



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра \_\_\_\_\_

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(дипломная работа)

На тему **«Влияние опасных явлений погоды на гидрологический режим рек бассейнов Западного и Восточного Маныча»**

Исполнитель Лобанова Анастасия Владимировна  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель кандидат физико-математических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Бородина Вероника Викторовна  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Санкт-Петербург  
2016

## Оглавление

<b>Введение .....</b>	<b>4</b>
<b>Глава 1. Физико-географическая характеристика бассейнов рек Западный и Восточный Маныч.....</b>	<b>6</b>
1.1 Орография и рельеф.....	7
1.2 Климат .....	11
1.3 Почвы и растительность.....	23
<b>Глава 2. Гидрография бассейнов рек Западный и Восточный Маныч .....</b>	<b>26</b>
2.1 Бассейн реки Западный Маныч .....	27
2.2 Бассейн реки Восточный Маныч.....	31
<b>Глава 3. Гидрологический режим рек Западный и Восточный Маныч.....</b>	<b>36</b>
3.1 Водный режим рек .....	36
3.1.1 Режим стока рек в естественных условиях .....	36
3.1.2 Режим стока рек в условиях антропогенного влияния .....	47
3.2 Термический и ледовый режим .....	51
3.3 Сток наносов.....	53
<b>Глава 4. Влияние опасных явлений погоды на гидрологический режим рек .....</b>	<b>56</b>
4.1 Общая характеристика опасных явлений погоды .....	56
4.2 Засухи .....	56
4.2.1 Общие сведения о засухах .....	56
4.2.2 Засухи на территории региона в 2000-2007 гг.....	59
4.2.3 Влияние засух на гидрологический режим водоёмов.....	60
4.3 Оттепели.....	62
4.3.1 Общие сведения об оттепелях .....	62
4.3.2 Оттепели в регионе в 1951-2005 гг .....	64
4.3.3 Влияние оттепелей на гидрологический режим водоёмов.....	65
4.4 Пыльные бури.....	66
4.4.1 Общие сведения о пыльных бурях.....	66
4.4.2 Влияние пыльных бурь на водные объекты.....	69
4.5 Низкие температуры воздуха.....	71

4.5.1 Общие сведения .....	71
4.5.2 Низкие температуры воздуха в регионе в 1950-2005 гг .....	72
4.5.3 Влияние низких температур воздуха на гидрологический режим .....	73
<b>Заключение.....</b>	<b>75</b>
<b>Список используемой литературы .....</b>	<b>78</b>
<b>Приложения.....</b>	<b>81</b>

## **Введение**

Опасными явлениями погоды называются такие метеорологические явления или их комплексы, которые по своей величине, интенсивности, продолжительности или времени возникновения могут нанести значительный ущерб отраслям экономики, нарушить естественный ход природных и антропогенных процессов, происходящих на рассматриваемой территории. Как нам хорошо известно, опасные явления погоды приносят вред растительным сообществам и животному миру, сельскому хозяйству, создают серьёзные проблемы для авиации, могут стать причиной чрезвычайных ситуаций.

Однако, опасные явления погоды, хотя и в различной степени, оказывают влияние на водные объекты. Например, такие явления как пыльные бури, могут приводить к уничтожению небольших прудов и отдельных участков каналов, а также уменьшению сроков заиления небольших водохранилищ, засыпая их почвой, сносимой с распаханых земель. Но в основном опасные метеорологические явления оказывают влияние на реки, причём как на гидрографию, так - и в первую очередь - на гидрологический режим. Вместе с тем, влияние опасных метеорологических явлений на гидрологические процессы, особенно на юге России, в настоящее время остаётся не до конца изученным. В связи с этим тема моего дипломного проекта «Влияние опасных явлений погоды на гидрологический режим рек бассейнов Западного и Восточного Маныча» является **актуальной**.

**Объекты** исследования: опасные явления погоды, гидрологический режим рек. **Предмет** исследования: влияние опасных явлений погоды на гидрологический режим. **Цель** исследования – установить, какое влияние оказывают опасные явления погоды на гидрологический режим рек бассейнов Западного и Восточного Маныча. **Гипотеза:** факторами, определяющими степень влияния опасных явлений погоды на гидрологический режим рек региона, являются его физико-географические особенности и уровень

антропогенной нагрузки. Для реализации данной цели и проверки гипотезы необходимо решить следующие **задачи**:

- рассмотреть физико-географическую характеристику бассейнов рек Западный и Восточный Маныч;
- изучить гидрографию и гидрологический режим рек данного региона;
- дать общую характеристику опасных явлений погоды, характерных для изучаемого региона;
- определить особенности их влияния на режим рек.

В данной дипломной работе обобщаются материалы исследований и анализируются современные литературные источники по заявленной теме. Результаты могут быть использованы для дальнейшего изучения влияния опасных явлений погоды на гидрологический режим рек. Это определяет **практическую значимость** данных исследований.

Автором дипломной работы был собран и обработан материал для исследований, проведена большая работа с литературой и аналитическая работа. В дипломной работе использовались такие **методы**, как анализ, обобщение, синтез, прогнозирование.

Работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и приложения. Работа изложена на 80 страницах текста, включая 13 рисунков; список литературы содержит 34 наименования, в приложении содержится 19 тематических материалов.

## **Глава 1. Физико-географическая характеристика бассейнов рек Западный и Восточный Маныч**

Бассейны рек расположены в южной части Русской равнины и охватывают Кумо-Манычскую впадину, Ставропольскую возвышенность и отдельные участки Сало-Манычской, Азово-Манычской и Ергенинской возвышенностей. При этом Западный Маныч является притоком р. Дон и соответственно относится к бассейну Азовского моря. Восточный Маныч оканчивается в озёрах Терско-Кумской низменности и несколько тысяч лет назад впадал в Каспийское море.

В физико-географическом отношении регион расположен в степной и полупустынной зонах Русской равнины. Западная часть (бассейн р. Западный Маныч) входит в три провинции степной зоны: Нижнедонскую, Западное и Среднее Предкавказье. Восточная часть (бассейн р. Восточный Маныч) расположена в полупустынной зоне в двух провинциях — Терско-Кумской и Ергенинской. Небольшая часть бассейна р. Восточный Маныч входит в Черноземельскую провинцию пустынной зоны [1]. Территория характеризуется преимущественно небольшими абсолютными высотами над уровнем моря, равнинностью, слабым расчленением, широким распространением степных западин и лиманов. По северной окраине впадины расположены невысокие возвышенности — Сало-Манычская и Ергени, а в юго-западной части — Ставропольская возвышенность.

В климатическом отношении территория характеризуется высокой теплообеспеченностью и недостатком влаги, которые увеличиваются с запада на восток. В соответствии с этим ландшафты здесь степные и сухостепные. Всё это оказывает решающее значение в формировании поверхностного речного стока, водном режиме водохранилищ и озёр.

