поверхностных водных объектов (рисунок 7.3).

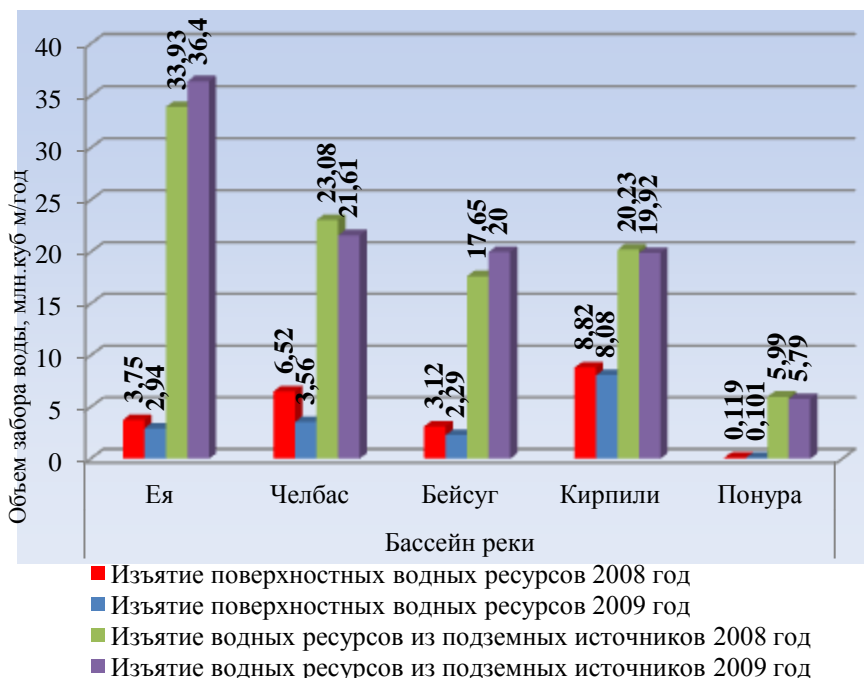


Рисунок 7.3 – Распределение изъятия воды по бассейнам рек за 2008 – 2009 гг.

На состояние поверхностных водных объектов забор воды из подземных водных источников не оказывает негативного воздействия, так как забор воды в степной зоне края, осуществляется из горизонтов, гидравлически не связанных с поверхностными водными объектами.

Сброс промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод является одним из приоритетных источников загрязнения рек. В составе сточных вод в водные объекты

поступают биогенные элементы, тяжелые металлы, взвешенные вещества и другие загрязнители. По статистическим данным 2-ТП «Водхоз» за 2008 год в реки степной зоны края было сброшено 62,61 млн. м³ сточных вод; за 2009 год – 58,72 млн. м³

Наиболее крупными водопользователями, осуществляющими сброс сточных вод, являются предприятия коммунально-бытового сектора. Процент охвата населения канализацией в капитальной застройке, по сравнению с остальной территорией края относительно невысокий, и практически отсутствует в индивидуальной застройке. Практически на всех очистных сооружениях отсутствуют технологические участки обработки излишков активного ила, отбросов с решеток и осадки с песколовок. Иловые осадки совместно с отбросами решеток и осадками песколовок (редко после дробления) размещаются на иловых площадках, после чего размещаются на рельефе или используются местным населением как почвогрунт.

Качество очищаемых на очистных сооружениях сточных вод в большинстве не соответствует нормативам допустимого сброса (НДС) веществ и микроорганизмов в водные объекты. Из приведенных данных видно, что от 50 до 85 % сточных вод во все бассейны рек, кроме реки Понуры, приходится на загрязненные сточные воды (Рисунок). Большой объём сброса сточных вод в реку Понура объясняется поступлением дренажно-сбросных нормативно-чистых вод с рисовых оросительных систем.

Отведение ливневых стоков с урбанизированных территорий. Поверхностные воды, стекающие с

селитебных территорий, образующиеся в результате выпадения атмосферных осадков являются источниками поступления поллютантов в водные объекты.

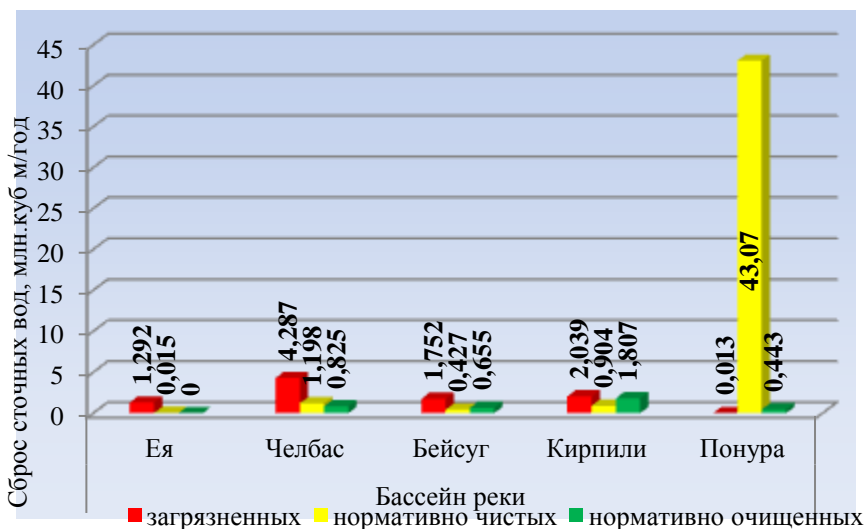


Рисунок 5.4 – Объём сточных вод по категориям по бассейнам рек за 2009 год, млн. м³/год

На территории населенных пунктов расположенных в степной зоне края, в прочем, как и на всей территории края, практически неразвиты сбор и очистка ливнестоков. Исследования качественного и количественного состава поверхностного стока с селитебной территории показали, что он в большей степени загрязнен взвешенными и органическими веществами, в меньшей степени – нефтепродуктами. Решение вопроса сбора и очистки ливнестоков позволит значительно улучшить экологическое и санитарно-гигиеническое состояние поверхностных водных объектов.

Таким образом, за счёт использования подземных вод на хозяйственно-бытовые нужды, в реки степной зоны

Краснодарского края поступает сбросных вод больше, чем изымается. Это положительно сказывается на водности рек. С учётом того, что содержание химических элементов в речной воде, по естественным причинам, превышает нормативы качества к рыбохозяйственным водным объектам, сточные воды, в какой-то мере, даже снижают концентрации в воде отдельным загрязнителей.

5.5 Транспортная инфраструктура

Русла большинства степных рек и их притоков используются для строительства и эксплуатации мостовых переходов, прокладки различных трубопроводов (рисунки 5.5, 5.6.). Самыми крупными действующими объектами из системы магистральных нефтепроводов является предприятие ЗАО "Каспийский Трубопроводный консорциум (КТК) и из системы магистральных газопроводов – объект газопровода из России в Турцию.

Магистральные нефте- и газопроводы проходят вблизи населенных пунктов, что повышает степень их отрицательного воздействия на окружающую среду и человека при возникновении различных чрезвычайных обстоятельств. Особое беспокойство вызывают факты загрязнения окружающей природной среды нефтью при несанкционированных врезках в нефтепроводы с целью хищения нефтепродуктов.