## 1.1 Орография и рельеф

Рассматриваемая территория расположена на Скифской платформе со складчатым палеозойским основанием и осадочным чехлом мезо-кайнозойских пород. Тектонические морфоструктуры в пределах платформы относятся к Донецко-Каспийской складчатой системе: это — вал Карпинского и Манычский прогиб, а к Предкавказью — Ставропольское поднятие, Азово-Кубанская и Терско-Кумская впадины. В рельефе этим морфоструктурам соответствуют: валу Карпинского — возвышенности Ергени и Сало-Манычская, системе Манычского прогиба — Манычская низменность, Ставропольскому поднятию — Ставропольская возвышенность, Азово-Кубанской впадине — Доно-Егорлыкская низменность и Азово-Манычская возвышенность, Терско-Кумской впадине — Терско-Кумская низменность [2-4]

Территория бассейнов рек Западный и Восточный Маныч представляет собой пологоволнистую равнину с абсолютными отметками от минус 10-15 м в юго-восточной части до 222 м на возвышенности Ергени. Только на Ставропольской возвышенности абсолютные отметки в отдельных районах достигают 600-800 м. Основными низменностями, равнинами и возвышенностями региона являются (приложение 1):

- Манычская (Приманычская) низменность;
- Нижнедонская низменность;
- Доно-Егорлыкская равнина;
- Терско-Кумская низменность;
- Азово-Манычская возвышенность;
- Сало-Манычская гряда (возвышенность);
- Возвышенность Ергени;
- Ставропольская возвышенность.

**Манычская (Приманычская) низменность** протянулась на 345 км от Весёловского водохранилища на северо-западе до нижней части Чограйского водохранилища на юго-востоке узкой полосой шириной 20-30 км. Она

охватывает в основном пойму рек Западный и Восточный Маныч, нижнее течение рек Калаус и Егорлык. В центре низменности находятся долины рек Западный и Восточный Маныч с водохранилищами Весёловское, Пролетарское, Чограйское и озёрами Маныч и Лысый Лиман. Абсолютные отметки низменности от 2 м в западной части, 5-18 м в восточной и до 27,4 м в центральной, где проходит водораздел с р. Восточный Маныч. Большая часть поймы рек Манычской низменности занята водами Весёловского, Пролетарского и Чограйского водохранилищ.

**Нижнедонская низменность** протянулась узкой полосой в пределах поймы р. Дон от Цимлянского водохранилища на севере и до дельты р. Дон на юге. В бассейне р. Западный Маныч равнина охватывает долину реки в пределах от её устья до Весёловского водохранилища. Пойма развита на всём протяжении долины р. Западный Маныч, занятой Нижне-Манычским водохранилищем. Пойма возвышается над урезом водохранилища до 3,5 м, а её ширина достигает 30 км. В рельефе поймы отмечаются эрозионные (старицы, ерики) и аккумулятивные (береговые валы, гряды) формы. Пониженные формы рельефа занимают озёра, лопатины и старицы. Положительными формами рельефа поймы являются в основном валы, сложенные песчано-глинистыми отложениями.

**Доно-Егорлыкская** аккумулятивная равнина протянулась от Ставропольской возвышенности на юго-востоке до долины р. Дон на севере. На западе граница низменности проходит по осевой части Азово-Манычской возвышенности. Средняя высота низменности 80-100 м в юго-восточной и 40-60 м в северо-западной части при наибольшей высоте 148 м в районе г. Городовиковск. Поверхность равнины расчленена террасированными долинами рек Егорлык, Средний Егорлык, Малый Егорлык, балками Мокрая и Сухая Кугульта. Долины рек довольно хорошо разработанные, широкие с наличием террас. Водоразделы всех рек плоские, слаборасчленённые с негустой овражно-балочной сетью.

**Терско-Кумская низменность** занимает большую часть Восточного Предкавказья между Ставропольским плато, долиной р. Терек и Каспийским морем. Изменения высот на поверхности низменности небольшие и большая часть её находится ниже уровня океана (до отметок -26.. -28 м). Непосредственно к бассейну р. Восточный Маныч относится восточная часть низменности между р. Кума — на юге, озёрами Торце, Светлое, Можарское — на севере и песками Джанай, Маракша и Карантинные на юге.

На Терско-Кумской низменности выделяется четыре основных типа песчаного рельефа: 1) барханные незакреплённые пески; 2) грядово-бугристые полужакреплённые пески; 3) бугристые закреплённые и полужакреплённые пески и 4) пологоволнисто-грядовые, преимущественно закреплённые пески.

К востоку от устья р. Восточный Маныч в рельефе прослеживается ряд древних русел, берущих начало на восточном склоне Ергеней. Друг от друга они отделяются плоскими, едва выступающими увалами. Те и другие простираются почти в широтном направлении и составляют продолжение отрогов и балок Ергеней и собственно р. Восточный Маныч.

**Азово-Манычская возвышенность** в пределах бассейна р. Западный Маныч является границей между реками Приазовья (Кагальник, Ея) и р. Западный Маныч. Протянулась она от Ставропольской возвышенности на востоке до долины р. Дон на западе. Общая её протяжённость 220 км при высотах 240 м на востоке и около 100 м на западе. Ширина возвышенности в среднем не превышает 6-8 км, максимальная — 18-20 км. Возвышенность имеет платообразный характер; водоразделы покрыты густой сетью пологих мелких балок и бессточных котловин - «блюдец».

Склоны возвышенности полого опускаются как к долине р. Западный Маныч, так и к рекам Приазовья. Они изрезаны многочисленными балками, которые расчленяют поверхность возвышенности на отдельные холмы или увалы и придают рельефу волнистый характер.

**Сало-Манычская гряда**, разделяет бассейны рек Западный Маныч и Сал [4-7]. Гряда протянулась от залива Весёловского водохранилища Балка

Большая Садковка на западе до р. Солёная на востоке общей протяженностью 240 км. Абсолютные высоты гряды повышаются от 30-50 м на западе до 180-220 м на востоке (высшая точка 221 м расположена в истоках р. Наин-Шара). Поперечный профиль Сало-Маньчской гряды асимметричный, особенно в восточной и центральной частях. Северо-восточный склон, обращенный к долине р. Сал, относительно пологий и широкий — от 75 до 85 км, а юго-западный, обращенный к Манычу, крутой и узкий шириной 15-24 км. Основными формами рельефа являются водораздельные межбалочные плато, овраги и балки.

**Ергени** — это асимметричная аккумулятивная возвышенность, протянувшаяся с севера на юг от г. Волгоград и оканчивающаяся в левобережье Восточного и правобережье Западного Маныча. Абсолютные высоты возвышенности в северной части 120-150 м и около 200 м в южной. К долине р. Восточный Маныч Ергени обрываются высоким уступом, имеющим название хребет Чолун Хамур с наибольшей отметкой 222 м (г. Шаред) и общей протяженностью около 65 км. Возвышенность является водоразделом рек Азовского и Каспийского морей. Рельеф южной части Ергеней, примыкающей к бассейнам рек Западный и Восточный Маныч, характеризуется чередованием увалов и речных долин с балками с относительными высотами 40-100 м.

**Ставропольская возвышенность** расположена на юго-востоке региона. На её склонах берут начало реки Егорлык, Калаус, Рагули и Чограй, а также их многочисленные, хотя и небольшие, притоки. Ставропольская возвышенность отделяется от Ергеней Маньчским прогибом, а от Азово-Кубанской и Терско-Кумской низменностей — тектоническими уступами.

По характеру рельефа Ставропольская возвышенность представляет плато, сильно расчленённое глубокими речными долинами, балками и оврагами. Юго-западная часть возвышенности наиболее высокая и является водоразделом рек Егорлык и Калаус. Здесь расположено много высоких останцов, некоторые из которых имеют форму отдельных гор, а другие сохранили форму плато. Горы Стрижамент и Недреманная имеют высоты 600-800 м. Наиболее

значительные плато Ставропольские горы, Прикалаусские и Бешпагирские высоты. Западная окраина Ставропольской возвышенности, расположенная в основном в левобережье р. Егорлык, значительно расчленена долинами его притоков, балками и оврагами.

К востоку от долины р. Калаус расположены Прикалаусские высоты, являющиеся восточной частью Ставропольской возвышенности. Прикалаусские высоты протянулись от с. Куликовы Копани на севере до верховьев р. Калаус на юге. Высоты её увеличиваются от 90-180 м на севере (93 м — с. Воздвиженское, 150 м — с. Рагули, 180 м — с. Арзгир) и почти до 700 м на юге (г. Брык, 688 м, г. Теловая, 621 м).

В верховьях р. Калаус, к северу от г. Брык и Воровсколесского плато, расположена обширная Янкульская котловина. Центральная её часть имеет высоту 250-350 м над уровнем моря и окружена горами с высотами 600-700 м.

Окраинные части Ставропольской возвышенности представляют собой холмистую, постепенно опускающуюся к северу, северо-западу, северо-востоку и востоку равнину с абсолютными высотами от 350 до 50-75 м, слабо расчленённую речной и балочной сетью.

## **1.2 Климат**

Рассматриваемая территория находится в умеренном климатическом поясе в Атлантико-континентальной степной области, её западной подобласти. В соответствии с различиями в климатических условиях на рассматриваемой территории выделяется два климатических района [8-10]:

- а) Кумо-Манычская впадина;
- б) Ставропольская возвышенность.

Первый район охватывает долины рек Западный и Восточный Маныч с примыкающими территориями в пределах их бассейнов. Район разделяется на два подрайона — западный и восточный, граница между ними проходит по водоразделу рек Западный и Восточный Маныч. Подрайоны различаются как

по температурному режиму, так и увлажнению. Здесь прослеживается увеличение температуры воздуха и уменьшение количества атмосферных осадков с северо-запада на юго-восток и соответственно значительно меньшему стоку р. Восточный Маныч по сравнению с р. Западный Маныч.

Ставропольская возвышенность разделяется на три подрайона: западный, центральный и восточный. Общей закономерностью климатических элементов района является их изменение с увеличением абсолютных высот, а также положением склонов к направлению влагонесущих воздушных масс и тем, что в целом Ставропольская возвышенность является климатической границей западного и восточного Предкавказья. В целом западный подрайон более увлажнён по сравнению с другими и характеризуется более повышенными температурами воздуха. Наибольшие суммы осадков отмечаются в центральном подрайоне, но в то же время температура воздуха здесь ниже, что связано со сравнительно большими абсолютными высотами. Для восточного подрайона характерно пониженное количество атмосферных осадков и высокие летние температуры воздуха. Это связано с тем, что он находится под большим влиянием тёплых воздушных масс, формирующихся в Прикаспийской низменности.

**Радиационный режим.** Бассейны Западного и Восточного Маныча располагаются в средних широтах и соответственно получают большое количество солнечного тепла. В результате подстилающая поверхность летом сильно прогревается, а зимой не успевает охладиться.

Приходо-расход солнечной радиации в значительной степени зависит от условий солнечного сияния, продолжительность которого на территории бассейнов достигает 2100-2255 ч при наибольших значениях в устьях рек Западный (Весёловская) и Восточный Маныч (Артезиан). Большая продолжительность солнечного сияния отмечается и на северном склоне Ставропольской возвышенности в районе городов Светлоград и Ставрополь.

В течение года продолжительность солнечного сияния изменяется в значительной степени: максимум приходится на летние месяцы, достигая в

июле 303-324 ч. Минимум приходится на зимние месяцы (декабрь) и составляет в нижнем течении Западного Маныча 40-42 ч, а Восточного 38 ч (Артезиан). Значительно больше продолжительность солнечного сияния зимой в центральной части Ставропольской возвышенности, где она достигает в декабре 73-75 ч.

**Циркуляция атмосферы.** Климатические условия Кумо-Манычской впадины определяются теми же процессами атмосферной циркуляции, что и для всего Нижнего Дона и Предкавказья, которые расположены в зоне циркуляции умеренных широт. Соответственно здесь преобладают умеренные воздушные массы (68%), в то время как на тропические приходится 21%, а на арктические всего 11% [8].

Над регионом преобладает антициклоническая циркуляция, на которую в целом за год приходится 234 дня, или 64,1%. Особенно велика повторяемость влияния антициклонов осенью, когда число дней с антициклональным типом погоды достигает 21-22 дней в течение месяца.

Наиболее часто над рассматриваемой территорией располагаются отроги антициклонов, центры которых находятся над Казахстаном или Сибирью (50% всех антициклонических воздействий). Несколько меньше антициклонов и их гребней (46%) приходит с северо-запада и запада. С юго-запада и юга отмечается проникновение только небольшого числа антициклонов (4%). С антициклонами «восточного» происхождения происходит вторжение холодного арктического воздуха, с которым связаны резкие понижения температуры воздуха, особенно с антициклонами, вторгающимися с северо-северо-востока. В случаях, когда антициклону, расположенному на юго-востоке европейской части России, противостоит барическая депрессия или циклон над Чёрным морем, в бассейне отмечаются сильные «сухие» восточные ветры, нередко очень сильные и с пыльными бурями [8].

Повторяемость циклонической циркуляции в среднем за год составляет 131 день, или 35,9%. Наибольшее число циклонов отмечается в январе, июне и июле, когда они составляют 13-14 дней в месяц. На погодные условия

территории оказывает влияние и частный циклогенез, охватывающий западное и восточное Предкавказье, а также выходы южных циклонов со Средиземного и Чёрного морей, охватывающих в основном западное Предкавказье и Нижний Дон. Средиземноморские циклоны зимой обуславливают потепления, значительные осадки, метели, нередко гололёд; летом — грозы и ливни, а в переходные сезоны — обильные обложные дожди. Следует отметить так называемые «ныряющие» циклоны, быстро смещающиеся с севера, с которыми связаны поздние весенние заморозки.

Наибольшие осадки в регионе отмечаются при западных и северо-западных циклонах, продолжительность прохождения которых составляет 1-4 дня, а среднее количество атмосферных осадков за этот период составляет 5,5-7,0 мм. При юго-западных и местных циклонах выпадает на 20% меньше осадков, и продолжительность их прохождения не превышает 1-3 дней [11].