Транспорт в пределах степной зоны края представляет собой большой и сложный комплекс автомобильных дорог разного уровня. Степная зона края характеризуется развитой сетью автомобильных и железных дорог. Общая протяженность автомобильных

дорого составляет более 4700 км, железнодорожных – более 900 км.



Рисунок 5.5 – Автомобильные дороги и мостовые переходы



Рисунок 5.6 – Участок степной реки после прокладки трубопровода

Густота транспортных магистралей составляет 0,15 км/км². Воздействие, которое оказывают на поверхностные водные объекты автодороги, в значительной степени зависит от категории последних, интенсивности движения и относительной густоты дорожной сети.

Основным видом транспорта является автомобильный. Санитарное состояние ливнеотоков, проходящих под автомобильными дорогами и мостами неудовлетворительное, многие забиты растительными остатками, грунтом, ТБО.

Помимо дорог с искусственным покрытием на территории степной зоны края имеется густая сеть (внутрихозяйственных) грунтовых дорог, которые в основном используются для передвижения с/х техники и сообщения между населенными пунктами в весенне-осенний период. В зимний период большинство из них являются непроезжими для легкового транспорта. В основном внутрихозяйственные дороги проходят по дамбам.

Влияние дорожной сети на водные объекты проявляется в результате поступления загрязняющих веществ в составе дождевого и талого стока с полотна автодорог. Главным образом это нефтепродукты, взвешенные вещества, тяжелые металлы (свинец, кадмий и др.).

5.6 Использование водных объектов в рекреационных целях и целях рыбозабоев

Краснодарский край обладает рыбохозяйственным фондом, включающим около 50 тысяч гектаров прудовых

площадей, значительная часть которых расположена в степной зоне края. Площади питомников для выращивания рыбопосадочного материала составляют 3,5 тысячи гектаров.

В настоящее время большинство водоемов, расположенных в степной зоне края используется для целей товарного рыбоводства и предоставления рекреационных услуг. По данным Кубанского БВУ на 2009 год было выдано более 300 лицензий на пользование водными объектами для целей товарного рыбозаведения и предоставления рекреационных услуг. Основными выращиваемыми культурами являются толстолобик белый, толстолобик пестрый, амур, карп, сазан, сом канальный. Водоемы, используемые для целей рыбозаведения, в основной массе представлены малыми прудами площадью до 50 га. Значительная часть водоемов оснащена трубчатыми водовыпусками, позволяющими частично или полностью сбрасывать водоемы при вылове рыбы.

Для увеличения вылова товарной рыбы водопользователями осуществляется комплекс мероприятий, направленных на улучшение условий выращиваемых рыб: известкование водоемов, внесение минеральных и органических удобрений, кормление рыбы специализированными кормосмесями. Внесение в водоемы извести, а также минеральных и органических удобрений способствует увеличению прироста рыбы, но в тоже время приводит к загрязнению водоемов.

В период выращивания рыбы расход удобрений составлял около 1 - 4 ц/га аммиачной селитры и суперфосфата и около 10 ц/га извести, которые, как

известно, содержат в своем составе различные тяжелые металлы. В последние годы данный процесс не отслеживается. Судя по снижению показателя загрязнения поверхностных вод (по УКИЗВ), возможно, что при современной технологии выращивания товарной рыбы химические вещества не применяются.

При использовании водных объектов водопользователями допускаются многочисленные нарушения, основные из которых являются следующие:

- нарушения, связанные с наполнением прудов до гребня плотин;
- сработка водоемов до минимальных отметок в меженный период;
- не чистятся водопропускные сооружения и рыбозащитные решетки;
- не обеспечиваются минимальные попуски, необходимые для наполнения нижерасположенных водоемов;
- не проводится рыбохозяйственная мелиорация на водоемах в необходимом объеме.

Рекреационная деятельность на территории бассейнов степных рек края развита относительно слабо. К организованным местам рекреации относятся рыболовно-спортивные базы, на территории которых имеются оборудованные места для ловли рыбы, отдыха. Ранее в степной зоне края по берегам рек функционировали летние спортивно-оздоровительные лагеря, в настоящее время либо не функционирующие, либо переоборудованные в рыболовные базы.

Рекреация на территории бассейнов степных рек в основном носит стихийный характер. Основная масса отдыхающих являются рыбаками. Зоны стихийной рекреации расположены практически на береговых участках рек, доступных автотранспортом. Многочисленные стоянки не оборудованы.

Рекреационная нагрузка на степные реки значительно изменяется в течение года, значительно увеличиваясь в теплый период и значительно сокращаясь в холодный. Также количество рекреантов увеличивается в выходные и праздничные дни. Так как в основной массе рекреационная деятельность носит характер стихийных неорганизованных зон отдыха, это приводит к серьезным нарушениям экологического состояния. Загрязняются пляжи в местах купания на реках, ухудшаются условия обитания животных и птиц, разрушается эстетическая привлекательность и рекреационная способность ландшафтов. Уже сейчас в ареалах интенсивного туристского использования имеет место изменение экосистем (особенно прибрежных) деградации растительности, уплотнения верхнего слоя почвенного покрова, разрушения мест обитания животных.

5.7 Ландшафтно-экологическое районирование водоохранных зон рек бассейна Азовского моря

Качество поверхностных вод водных объектов в значительной степени зависит от состояния водосборной площади и специфики ее использования. Так для рек, расположенных в степной зоне края приоритетными загрязнителями являются биогенные элементы, пестициды. Участки рек, протекающие по территории населенных пунктов, в значительной степени загрязняются нефтепродуктами, тяжелыми металлами и другими специфическими веществами. В системе «водосборная площадь – водный объект» водоохранная зона выполняет роль буфера, состояние которой может отразиться как на состоянии водного объекта, так и водосборной площади.

Проведенный анализ состояния водоохранных зон водных объектов края позволил выделить основные факторы выбора водных объектов для проведения мониторинга за состоянием водоохранных зон, первостепенными из которых являются следующие:

- урбанизация водоохранных зон;
- хозяйственная деятельность и их использование;
- категория хозяйственного использования водного объекта (рыбохозяйственное, питьевое, хозяйственно-бытовое, рекреационное);
- наличие естественных растительных сообществ.

Значительные площади водоохранных зон в границах населенных пунктов (включая прибрежную защитную полосу) застроены, при этом их освоение

происходит без учета природоохранных и градостроительных требований (реки Бейсуг, Ея, Понура, Челбас, Кирпили.). Строящиеся здания не имеют подключений к централизованным системам канализации, не осуществляется очистка поверхностных сточных вод и т.д.

Существенное влияние на буферную роль водоохранных зон оказывает режим их хозяйственного использования. Так в степной зоне края распашка земель осуществляется практически до уреза воды. В настоящее время в водоохранных зонах рек размещено большое количество животноводческих комплексов, промышленных предприятий. Кроме этого в водоохранных зонах часто организовываются незаконные свалки бытовых отходов. При хозяйственном освоении территорий водоохранных зон существенно трансформируется их естественная растительность, которая выполняет функцию перевода поверхностного стока в подземный, что приводит к развитию плоскостной эрозии берегов.

Подобное антропогенное воздействие на водоохранные зоны приводит к их деградации, что в свою очередь повышает степень абразионной переработки берегов, что приводит к их разрушению, смещению русел рек, и как следствие, значительно увеличивается ущерб от негативного воздействия вод. По результатам исследований можно сделать заключение, что использование водоохранных зон в соответствии с принятыми нормативами, снизит вероятность развития

процессов переработки берегов, и поступления загрязняющих веществ в водные объекты.

Ландшафтно-экологическое районирование водоохранной зоны рек бассейна Азовского моря (Ея, Челбас, Бейсуг, Кирпили, Понура) было проведено методом дешифрирования космоснимков 2007 г. SPOT-7 Евросоюза (композит) с использованием программного продукта по цифровой обработке дистанционных данных Dragon. Размер водоохранной зоны при разрешении космоснимка в 30 м составляла 200 м и выбиралась от уреза воды с 30%-м запасом. В пределах исследуемой территории были выделены 4 типа природного покрытия (пашня, луг, древесная растительность, камыш и кустарник) и 1 тип антропогенного покрытия (инженерная, селитебная и транспортная инфраструктура). Количественные результаты районирования приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Распределение ландшафтно-экологических участков в пределах водоохранных зон рек (% площади)

Реки	Пашня	Луг	Древесная растительность	Камыш и кустарник	Инженерная, селитебная и транспортная инфраструктура	Площадь водного зеркала основного русла, км ²
Ея	33	19	2	36	10	10
Челбас	29	19	4	26	22	9.2
Бейсуг	34	20	5	29	12	8
Кирпили	40	20	7	30	3	9
Понура	35	15	4	32	14	4.5

Результаты дешифрирования космических снимков показали, что в пределах водоохранных зон всех исследуемых рек наблюдаются обширные участки распаханной и обрабатываемой земли (в среднем 35% всей территории водоохранных зон), чем нарушается статус водоохранных зон и правила их использования. Кроме того, весьма высок процент площади антропогенного покрытия (инженерная, селитебная и транспортная инфраструктура) - в среднем 12% (исключение представляет только р. Кирпили). Участки древесной растительности, важной для устойчивого функционирования прибрежных экосистем, наоборот, занимают весьма малую площадь (в среднем 4% территории водоохранных зон).

Для сохранения и устойчивого функционирования степных рек бассейна Азовского моря представляется необходимым уменьшить до минимума площадь пашни и антропогенного покрытия в пределах их водоохранных зон, а также увеличить площадь под древесной растительностью.

В соответствии с требованиями Водного кодекса РФ (ст. 65) в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира на территориях, примыкающих к береговой линии морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ выделяются водоохранные зоны, на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности.

В пределах водоохранных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территории которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной деятельности, и береговые полосы, территория которых относится к землям общего пользования.

В настоящее время основная проблема состояния водоохранных зон водных объектов заключается в том, что их границы не определены в картах землепользования и не вынесены на местность. Работы по установлению границ водоохранных зон и прибрежных защитных полос на территории края организует Министерство природных ресурсов Краснодарского края. Основные работы по установлению границ водоохранных зон на реках степной зоны края должны быть завершены в 2015 году..

5.8 Экологическая модель степных рек (на примере реки Бейсуг)

Основой моделирования экологического состояния речного бассейна, является его водохозяйственный баланс, представляющий собой сопоставление приходной части (поверхностные водные ресурсы в естественном состоянии, подземные воды, возвратные воды) и расходной части (потребность в воде различных отраслей хозяйства на современном уровне и на перспективу), потери воды на испарение и фильтрацию. На основе анализа водохозяйственных расчетов (балансов) устанавливаются: степень освоения водных ресурсов; наличие избытка или дефицита водных ресурсов в конкретных районах или бассейнах; приоритетность проведения водохозяйственных мероприятий.

В отличие от водного баланса, который является средством анализа и оценки круговорота воды в природе, то есть тех изменений, которые происходят вследствие поступления стока и аккумуляции воды в естественных условиях, водохозяйственный баланс характеризует соотношение между имеющимися водными ресурсами на данной территории, и ее потребностями для материального производства и населения.

Водохозяйственный баланс позволяет определить дефицит или избыток воды в том или ином речном бассейне, на той или иной территории с тем, чтобы принять необходимые меры по перераспределению воды, повышению бережливости ее использования или закрытия водосодержащих производств. Результатом составления водохозяйственных балансов являются показатели, характеризующие их количественные и качественные параметры: положительный при избытке водных запасов; сбалансированный, когда потребность в воде покрывается за счет ее местных ресурсов; и дефицитный - когда местных ресурсов недостаточно для полного обеспечения потребностей в воде.

В качестве базовой реки для построения экологической модели была выбрана самая многоводная река Азово-Кубанской равнины - река Бейсуг. Моделирование ситуации на перспективу с использованием водохозяйственных расчетов составлены для годового расчетного интервала по замыкающему устьевому створу реки Бейсуг, при средней (обеспеченность 50 %) и экстремально низкой водности (обеспеченность 95%), которая наблюдалась в 2009 году.

Для расчетов водохозяйственного баланса использовалась формула [54]:

$B = W_{вх} + W_{бок} + W_{пзв} + W_{вв} + W_{доп} + \Delta V$
 $+ W_{л} - W_{исп} - W_{ф} - W_{у} - W_{пер} - W_{вдп} - W_{кп}$.
Общий анализ составляющих водохозяйственного баланса представлен в таблице 5.3.

Перспективные водохозяйственные расчеты произведены с учетом проведения мероприятий по снижению испарения с водной поверхности (ликвидация неиспользуемых прудов, строительство регулирующих водохранилищ, расчистка русел) и увеличения объёмов водоснабжения населенных пунктов (таблица 5.4).

Перспективный прогноз водности степных рек, показывает, что осуществление программы по сохранению и улучшению экологического состояния степных рек позволит обеспечить объем экологического стока, проводить санитарные попуски по длине реки для очистки русла от накапливающихся донных отложений, что в целом, положительно скажется на химическом составе поверхностных вод.

Таблица 5.3 – Анализ составляющих водохозяйственного баланса бассейна реки Бейсуг (единица измерения – млн.м³)

№ п/п	Составляющие водохозяйственного баланса	Содержание и описание исходной информации
1.	$W_{вх}$ - объём стока, поступающий за расчетный период с вышележащих участков рассматриваемого водного объекта, млн. м ³	<p>Объёмы стока по рекам приняты в соответствии с водохозяйственными паспортами степных рек разработанными в 1977 году институтом «Кубаньгипроводхоз».</p> <p>Среднегодовое количество стока различной обеспеченности для р. Бейсуг принято по данным гидрологических расчетов (из-за отсутствия длительных рядов наблюдений). Общий годовое количество изъятия стока на реках аналогах не выходит за пределы случайной средней квадратичной погрешности исходных данных наблюдений, поэтому приведение речного стока к естественным условиям не производилось (СП 33-101-2003)</p>
2.	$W_{бок}$ - объём воды, формирующийся за расчетный период на расчетном водохозяйственном участке (боковая приточность)	<p>Объём боковой приточности учтен в объёме стока $W_{вх}$</p>
3.	$W_{пзв}$ - объём водозабора из подземных водных объектов, осуществляемый в порядке, установленном законодательством	<p>Учитывается объём водозабора подземных вод гидравлически не связанных с поверхностным стоком, так как годовое количество стока определено без учета забора воды.</p> <p>Из общего объёма водоотбора подземных вод (статотчетность 2 ТП-водхоз)</p>
4.	$W_{вв}$ - возвратные воды на	<p>Объём возвратных вод в реку Бейсуг</p>