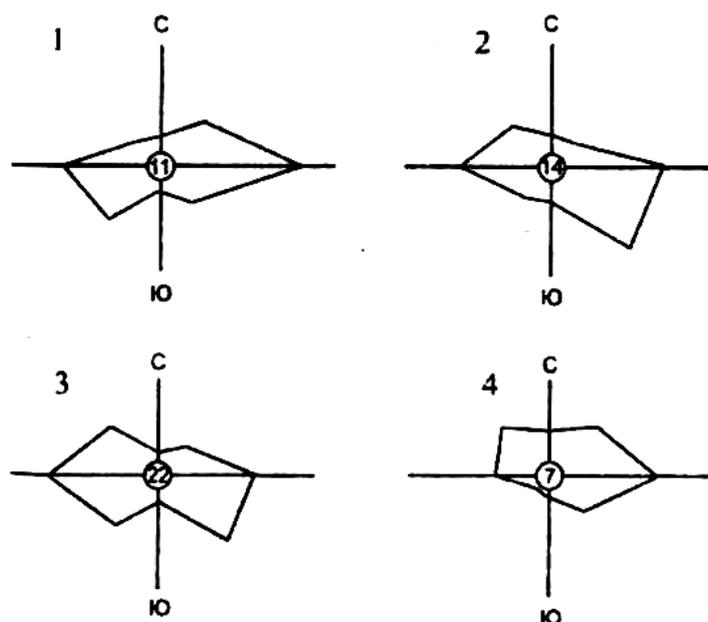
Влияние на климат региона Чёрного и Азовского морей невелико и сказывается только в незначительном увеличении термического режима осени и продолжительности весны, а также подпиткой дополнительной влагой средиземноморских циклонов. Каспийское море, хотя и в незначительной степени, охлаждает и увлажняет сухие и горячие воздушные массы, поступающие в регион из Арало-Каспийских пустынь в тёплый период, а в холодный — несколько нагревает холодные воздушные массы, поступающие в бассейн Восточного Маныча.

**Ветровой режим** определяется в основном типом атмосферной циркуляции над территорией юга Русской равнины. Ветровой режим формируется под воздействием широтной циркуляции, поэтому в среднем за год здесь преобладают ветры восточного (СВ, В, ЮВ) и западного (ЮЗ, З, СЗ) направлений [8]. В течение года на всей территории на ветры с восточной составляющей приходится 43-67% случаев, а на ветры с западной — 24-40%. На ветры чисто восточной и западной составляющих приходится соответственно 14-37% и 10-22%.

Южные и северные ветры имеют небольшую повторяемость и составляют по отдельным пунктам 3-10% (рис. 1). С западными ветрами в холодную часть года связаны потепления, а с восточными и юго-восточными в апреле-мае — суховеи.

Ветры восточных и западных направлений являются преобладающими во все месяцы года, составляя соответственно в отдельные месяцы 70—71 % (восточные, Маныч-Гудило) и 45-57% (западные, Ставрополь). Повторяемость южных и северных ветров в течение года равна 3-10%, изменяясь от месяца к месяцу незначительно. Средние годовые скорости ветра изменяются от 3,1 м/с (Светлоград) до 5,4 м/с (Городовиковск).

В бассейнах рек повсеместно отмечаются сильные ветры (более 15 м/с). Наблюдаются они как на ограниченной территории, так и могут охватывать огромные пространства. Сильные ветры имеют преимущественно восточные и западные направления. Наиболее продолжительными и сильными бывают восточные ветры. В среднем их продолжительность составляет от 2-3 до 6-7 дней. Число дней с сильным ветром в среднем за год находится в пределах 14-62 дней и изменяется в зависимости от местоположения метеорологических станций в положительных или отрицательных формах рельефа. На ряде станций, находящихся на открытых возвышенных местах, число дней с сильным ветром достигает 46-62 дней (Светлоград, Ставрополь). Наибольшее число дней отмечается в холодный период в феврале-апреле и составляет 1,4-7,3 дня в месяц. В тёплый же период на преобладающей территории число дней с сильным ветром составляет 1,7-2,7 дня и только в Светлограде и Ставрополе оно достигает 4,8-5,6 дней (Ставрополь, май - июнь).



**Рис. 1. Розы ветров. 1 - Веселый, 2 - Дивное, 3 - Ставрополь, 4 – Артезиан (выполнено по данным из [14])**

Максимальные скорости ветра, отмечающиеся в регионе ежегодно, составляют 22-35 м/с, один раз в 10 лет — 26-45 м/с и один раз в 20 лет — 28-50 м/с. При этом максимальные скорости ветра отмечаются в районе г. Ставрополь, где они достигают 35-50 м/с и связаны с орографическими особенностями Ставропольской возвышенности в этом районе (Приложение 2).

Орографические особенности Северного Кавказа, Нижнего Дона и Нижнего Поволжья оказывают существенное влияние на распределение по территории участков с сильными ветрами. Н.С. Темникова [8] указывает, что через г. Волгоград и среднее течение Днепра проходит ветроразделительная линия (ось Воейкова-Броунова), к северу от которой преобладают юго-восточные, а к югу — восточные ветры. На южной территории под влиянием рельефа образовались участки с более и менее интенсивными скоростями ветров, получивших название ветровых коридоров [12, 13]. Их в регионе пять, а на рассматриваемой территории два, в том числе главный ветровой коридор (I) и Ставропольско-Прикумский (II) (приложение 3).

Главный ветровой коридор (I) расположен к северу от Ставропольской возвышенности, он практически соответствует Кумо-Манычской впадине.

Здесь в силу специфических условий местности сильный восточный ветер усиливается и воздушная масса, двигаясь на запад, подвергается динамическому сжатию, образуя мощный воздушный поток.

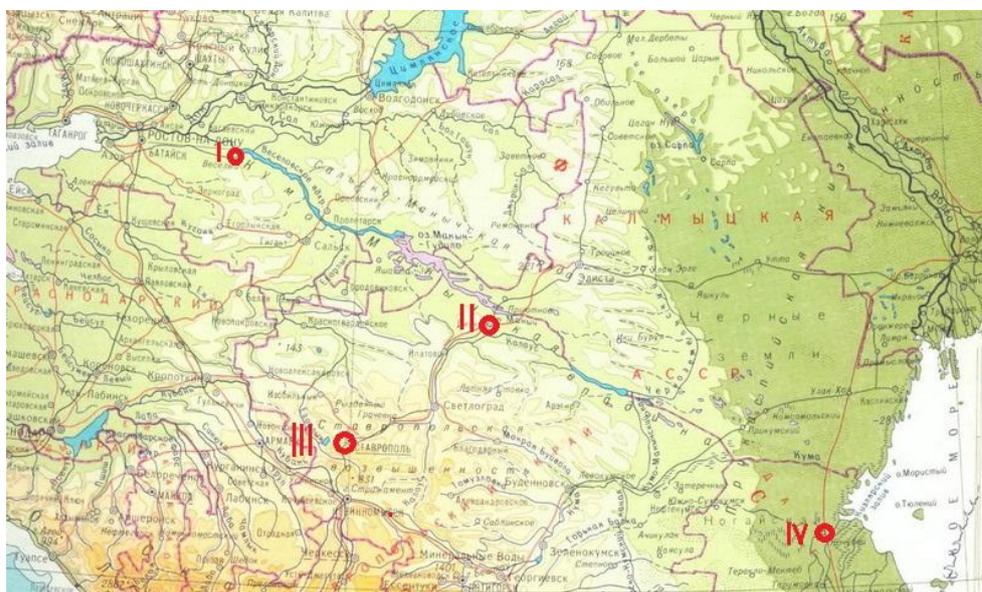
Максимальное число дней с сильным ветром здесь достигает 60-85 дней (Арзгир — 60, Дивное — 88, Светлоград — 85, Сальск — 70, Весёлый — 57 дней). Второй ветровой коридор охватывает долину р. Кубань и южную часть Ставропольской возвышенности и нередко носит название Армавирского. В последующем этот поток частично соединяется с ветровым коридором Тихорецким (IV) и Краснодарским (III). Число дней с сильным ветром в этом коридоре достигает 70-100 дней (Невинномысск — 79, Ставрополь — 100, Армавир — 101 день).

**Температура воздуха.** Средняя годовая температура воздуха в бассейнах рек увеличивается с северо-запада на юго-восток от 8,7 °С в устьевой части р. Западный Маныч (Весёловская) до 10,4 °С к востоку от устьевой части р. Восточный Маныч (Артезиан), а также на западном склоне Ставропольской возвышенности, где средняя годовая температура в Новоалександровске равна 10,1 °С, а в Изобильном 10,3 °С. В центральной и восточной частях Ставропольской возвышенности в целом средняя годовая температура воздуха с увеличением абсолютных высот уменьшается от 9,6 °С в Ипатове до 9,1 °С в Ставрополе или с вертикальным градиентом температуры 0,13°С/100 м.

По всей территории средние месячные отрицательные температуры отмечаются только в зимние месяцы при минимальной в январе, когда они достигают -5,5 °С в северо-западной части бассейна, -2,9 °С в южной части и -3,9 °С в юго-восточной части. Во все остальные месяцы года они положительные, причём наиболее высокие отмечаются в июле, достигая 23,2-25,3 °С (рис. 2, 3).

Наиболее высокая как за лето, так и за самый тёплый месяц температура воздуха наблюдается в Артезиане. Летом температура воздуха в устьевой части р. Западный Маныч меньше на 0,3-1,9 °С, чем в центральной или юго-восточной частях бассейна. Зимой в северо-западной и центральной частях

(Весёлый, Гигант) температура воздуха практически одинакова, в то время как в юго-восточной части (Арзгир, Артезиан) она выше на 1,1-2,6 °С.

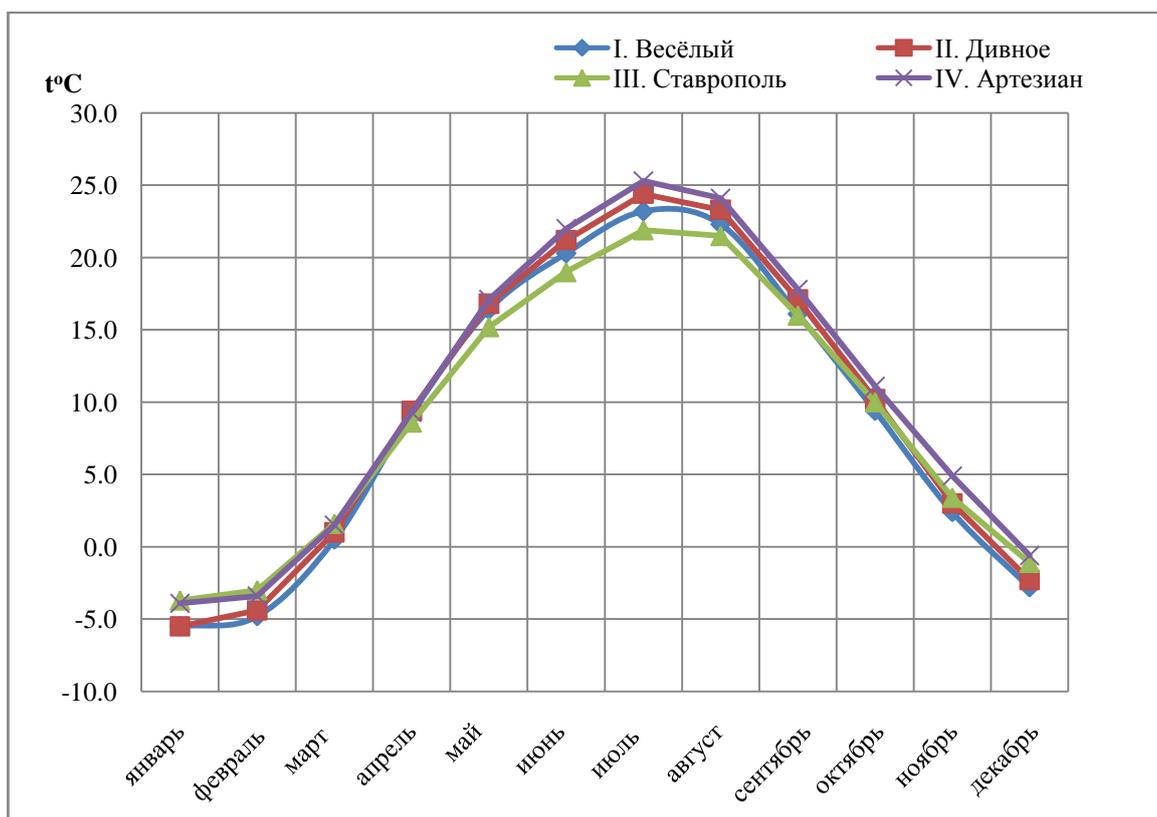


**Рис. 2. Опорные метеостанции на карте региона: I. Весёлый; II. Дивное; III. Ставрополь; IV. Артезиан**

Абсолютный минимум температуры воздуха в бассейнах изменяется от -36 °С в северо-западной части до -34 °С в юго-восточной, в центральной части он равен -36 - -37 °С, то есть значения абсолютного минимума температуры воздуха различаются весьма незначительно. Абсолютный максимум в бассейне 40-43 °С, наименьший на Ставропольской возвышенности (Ставрополь 40 °С), а наибольший в предгорьях Ставропольской возвышенности, где в Дивном, Арзгире и Светлограде он достигает 43 °С.