№ п/п	Составляющие водохозяйственного баланса	Содержание и описание исходной информации
	<p>водохозяйственном участке: подземные и поверхностные воды, стекающие с орошаемых территорий, сточные и (или) дренажные воды, отводимые в водные объекты. Фактически учитывается объём воды, попадающий на расчетный водохозяйственный участок со стороны действующей системы водоотведения, которая определяет суммарное количество всех видов сточных вод (в том числе коллекторно - дренажных), отводимых в водоемы, а также подаваемых на очистные сооружения.</p>	<p>устанавливается по данным статотчетности 2 ТП-водхоз и равен 6,57 млн.м³ Для перспективных водохозяйственных балансов объём возвратных вод устанавливается с учетом увеличения мощности очистных сооружений</p>
5.	<p>W_{dot} - дотационный объём воды, поступающий на водохозяйственный участок из систем территориального перераспределения стока (межбассейновые и внутрибассейновые переброски)</p>	<p>Дотационный объём воды на нужды водопотребления населения, орошения и других нужд в настоящее время не предусматривается, но в 70 годах XX века предусматривалась дотация воды из р. Кубань</p>
6.	<p>+Дельта V - сработка или наполнение прудов и водохранилищ на расчетном водохозяйственном участке</p>	<p>Водохранилища сезонного регулирования стока предполагают их наполнение в многоводный период и полную сработку в лимитирующий период. Наполнение и сработка водохранилищ производится с учетом НДС</p>
7.	<p>$W_{исп}$ - потери на дополнительное испарение с акватории водоемов</p>	<p>Так как река представляет собой каскад прудов, то объёмы годового стока в устьевой зоне уже учитывают потери на испарение. Составляющая равна нулю</p>

№ п/п	Составляющие баланса	Содержание и описание исходной информации
8.	W_{ϕ} - фильтрационные потери из водохранилищ, каналов, других поверхностных водных объектов	Фильтрационные потери учтены в годовом стоке. Составляющая равна нулю
9.	W_y - уменьшение речного стока, вызванное водозабором из подземных водных объектов, имеющих гидравлическую связь с рекой	Подземные воды, используемые для водоснабжения, не имеют гидравлической связи с поверхностными водами. Составляющая равна нулю
10.	$W_{пер}$ - переброска части стока (объёма воды) за пределы расчетного водохозяйственного участка	Составляющая равна нулю
11.	$W_{вдп}$ - суммарные требования всех водопользователей	Требования всех водопользователей расположенных в бассейне реки, учтены в объёме водозабора подземных и поверхностных вод
12.	B - результирующая составляющая водохозяйственного участка (избыток или дефицит)	Устанавливается расчетным путем
13.	$W_{эс}$ - экологический сток при допустимом объёме безвозвратного изъятия речного стока, обеспечивающим нормальное функционирование экологических систем водного объекта	Устанавливается как разность между объёмом стока реки за расчетный интервал и установленной величиной допустимого безвозвратного изъятия водных ресурсов ($W_{ди}$)
14.	$W_{ир}$ - Истинный резерв стока уточняет дефицит или избыток водных ресурсов с учетом экологического стока	Устанавливается как разность между B и $W_{эс}$
15.	$W_{ди}$ 50% и 95% – норматив допустимого безвозвратного изъятия водных ресурсов	До разработки проекта нормативов допустимого воздействия на реки бассейна

Таблица 5.4- Водохозяйственный баланс р. Бейсуг

Составляющие водохозяйственного баланса	Текущий	Перспективн	Текущий	Перспективны
	Водность P=95 %		Водность P=50%	
Приходная часть				
1. Объем стока, формирующийся в бассейне реки (боковая приточность, измеренная или рассчитанная для отчетного года), $W_{бок}$	88	110	238	298
2. Объём стока (боковая приточность), $W_{бок}$	-	-	-	-
3. Фактический объем дотационного стока, $W_{дот}$	-	-	-	-
4. Фактический объем водозабора подземных вод, гидравлически не связанных с речным стоком, по данным 2-тп-водхоз об отборах свежей воды, $W_{пзв}$	20	20	20	20
5. Объем возвратных вод в бассейн реки (по данным форм 2-тп (водхоз) о сбросах в водный объект в отчетном году), $W_{вв}$	6,57	7	6,57	7
6. Сработка (+); наполнение (-) прудов и водохранилищ, $\pm D V$	0	0	0	0
Всего по приходной части :	114,6	137,0	264,6	325,0
Расходная часть				
7. Потери на дополнительное испарение и ледообразование с поверхности водохранилищ по расчетным гидрометеорологическим данным за отчетный период, $W_{исп}$, $W_{л}$	0	0	0	0

Составляющие водохозяйственного баланса	Текущий	Перспективн ый	Текущий	Перспективны й
	Водность P=95 %		Водность P=50%	
8. Фильтрационные потери из водохранилищ, определенные по уравнению водного баланса, составленного по данным измерений расходов в нижнем бьефе и уровням воды в водохранилище W_{ϕ}	0	0	0	0
9. Уменьшение речного стока, вызванное отбором поверхностных вод, W_v	2,3	3,0	2,3	3,0
10. Фактический объем переброски части стока за пределы расчетного ВХУ, $W_{пер}$	0	0	0	0
11. Требования водопользователей на расчетном ВХУ (по данным 2-тп-водхоз об изъятии свежей воды водозаборами за отчетный год), $W_{вдп}$, всего:	19,8	21,0	19,8	21,0
в том числе:				
питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение:	11,0	11,0	11,0	11,0
производственное (промышленное) водоснабжение	5,0	5,0	5,0	5,0
сельскохозяйственное водоснабжение	2,4	2,4	2,4	2,4
орошение сельскохозяйственных земель	0,4	0,6	0,4	0,6
прочие водопользователи	1,0	2,0	1,0	2,0
12. Осуществленные отраслевые и санитарно – экологические попуски в отчетном году, всего		5,0		5,0

Составляющие водохозяйственного баланса	Текущий	Перспективн ый	Текущий	Перспективны й
	Водность P=95 %		Водность P=50%	
(комплексный попуск) $W_{кп}$:				
в том числе:				
- экологические попуски	-	-	-	-
- санитарные попуски на промывку русел	-	5,0	-	5,0
- хозяйственные попуски	-	-	-	-
Итого по расходной части , $W_{рт}$	22,1	29,0	22,1	29,0
Результаты баланса, В :	-	-	-	-
13. Дефицит отчетного ВХБ (-), Def	-	-	-	-
14. Резерв воды по отчетному году (+), $W_{рез}$	92,5	108,0	242,5	296,0
15. Экологический сток	83,6	104,5	226,0	283,0
16. Истинный резерв	8,9	3,5	16,5	13,0
Объем допустимого безвозвратного изъятия, $W_{ди}$ 95 %, 50%	4,4	5,5	12,0	15,0

6 Приоритетные экологические проблемы степных рек Краснодарского края

Проведенный анализ природно-климатических условий степной зоны края, характерных гидрологических особенностей степных рек и условий формирования речного стока, а также степень и интенсивность антропогенного воздействия на водные объекты позволил выявить приоритетные экологические проблемы изучаемых водных объектов, от решения которых зависит их дальнейшее состояние. Таким образом, к приоритетным экологическим проблемам относятся следующие:

- проблема высокой зарегулированности речного стока и наличия большого количества водохозяйственных и гидротехнических сооружений;
- проблема экологического состояния водных объектов;
- проблема регулирования речного стока;
- проблема состояния водоохранных зон и прибрежных защитных полос;
- проблема управления водными объектами и развития сети государственного водного мониторинга водных объектов.