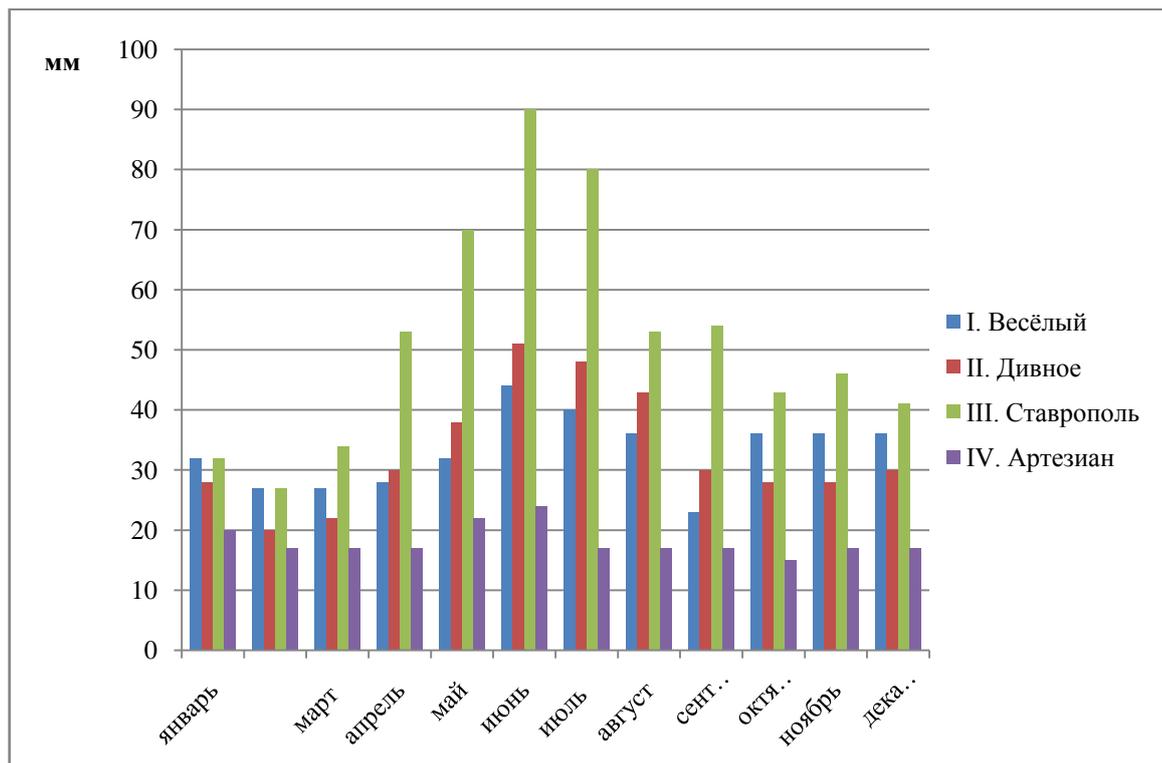
**Влажность воздуха.** Распределение относительной влажности в бассейнах рек определяется температурным режимом и притоком влаги в атмосферу. Существенных различий в распределении относительной влажности по территории бассейнов не отмечается, что объясняется незначительным различием по территории средней годовой температуры воздуха и годовой суммы атмосферных осадков. Величины средней годовой относительной влажности составляют 70-73%. В течение года относительная влажность

уменьшается от января к июлю и потом увеличивается к декабрю. Наибольшие её величины отмечаются в зимнее время, когда они достигают 86-88% в северо-западной части региона и 87-88% в юго-восточной. В летний период относительная влажность имеет минимальные значения в бассейне р. Западный Маныч 48-62% и 51-58% в бассейне р. Восточный Маныч.



**Рис. 3. Годовой ход средней месячной температуры воздуха**  
(выполнено автором по данным из [14])

**Атмосферные осадки.** Осадки на территории региона распределяются неравномерно и изменяются от 217 мм в юго-восточной части (Артезиан) до 623 мм (Ставрополь) на Ставропольской возвышенности. По количеству выпадающих осадков этот регион разделён нами на четыре района: 1) долина р. Западный Маныч с водохранилищами от устья до впадения в него р. Калаус, ширина района 15-20 км, 2) Доно-Егорлыкская низменность, 3) Ставропольская возвышенность и 4) бассейн р. Восточный Маныч. На рисунке 4 показан годовой ход осадков для четырёх метеостанций, находящихся в этих районах.



**Рис. 4. Годовой ход осадков, мм** (выполнено автором по данным из [14]).

Общей закономерностью изменения осадков на территории является их уменьшение с северо-запада на юго-восток и увеличение с возрастанием абсолютных высот, как на Ставропольской, так и других возвышенностях.

По долине р. Западный Маныч годовое количество атмосферных осадков изменяется от 397-405 мм в нижнем течении реки до 359-417 мм — в среднем и 315-396 мм — в верхнем. На Доно-Егорлыкской низменности годовое количество составляет 450-521 мм. При этом количество осадков от долины р. Западный Маныч к водоразделу повсеместно возрастает в среднем на 15-20%, с вертикальным градиентом осадков за год 55-60 мм/100 м.

Вдоль Азово-Манычского водораздела на Доно-Егорлыкской низменности количество осадков в юго-восточном направлении увеличивается до левобережья р. Егорлык, т.е. подножья Ставропольской возвышенности (Плодородное, 406 мм; Целина, 435 мм; Песчанокопское, 462 мм; Летник, 521 мм). Наибольшее количество осадков отмечается в Летнике, а также в предгорьях Ставропольской возвышенности (Новоалександровск, Изобильный)

и связано с тем, что это полоса вынужденного подъёма воздушных масс, в которой резко увеличивается количество осадков.

На Ставропольской возвышенности и её отрогах выпадает наибольшее количество осадков, хотя в целом оно незначительно больше чем на Доно-Егорлыкской низменности, что связано с её приподнятостью над окружающими низменностями. Измените количества осадков на возвышенности подчиняется вертикальной зональности, то есть с увеличением абсолютных высот количество осадков возрастает.

Ещё меньшее количество атмосферных осадков отмечается по долине р. Восточный Маныч, которое уменьшается от 335 мм в верхнем течении (Арзгир) и до 217-239 мм в низовьях реки (Артезиан, Кумской).

Для рассматриваемого региона характерен континентальный тип годового распределения осадков с максимумом в летнее время. Осадки тёплого периода (апрель - октябрь) на всей территории преобладают над осадками холодного (ноябрь - март) и превышают их в 1,5-2,4 раза. За тёплый период выпадает 60-71% годового количества осадков, в то время как за холодный 29-40%. Основной причиной летнего максимума осадков является активизация холодных фронтов атлантических циклонов, большая их мощность и значительная повторяемость по сравнению с холодным периодом [8]. За холодный период выпадает значительно меньше осадков, чем за тёплый и в целом в пределах бассейна р. Западный Маныч уменьшается с 38% в устье до 29% на Ставропольской возвышенности, а в бассейне р. Восточный Маныч увеличивается с 30 до 40%.

**Снежный покров.** Снегопады в бассейнах рек обуславливаются циклонической деятельностью и возникают в зоне фронтов. За холодный период на рассматриваемой территории в среднем за год отмечается 40-50 случаев, при которых образуется снежный покров толщиной 1-25 см и редко более. Сильные снегопады с интенсивностью более 25 см за снегопад отмечаются редко и за многолетний период составляют 4-6%.