6.1 Проблема высокой зарегулированности речного стока

Основные работы по строительству перегораживающих дамб и плотин в руслах степных рек были проведены в 1940-1960 годах. Их строительство осуществлялось хозяйственным способом без составления

необходимой проектной документации, и предназначались для нужд сельхозпредприятий, прокладки дорог, защиты от наводнений и решения иных проблем местного значения. Впоследствии, в результате изменения социально-экономической ситуации в стране и распада многих сельхозпредприятий – основных балансодержателей ГТС данные объекты оказались бесхозными, не имеющими правоустанавливающих документов для государственной регистрации права на недвижимое имущество и установления их собственников.

В настоящее время на территории степной зоны края по разным оценкам располагается от 1300 до 2050 водохозяйственных сооружений (ВХС) с различными гидротехническими сооружениями (ГТС), большинство из которых представляют собой комплекс сооружений, состоящий из подпорных плотин ограждающих дамб и водопропускных сооружений. На рисунке 6.1 показаны типовые гидротехнические сооружения, построенные на реках степной зоны.

В работе приведены данные о наличии и техническом состоянии ВХС и ГТС, которые были получены на основании материалов инвентаризации ВХС, проведенной ОАО ПИИ «Кубаньводпроект» по заказу Кубанского БВУ в 2000 году.

Некоторые дамбы, построенные ранее на реках для решения хозяйственных целей, в настоящее время полностью утратили свое первоначальное назначение, в связи, с чем встает вопрос об их удалении. В основном подобные дамбы расположены на небольших притоках рек.



а)



б)

Рисунок 6.1 – Гидротехнические сооружения: а) река Понура, б) река Бейсуг

Следует отметить, что большинство дамб и плотин на реках степной зоны не имеют инженерных регулирующих и сбросных сооружений. Существующие водопропускные сооружения не позволяют обеспечить

беспрепятственный пропуск паводочных расходов обеспеченностью менее 5%. Обводные каналы, позволявшие при катастрофических уровнях воды отвести паводочные воды в нижний бьеф – засыпаны. В оптимальном варианте гидротехнический узел должен иметь два водосброса: рабочий и паводковый. Через рабочий водосброс обеспечивается нормальный сброс воды, через паводковый – пропускается объем воды, превышающий пропускную способность рабочего водосброса.

Таким образом, одной из основных проблем ГТС на степных реках является их обустройство современными инженерными регулирующими сооружениями, обеспечивающих пропуск расходов 1% обеспеченности, позволяющих осуществлять промывной режим в руслах для перемещения донных наносов, а также поддерживать уровень воды в целях рекреации. Прежде всего, данные мероприятия необходимо провести на прудах, расположенных на территории населенных пунктов.

Одной из основных причин крайне неудовлетворительного технического состояния ВХС является отсутствие собственника, так как большинство объектов в настоящее время являются бесхозными. Основная роль в определении собственников бесхозных ГТС – объектов недвижимого имущества отводится органам местного самоуправления. В соответствии со статьей 225 Гражданского кодекса РФ, принятие на учет объекта недвижимого имущества осуществляется на основании заявления органа местного самоуправления, к которому должен прилагаться перечень

подтверждающих документов для государственной регистрации права на недвижимое имущество и установления их собственника.

6.2 Проблемы водности рек и регулирования речного стока

В настоящий период для рек степной зоны не существует разработанных правил регулирования стока из прудов и водохранилищ, предусматривающих поддержание по всей длине рек нормативов экологического или санитарного стока в меженьный период, т.е. в период с июня по октябрь месяцы. Отчасти это вызвано тем, что в настоящее время пруды и водохранилища заилены, полезный объем водоемов, и регулирующие сооружения не позволяют эффективно регулировать сток между маловодным и многоводными периодами, тем более в многолетнем плане. Основными водопользователями водными ресурсами степных рек являются следующие отрасли: сельское хозяйство (рыборазведение, орошаемое земледелие, животноводство), промышленность (техническое водоснабжение), водное хозяйство (обеспечение экологического стока), рекреация.

Использование водных ресурсов и водных объектов в различных отраслях осуществляется без согласований потребностей в водных ресурсах остальных водопользователей. В настоящее время отдельными водопользователями допускаются грубые нарушения при эксплуатации арендуемых ими водоемов. Наиболее существенными нарушениями являются следующие:

- наполнение прудов выше отметки НПУ;

- превышение объемов забора воды;
- сработка прудов в период летней межени до минимальных уровней.

При наполнении прудов выше отметки нормального подпорного уровня (НПУ) сброс воды в нижний бьеф перекрывается, в результате чего вода не поступает на участки реки, расположенные ниже по течению. В результате не обеспечивается санитарная проточность водоемов, что приводит к увеличению температуры воды, резкому снижению содержания растворенного кислорода и как следствие гибели водных организмов.

Кроме нарушений, вызванных прекращением сброса в ниже расположенные участки реки, водопользователями осуществляется сработка водоемов до минимальных уровней для отлова товарной рыбы. Проблема заключается в том, что сработка водоемов осуществляется в период летней межени, когда набор воды в водоемах до нормальных уровней практически не возможен без полного перекрытия оттока из пруда. Факты подобных нарушений постоянно регистрируются на участках всех степных реках края, используемых для целей товарного рыбозаведения (рисунок 6.2).

Все перечисленные нарушения (особенно в маловодные годы) приводят к дефициту водных ресурсов для обеспечения потребностей в воде водопользователей и отраслей экономики.

Для решения данной проблемы необходимо снизить количество небольших прудов и создать крупные водохранилища. Создание сезонных регулирующих

водохранилищ позволит обеспечить экологический расход за счет сработки сезонной составляющей емкости регулирующих водохранилищ, а в очень маловодные годы многолетняя емкость будет срабатываться полностью.



а)



б)

Рисунок 6.2 – Участок реки Бейсуг. а) нормальный уровень воды (май 2010 г.); б) сработанный (осушенный) пруд (июль 2010 г.)

Для собственников (арендаторов) прудов должны быть разработаны правила по регулированию уровня воды в прудах и водохранилищах с учетом запросов всех водопользователей на основе приказа МПР №330 от 24 августа 2010 года «Типовые правила использования водохранилищ».

6.3 Проблемы экологического состояния водных объектов

Для рек бассейна Азовского моря важно снизить минерализацию речной воды и сделать ее пригодной для многих потребителей. Высокая минерализация воды от 2000 до 10000 мг/дм³ не позволяет использовать ее для орошения сельхозкультур. В Схемах охраны вод степных рек, разработанных в 1986 году институтом «Кубаньгипроводхоз», для снижения минерализации поверхностных вод предусматривалась подпитка верховьев рек кубанской водой. В настоящее время, данное мероприятие в проекте «Схемы комплексного использования и охраны водных ресурсов р. Кубань», разработанной в 2010 году ОАО «Кубаньводпроект», не предусматривается.

Как уже отмечалось, основными причинами повышения минерализации, являются: испарение с водной поверхности, малая проточность водоемов в летний период; поступление минерализованных подземных вод.

6.4 Проблемы состояния водоохранных зон и прибрежных защитных полос

Качество поверхностных вод водных объектов в значительной степени зависит от состояния водосборной

площади и специфики ее использования. Участки рек, протекающие по территории населенных пунктов, в значительной степени загрязняются нефтепродуктами, тяжелыми металлами и другими специфическими веществами. В системе «водосборная площадь – водный объект» водоохранная зона выполняет роль буфера, состояние которой может отразиться как на состоянии водного объекта, так и водосборной площади.

Значительные площади водоохраных зон в границах населенных пунктов (включая прибрежную защитную полосу) застроены, при этом их освоение происходит без учета природоохранных и градостроительных требований (реки Бейсуг, Ея, Понура, Челбас, Кирпили). Строящиеся здания не имеют подключений к централизованным системам канализации, не осуществляется очистка поверхностных сточных вод и т.д.

Существенное влияние на буферную роль водоохраных зон оказывает режим их хозяйственного использования. Так в степной зоне края распашка земель осуществляется практически до уреза воды (Рисунок 6.3).



Рисунок 6.3 – Распашка прибрежной защитной полосы р. Бейсуг, Кореновский район

В настоящее время в водоохранных зонах рек размещено большое количество животноводческих комплексов, промышленных предприятий. Кроме этого в водоохранных зонах организовываются свалки бытовых и промышленных отходов. При хозяйственном освоении территорий водоохранных зон существенно трансформируется их естественная растительность, которая выполняет функцию перевода поверхностного стока в подземный, что приводит к развитию плоскостной эрозии берегов.

Подобное антропогенное воздействие на водоохранные зоны приводит к их деградации, что в свою очередь повышает степень загрязнения и заиления водных объектов, разрушения береговой полосы.

В соответствии с требованиями Водного кодекса РФ (ст. 65) в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного

мира на территориях, примыкающих к береговой линии морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ выделяются водоохранные зоны, на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности.

В пределах водоохранных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территории которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной деятельности, и береговые полосы, территория которых относится к землям общего пользования.

В настоящее время основная проблема состояния водоохранных зон водных объектов заключается в том, что их границы не определены в картах землепользования и не вынесены на местность.

6.5 Проблемы управления водными объектами и развития сети государственного мониторинга водных объектов

К хозяйственному освоению бассейнов рек Азовского побережья необходимо отнести гидротехнические сооружения, в руслах рек используемые для автодорожных и железнодорожных переходов.

Анализ водохозяйственных систем в бассейнах рек Азовского побережья показал, что ко всем бассейнам рек относятся следующие проблемы организационно-управленческого характера:

- отсутствие нормативно-технической базы функционирования водохозяйственного комплекса и регулирования водопользования (включая пересмотр (совершенствование) технических документов в области строительства;

- отсутствие регулирования использования (резервирование) территорий, потенциально подверженных подтоплению;
- отсутствие регулирования использования водоохраных зон, берегов и дна водных объектов с целью предотвращения загрязнения и истощения водных объектов;
- отсутствие информационного обеспечения органов управления водными объектами, органов региональной власти и органов местного самоуправления данными, которые будут получены в результате проведения фундаментальных и инвестиционных мероприятий;
- отсутствие нормативно-методического обеспечения служб эксплуатации и органов власти субъектов, местного самоуправления нормативными и методическими материалами, регламентирующими правила и порядок действий в случаях экстремально маловодья и экстремально высокой водности (включая современные гидрометеорологические прогнозы, регламентацию процедур распределения воды и использования резервных источников водоснабжения, повышение надежности и эффективности систем водоснабжения);
- наличие бесхозных ГТС и отсутствие порядка их обслуживания и безопасной эксплуатации;
- недостаточная сеть государственного мониторинга водных объектов бассейна Азовского моря;
- нечеткое распределение полномочий в области водных отношений между федеральными, территориальными органами государственного управления;

- отсутствие на территориальном уровне единого государственного органа управления в области водных отношений, обладающего всеми функциями управления, включая контроль условий водопользования.

Основой для уточнения проблем организационно-управленческого характера являются:

- проект нормативов допустимого воздействия на водные объекты бассейна Азовского моря (срок окончания 2012 год);
- схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна Азовского моря (срок окончания 2012 год);
- типовые правила использования водохранилищ (приказ МПР №330 от 24 августа 2010 г.).

Одной из важных составляющих развития водохозяйственного комплекса является обеспечение необходимой информацией о количественном и качественном состоянии водных ресурсов и режиме водных объектов, а также внедрение современных автоматизированных систем и технологий оценки и прогнозирования различных гидрологических явлений, включая развитие опасных природных ситуаций, связанных с вредным воздействием вод.

Наибольшего развития сеть наблюдений на реках бассейна Азовского моря, достигла в послевоенные годы, когда численность гидрологических постов составляла 7, а плотность гидрологической сети – около 3200 км²/пост, что в два раза ниже рекомендуемой Всемирной Метеорологической организацией плотности постов (1875 км²/пост).

В настоящий период на степных реках Краснодарского края реках действует 3 поста государственной сети наблюдений (ГСН), расположенных на реках Ея, Челбас и Кирпили. По состоянию на 2014 г. плотность гидрологической сети составляет 7500 км²/пост, в том числе: ВХУ 06.01.00.001 – 8600 км²/пост (р. Ея), ВХУ 06.01.00.002 – 14500 км²/пост (р. Челбас), ВХУ 06.01.00.003 – 3,4 км²/пост (р. Кирпили), что свидетельствует о необходимости увеличения количества постов на участках.

Регулярные гидробиологические наблюдения за состоянием ихтиофауны, планктона, фито-, зообентоса и других живых организмов в реках бассейна Азовского моря в настоящее время и вовсе отсутствуют, что указывает на необходимость формирования системы наблюдения за гидробионтами и регулярного проведения контроля качества воды по гидробиологическим показателям.

Таким образом, существующая сеть государственного мониторинга водных объектов рек бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона моря, не обеспечивает нормативной плотности постов на реках и не включает необходимые виды мониторинга. Бассейновая сеть мониторинга должна быть расширена и включать следующие, обязательные виды мониторинга:

- гидрологический;
- мониторинг состояния дна, берегов и водоохранных зон (гидроморфологический);
- гидробиологический;
- гидрохимический (мониторинг качества воды).