Снежный покров в среднем за многолетний период появляется в регионе в конце ноября — начале декабря. Устойчивый снежный покров на большей части региона образуется в третьей декаде декабря, но в некоторых частях региона он не образуется более чем в 50% зим (Светлоград, Артезиан). Разрушение устойчивого снежного покрова происходит всего за несколько дней в конце февраля — начале марта. Однако в отдельные годы (многоснежная зима и холодная весна) разрушение устойчивого снежного покрова отмечается в конце марта — начале апреля. В целом на большей части региона отмечается лишь 30-44% зим с отсутствием устойчивого снежного покрова и только в средней части бассейна р. Калаус, нижнем течении р. Восточный Маныч и междуречье рек Кевсапа и Джалга снега не бывает в 52-58% зим.

Сход снежного покрова в регионе происходит в среднем во второй половине марта. Наиболее поздно сходит снег на Ставропольской возвышенности, несколько раньше в северо-западной части Доно-Егорлыкской и Манычской низменностей, где в отдельные годы его уже нет в первой декаде февраля.

На рассматриваемой территории распространенным метеорологическим явлением являются метели, представляющие собой перенос снега ветром над поверхностью земли. В метели принимают участие как снег, выпадающий из атмосферы, так и отложенный на поверхности земли. Различают верховую, низовую и общую метель. Разновидностью метелей является позёмок. Наиболее часто метели возникают при прохождении циклонов перед тёплыми фронтами, реже образуются в тылу циклонов при прохождении холодных фронтов. Наиболее значительные метели связаны с глубокими циклонами. Общие метели связаны с одновременным снегопадом и сильным ветром. Низовые метели и позёмки образуются без выпадения снега, но обязательно при значительных скоростях ветра.

### 1.3 Почвы и растительность

Различия в рельефе, составе и свойствах почвообразующих пород, а также особенности климатических условий привели к образованию на территории бассейнов рек Западный и Восточный Маныч многообразия почвенного и растительного покрова.

**Почвы.** В соответствии с почвенно-географическим районированием Юга России рассматриваемая территория входит в три почвенных провинции [15]:

1. Приазовско-Предкавказскую;
2. Восточно-Предкавказскую;
3. Прикаспийскую.

Приазовско-Предкавказская провинция охватывает Доно-Егорлыкскую низменность, Нижнедонскую низменность (в пределах долины р. Западный Маныч, от его устья до Весёловского водохранилища), западную и центральную части Ставропольской возвышенности (в пределах верхней и средней частей бассейнов рек Егорлык и Калаус). Основные типы почв — чернозёмные. Кроме того, по долине р. Западный Маныч и на Ставропольской возвышенности небольшими участками наблюдаются следующие типы почв: лугово-чернозёмные, лугово-каштановые, каштановые и бурые лесные.

Восточно-Предкавказская провинция охватывает Манычскую низменность от Весёловского до Чограйского водохранилища. Основные типы почв каштановые, но, кроме того, по долинам рек имеются небольшие массивы аллювиальных почв (лугово-аллювиальные, лугово-болотные), лугово-чернозёмные и лугово-каштановые. Здесь отмечаются, особенно в районе Пролетарского водохранилища и восточнее от него, солончаки, солонцы, солоди и дерново-карбонатные почвы.

Прикаспийская провинция охватывает восточную часть бассейна р. Восточный Маныч к востоку от Чограйского водохранилища. Здесь развиты

почвы светло-каштановые, солончаки, солонцы, солоды, бурые, пустынно-степные и песчаные массивы.

**Растительность.** На территории рассматриваемых бассейнов рек отмечается три типа зональной растительности: степная, полупустынная и пустынная, а также два типа незональной: интразональная и экстразональная [6, 7]. Границы между зонами растительности имеют не меридиональное простирание, как обычно, а широтное, что связано с ариадизацией климата с запада на восток.

**Степная растительность** является в регионе преобладающей и охватывает равнинные территории западной и центральной частей региона. Растительные сообщества степей представлены преимущественно многолетними засухо- и морозоустойчивыми травяными растениями с мощной корневой системой. Состав и структура степных сообществ существенно изменяется с северо-запада на юго-восток. Соответственно здесь выделяется два подтипа степей: 1) разнотравно-дерновинно-злаковая (богаторазнотравная) и 2) сухая дерновинно-злаковая (бедноразнотравная). Первый подтип степей охватывает правобережье и левобережье Западного Маныча к западу от Веселовского водохранилища, а также Доно-Егорлыкскую равнину и западную часть Ставропольской возвышенности. Второй подтип степей охватывает Долину р. Западный Маныч к востоку от Усть-Манычского водохранилища (шириной 25-35 км) до устья р. Калаус в левобережье и до устья р. Егорлык в правобережье.

**Зона полупустынной растительности** охватывает территорию бассейнов рек к востоку от устья р. Егорлык занимая прибрежные районы Пролетарского водохранилища, левобережье Западного Маныча и правобережье Восточного Маныча шириной 20-30 км. Зона полупустынной растительности протянулась на восток до 46° в. д. Полупустынная растительность региона относится к Казахстанскому типу и разделяется на два подтипа: возвышенные эрозионные равнины на меловых карбонатных отложениях и низменные аккумулятивно-морские равнины [16]. Первый

подтип полупустынной растительности охватывает часть возвышенности Ергени, относящуюся к бассейнам рек Западный и Восточный Маныч. Растительность представлена пустынно-степными сообществами (ковыли Лессинга и сарептский, типчак, житняк пустынный, полыни белая и таврическая) в комплексе с пустынными полукустарничками (чёрная полынь, прутняк, ромашник), которые местами на склонах занимают до 50-70% площади. Второй подтип полупустыни охватывает среднее и нижнее течение р. Восточный Маныч в пределах Терско-Кумской низменности.

**Пустынная растительность** отмечается только в пустынной зоне и занимает небольшую площадь бассейна р. Восточный Маныч к востоку от 46° в. д. и относится к туганским пустынным ландшафтам [16].

**К интразональной растительности** в рассматриваемых бассейнах относятся: околородная, водная, болотная, луговая, петрофитная и псаммофитная. Все эти типы растительности преимущественно приурочены к отрицательным формам рельефа — речным долинам, балкам, лиманам.

**К экстразональному** типу растительности относятся лесная, лесостепная и галофитная. Леса в бассейнах рек занимают весьма незначительную площадь, менее 0,3%. Расположены они в бассейнах рек отдельными небольшими обособленными участками. Лесостепь имеется только на Ставропольской возвышенности. Галофитная растительность распространена в речных долинах на поймах и надпойменных террасах на луговых солонцах, солончако-солонцах и солончаках. Представлена она дерновинно-злаковыми и опустыненными полынно-дерновинно-злаковыми степями.