7 Мероприятия по решению приоритетных экологических проблем и восстановлению степных рек

При существующей антропогенной нагрузке на водные объекты, осуществляемых в настоящее время объемов работ, направленных на сохранения рек степной зоны края недостаточно, в связи с этим, предлагается комплекс водохозяйственных и водоохранных мероприятий включающих:

- фундаментальные (базисные) мероприятия;
- институциональные мероприятия;
- мероприятия по улучшению оперативного управления;
- структурные мероприятия (по строительству и реконструкции сооружений).

Состав *фундаментальных мероприятий*:

- проведение научно-исследовательских работ по апробированию и оценке эффективности применения микроорганизмов при расчистке русел рек от иловых отложений.
 - установление границ участков степных рек, на которых необходимо осуществить расчистку русел от иловых отложений в первую очередь.
 - идентификация территорий, подверженных подтоплению их классифицирование и картографирование.
- Состав *институциональных мероприятий*:

- проведение инвентаризации и технической оценки существующих дамб и плотин, установление их собственников, в том числе бесхозных. создание единой

базы данных с использованием гис технологий. выявление дамб и плотин, утративших свое функциональное назначение.

- разработка нормативно правовых документов по биологизации земледелия в водоохраных зонах рек степной зоны Краснодарского края.
- мероприятия, направленные на соблюдение лимитов и квот на забор воды из водных объектов и сброс сточных вод.
- стимуляция естественных самоочищающих процессов, в том числе за счет искусственного внесения микроорганизмов, аэрации и т.д.

Состав *мероприятий по улучшению оперативного управления* использованием и охраной водных объектов:

- комплексное развитие сети государственного мониторинга водных объектов в бассейнах рек степной зоны края.
- установление и вынесение на местность границ водоохраных зон и прибрежных защитных полос, соблюдение их режима.
- разработка правил использования водохранилищ (прудов в бассейнах степных рек), регулирования уровня воды.
- разработка плана действий в случаях экстремально высокой и экстремально низкой водности рек.

Состав *структурных мероприятий*:

- Расчистка водных объектов степной зоны края от иловых отложений.
- реконструкция подпорных и водопропускных сооружений с повышением их надежности

соответствующей iv классу капитальности с увязкой пропускной способности и оборудованием всех эксплуатационных водосбросов регулирующими затворами.

- проведение работ по ликвидации либо переустройству дамб и плотин, утративших свое функциональное назначение.
- строительство крупных водохранилищ в бассейнах степных рек для регулирования сезонного стока.
- развитие канализационной сети в населенных пунктах.
- ликвидация существующих свалок тбо, расположенных в водоохраных зонах рек.
- облесение и залужение прибрежных защитных полос степных рек краснодарского края с целью охраны и восстановления природных сообществ и биологических ресурсов водных и околоводных экосистем.
- переоборудование животноводческих комплексов и навозохранилищ в соответствии с требованиями природоохранного законодательства.
- обустройство пляжей в населенных пунктах и создание рекреационных зон.

В настоящее время значительная часть прудов и водохранилищ в бассейнах рек не несет никакой функциональной нагрузки, кроме использования их плотин для автодорожных переходов. В целях экономии водных и земельных ресурсов необходимо предусмотреть работы по выявлению подобных дамб и плотин с последующей их ликвидацией, либо переустройством в мостовые переходы.

Общественные природоохранные организации последовательно отстаивают идею демонтажа существующих на реках дамб и плотин, в первую очередь бесхозных. Ознакомление с реальными результатами обследования прудов свидетельствует, что отложившиеся в их чашах илы чрезвычайно обогащены органикой. Поэтому необходимо ликвидацию дамб проводить после гидрологического обследования участка реки с прогнозом объёма искусственного паводка вызываемого ликвидацией дамб, поскольку сброс воды вниз по старому руслу неизбежно будет сопровождаться переносом огромных водных масс и органического вещества.

При определении гидротехнических сооружений подлежащих ликвидации (дамб), необходимо исходить из принципа восстановления русловых процессов, т.е. создания условий для меандрирования русел рек. Для этого минимальное расстояние между дамбами должно быть не менее 10 – 20 км.

В результате ликвидации водоемов из-под водного зеркала освободятся значительные площади земель. Так, по данным «Кубаньгипроводхоз» по данным на 1986 год в бассейне реки Ея суммарное увеличение площади земель при осуществлении реконструкции и ликвидации дамб и плотин составит 1611 га.

Необходимо провести реконструкцию подпорных и водопропускных сооружений с повышением их надежности соответствующей IV классу капитальности с увязкой пропускной способности и оборудованием всех эксплуатационных водосбросов регулирующими затворами. Реконструкция существующих ГТС на степных

реках заключается в их обустройство современными инженерными регулирующими сооружениями, обеспечивающих пропуск расходов 1% обеспеченности, позволяющих осуществлять промывной режим в руслах для перемещения донных наносов, а также поддерживать уровень воды в целях рекреации. Прежде всего, данные мероприятия необходимо провести на прудах, расположенных на территории населенных пунктов.

Решение *проблемы регулирования речного стока* возможно при осуществлении следующих мероприятий:

- организация крупных водохранилищ для регулирования сезонного и частично многолетнего стока;
- разработка правил регулирования уровня воды в прудах и водохранилищах.

В целях обеспечения санитарной проточности водоемов в бассейнах степных рек края и обеспечения всех водопользователей необходимым количеством воды необходимо создать регулирующие водохранилища с полезными объемами от 2 до 10 млн.м³, которые будут осуществлять сезонное и частично многолетнее регулирование стока рек. Общий объем водохранилищ должен составлять не менее 50% от среднемноголетнего стока для каждого речного бассейна.

Список литературы

1. Андрианова О. Р. Закономерности изменчивости уровня на побережье Чёрного и Азовского морей за последние 100 лет.//Морские берега-эволюция, экология, экономика: Материалы XXIV Международной береговой конференции (Туапсе, 1-6 октября 2012 г. Т.1.с.37-41.)

2. Турбин Л. И. Александрова Н. В. "Схематическая карта неотектоники Северо-Западного Кавказа масштаба 1:200000, Фонды ГУП «Кубаньгеология», 1975 г

3. Природные ресурсы Кубани. Атлас-справочник. Ростов-на-Дону. Изд. СКНЦ ВШ. 2004 г.

4. Изучение динамики развития малых рек и озера Ханское, разработка предложений по их сохранению. Отчёт Куб ГАУ, 2010 г..

5. Данилевский Н. Я. Исследования о Кубанской дельте. – СПб. 1869. Записки РГО. т.2.

6. Мещеряков Ю. А., Буланже Ю. Д, и др. Карта современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы. М., ГУГК СССР. 1971 г.

7. Панов Д. Г., Хрусталеv Ю. П. Новейшие тектонические движения берегов и дна Азовского моря. ДАН СССР. Т 166. 1966. № 3.

8. Благоволин Н. С., Победоносцев С. В. Современные вертикальные движения берегов Черного и Азовского морей. // Геоморфология, 1973, № 3.

9. Ананьин И. В. Сейсмичность Западного Кавказа, восточной части Черного моря и связь ее с внутренним строением земной коры. В кн.: Строение Черноморской впадины М. 1966.

10. Ярославцев И. Н. Сейсмическая деятельность на Кубани с 1794 по 1927 г.г. // Тр. Кубанского сельхозинститута. 1929. Т. VIII.

11. Власенко В. П., Терпелец В. И.. Гидроморфная деградация чернозёмов западного Предкавказья. Краснодар 2008. С. 204.

12. Чередниченко Л. И. Лёссовые породы Западного Предкавказья. Геохимия подземных вод и ландшафтов. Сб. н. тр. Краснодар 1981.С. 13-21.

13. Коробской Н. Ф. Агроэкологические проблемы повышения плодородия чернозёмов Западного Предкавказья, Пушкино. 1995. С. 210.

14. Пацукевич З. В. Допустимый смыв как индикатор эрозионной устойчивости склоновых земель. Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 11. изд-во Моск. ун-та. 1997. С.75-81.

15. Ачканов А. Я. Нормативные основы проектирования агроландшафтов в Предкавказской равнине Северного Кавказа. Сб.трудов Почвозащитный комплекс в ландшафтных системах земледелия Северного Кавказа. Краснодар, 1995. С.27-30.

16. Суслов О. Н., Ярмак Л. П., Давыдов А. В. Климатические и гидрогеологические факторы формирования ионного стока рек междуречья Кубани и Дона. Ж.Водное хозяйство России №1, 2014,С. 33 - 48.

17. Гидрогеология СССР, том 9, Северный Кавказ, изд Недр М. 1968. 479 с.

18. Отчёт о результатах работ по ведению ГВК-2 (подземные воды на территории Краснодарского края за 1991 – 1995 гг. ТФИ, инв.№ 2328..ГК «Кубаньгеология. Краснодар. 1997 г.

19. Лаврентьев Г. И. Об условиях формирования грунтовых вод в зоне степного ландшафта Краснодарского края.. Геохимия подземных вод и ландшафтов. Сб. научн. тр. Кубанский госуниверситет, 1981 г. С.62-66.

20.Агроклиматические ресурсы Краснодарского края, Л.: Гидрометеиздат., 1975, 273 с.

21. Агроклиматический метеобюллетень Краснодарского края (2007-2009 гг.)

22.Справочник по климату СССР, выпуск 13, часть 3, Ветер, - Л.: Гидрометеиздат. 1967, 331 с..

23. Государственный водный кадастр том 1 РСФСР. Выпуск 1. Л.Гидрометеиздат, 1986. 244с..

24. . Квашин А. А. Повышение продуктивности агроценозов и воспроизводство плодородия чернозема обыкновенного Западного Предкавказья при длительном применении минеральных удобрений. Автореф. к дисс. Краснодар. 2011. 44с.

25. Алёкин О. А. Основы гидрохимии, Л., Гидрометиздат 1953 г. 295 с.

26. Суслов О. Н. Формирование стока рек бассейна Азовского моря междуречья Кубани и Дона // Вода и водные ресурсы: Системообразующие функции в природе и экономике: сб. науч. тр./отв. ред. В. Г. Пряжинская. – Новочеркасск: ЮРГГУ (НПИ), 2012. С.140-146.)

27. Учёт руслового процесса на участках подводных переходов трубопроводов через реки. СТО ГУ ГГИ 08.29.-2009

28. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. Л.: Гидрометеиздат, 1970, 304 с.

29. Экологическая оценка состояния природной среды Азово-черноморского бассейна в зонах наибольшего экологического риска. Отчет ФГУП Краснодарский НИИ рыбного хозяйства, книга.2. Краснодар 2005, 103 с.

30. Буракова Т. И. Противозэрозионные свойства и морфологические признаки черноземов типичных и значение их в нормировании эрозионных потерь в западном предкавказье. Автореф. дисс. на соиск. уч. ст. канд. сельскохозяйств. наук. Краснодар.2009.

31. Методические рекомендации «Определение нормативов потерь элементов питания растений с твердым и жидким стоком в результате эрозии со клонов» (Москва, 1989 г.)

32. Ларионов. Г. А., Дайковский С.В., Кирюхина З.П. Дефляция почв на Северном Кавказе и Нижнем Дону. Семнадцатое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Краснодар, 2002 <http://makkaveev-lab.narod.ru/MNKS-Krasnodar-2002.pdf>.

33. Штомпель Ю. А., Бондарь А. В. Результаты исследований защиты почв от водной эрозии в Краснодарском крае, обеспечивающие переход на ландшафтное земледелие и охрану окружающей среды. Семнадцатое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых

процессов Краснодар, 2002 <http://makkaveev-lab.narod.ru/MNKS-Krasnodar-2002.pdf>.

34. Прогнозно-ресурсный потенциал (полезные ископаемые, инженерно-геологические процессы) в составе проекта «Разработка СХЕМЫ территориального планирования Краснодарского края» «Опасные геологические процессы». Отчёт ГУП «Кубаньгеология». Краснодар, 2007.

35. С. А. Петров Особенности ветрового режима во время пыльных бурь на Северном Кавказе. Семнадцатое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов Краснодар, 2002 <http://makkaveev-lab.narod.ru/MNKS-Krasnodar-2002.pdf>.

36. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ.

37. Щербина Ф.А. История Кубанского казачьего войска. Переизд. Краснодар. 2007. Т. I.

38. Апостолов Л.Я. Климат приазовских плавней и Таманского полуострова. Краснодар. «Кубполиграф». 1926.

39. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям.

40. Доклад «О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2010 году». – Краснодар, 2011. 344 с.

41. Никаноров А. М. Гидрохимия: Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб: Гидрометеиздат, 2001. – 444 с.

42. 4. Будник С. В. Оценка взаимодействия гидрохимических и гидродинамических факторов склонового стока. Автореф. к дисс. Воронеж 2009.

43 Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007 395 с.

44. Колоколова О. В. Геохимия подземных вод района Томского водозабора, Автореф. к дисс. Томск 2003.

45. Потапова И. Ю. Роль атмосферных осадков в формировании химического состава поверхностных вод Карелии, Труды Карельского научного центра РАН №4. 2011. С. 134-137.

46. Дроздова В. М, Петренчук О. П и др. Химический состав атмосферных осадков на Европейской территории СССР. Гидрометиздат, Ленинград, 1964, 176 с.

47. Василевич М.И. и др. Химический состав снежного покрова на территории таёжной зоны республики Коми, Водные ресурсы, 2011, том 38, №4, с.494-506.

48. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2011 г. Росгидромет. 2012. 256 с.

49. Газаев М.А., Атабиева Ф.А. и др.. Пространственно-временная изменчивость показателей качества воды высокогорной реки Черек-Безенгийский //Водное хозяйство России. 2014. № 1. С. 23–32.

50 Ляшенко Е. А. Подвижные формы тяжёлых металлов в почвах геохимических ландшафтов Краснодарского края, Автореф. к дисс. Ростов-на-Дону 2009 с.24.

51 Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Российской Федерации в 2009 г. - Вып. 33-М.: ООО «Геоинформмарк», 2010.-208 с.

52. Попов А. Н. Исследование эффективности биогеохимических барьеров на основе высшей водной растительности по отношению к соединениям меди, цинка, мышьяка, железа, Водное хозяйство России № 6, 2009.

53. Методические рекомендации по определению целевых показателей качества воды в водных объектах. РосНИИВХ, 2007.

54 Методика расчета водохозяйственных балансов (утв. приказом МПР РФ от 30 ноября 2007 г.№314).