## Глава 2. Гидрография бассейнов рек Западный и Восточный Маныч

Гидрографическая сеть на рассматриваемой территории представлена как естественными водными объектами — реками и озёрами, так и искусственно созданными — водохранилищами, прудами и каналами. Гидрографическая сеть развита сравнительно слабо. Густота речной сети на большей части составляет 0,2-0,3 км/км<sup>2</sup>, густота озёрной сети — 0,007 км<sup>2</sup>/км<sup>2</sup>, водохранилищ — 0,023 км<sup>2</sup>/км<sup>2</sup>, прудов — 0,002 км<sup>2</sup>/км<sup>2</sup> и каналов — 0,021 км/км<sup>2</sup>. До 1932 г. гидрографическая сеть была в основном естественной, и водные объекты были представлены реками, озёрами и незначительным числом прудов.

К середине 50-х годов XX ст. гидрографическая сеть была существенно изменена как за счёт строительства крупных водохранилищ по долинам рек Западный и Восточный Маныч, так и многочисленных каналов. В результате этого был затоплен ряд озёр, а обводнённая р. Калаус стала полноводной, и сток её с 1970 г. после строительства в её устье плотины происходит теперь только в р. Западный Маныч. На реках, балках и ручьях создана многочисленная сеть водохранилищ и прудов, которые изменили как гидрографию внутри бассейна, так и особенно характер речного стока.

Реки на рассматриваемой территории, охватывающей Кумо-Манычскую впадину, Ставропольскую возвышенность и частично возвышенности Ергени, Сало-Манычскую и Азово-Манычскую, относятся к бассейнам Западный и Восточный Маныч. Общая площадь бассейнов равна 57340 км<sup>2</sup> с бессточными областями, а число рек 1953 общей длиной 10691 км. Реки по длине относятся к трём группам: самые малые, малые и средние. Преобладающая их часть самые малые длиной менее 10 км, на которые приходится 89,8% числа всех рек и 33,9% от их общей длины. Средних рек длиной более 101 км всего 11, или 0,6% от общего числа и 23,4% от общей длины. При этом преобладающее число рек, а соответственно и длина, относятся к бассейну р. Западный Маныч — 90,9% от общего числа и 91,0% от общей длины (Приложение 4).

## 2.1 Бассейн реки Западный Маныч

**Река Западный Маныч** - последний значительный приток р. Дон, впадающий в неё на 99 км от устья реки в районе станицы Манычской (приложение 5). Она нередко называется Маныч. В то же время в «Справочнике по водным ресурсам СССР» [17] рекой Западный Маныч называют участок реки от озера Лысый Лиман до озера Маныч-Гудило (Маныч, Большой Лиман), а ниже озера — р. Маныч. Этому названию придерживаются в самой современной монографии, посвященной этим рекам [14]. Соответственно в этого названия придерживается и автор дипломного проекта.

Бассейн р. Западный Маныч охватывает западную часть Кумо-Манычской впадины, Ставропольскую возвышенность, южные склоны Ергеней, северо-восточные склоны Азово-Манычской и юго-западные — Сало-Манычской возвышенности. Истоки реки (реки Калаус и Егорлык) находятся на Ставропольской возвышенности [14]. Длина реки, если считать за исток р. Калаус, составит 856 км, а если р. Егорлык, то 629 км.

Площадь бассейна р. Западный Маныч составляет 48450 км<sup>2</sup>. В неё входят четыре бессточных области. Первая из них расположена к югу от Пролетарского водохранилища между бассейнами рек Егорлык и Калаус и называется Сухой Лиман Бурукшун. В неё входят бассейн р. Кевсала, солёные озера Царык, Джама, Большое и Малое Яшалтинское, лиманы Хурулюн, Мешок и др. Общая площадь этой области около 2000 км<sup>2</sup>. Вторая бессточная область находится к северу от р. Западный Маныч на участке между водохранилищами Маныч и Пролетарское. Она охватывает бассейн р. Наин-Шара общей площадью 812 км<sup>2</sup>, которая впадает в озеро Лиман Голый, имеющее площадь 4,65 км<sup>2</sup>. Две остальные бессточные области находятся в бассейне р. Калаус на Прикалаусских высотах. Первая из них площадью 76 км<sup>2</sup> расположена между селами Сергиевское и Калиновка, а вторая — площадью 128 км<sup>2</sup> между г. Светлоград и с. Просьянка. Таким образом, площадь бассейна р. Западный Маныч без учёта бессточных областей равна 45434 км<sup>2</sup>.

Речная гидрографическая сеть в бассейне развита хорошо и представлена реками самыми малыми, малыми и средними. Преобладающая часть — это самые малые реки, которые от общего числа составляют 89,8%, а от общей длины — 34,8%. Средних рек девять, из них длиной более 201 км три и составляют они от общего числа рек бассейна 0,3%, а от общей длины — 13,4% (приложение 4).

Продольный профиль основных притоков р. Западный Маныч имеет ступенчатый вид с наибольшими уклонами в пределах Ставропольской возвышенности 10—25‰, Ергенях и Сало-Манычской возвышенностях 3-5‰ и в равнинной части по основному руслу р. Западный Маныч 0,5-1,0‰. Уклоны на р. Егорлык резко уменьшаются ниже устья р. Ташла, а на р. Калаус — ниже р. Малый Янкуль (приложение 6).

Река Западный Маныч имеет 31 приток первого разряда (рек и балок), наиболее крупными из которых являются Егорлык, Калаус, Средний Егорлык, Улан-Зуха и Хара-Зуха (приложение 7). Речная сеть лучше развита на правом берегу, но притоки здесь короткие и большую часть года сухие.

Наиболее значительные как по длине, так и площади бассейна левые притоки Егорлык и Калаус. Они имеют разветвлённую гидрографическую сеть в верхних частях бассейнов на Ставропольской возвышенности (рис. 7). В пределах бассейна расположен ряд водохранилищ, озёр и прудов (Усть-Манычское, Весёловское, Пролетарское, Маныч, Сенгилеевское, Новотроицкое и др. водохранилища, озёра Малое и Большое Яшалтинское, Лысый Лиман и др.).

Густота речной сети уменьшается с юга на север от 0,4-0,5 км/км<sup>2</sup> на северо-западных склонах Ставропольской возвышенности до 0,1-0,2 км/км<sup>2</sup> в устьевой части бассейна Западный Маныч при минимальной 0,0-0,1 км/км<sup>2</sup> в юго-западной части бассейна к северу от р. Большая Кугульта.

Река Западный Маныч на участке от озера Лысый Лиман и до озера Маныч-Гудило до переброски в бассейн кубанской воды и строительства Калаусской плотины имела сток воды только весной и в многоводные годы. В

межень сток прекращался, а плёссовидные расширения, расположенные к западу от р. Хара-Зуха, превращались в цепочку солёных озёр, носящих название Цаган-Манца.

На участке озера Маныч-Гудило, а в настоящее время Пролетарского водохранилища, с правого склона впадает восемь притоков, имеющих длину 17 до 101 км. Это преимущественно маловодные реки, в летнее время обычно не имеющие стока. Наиболее значительными из них являются Чикалда, Волочайка и Балка Кужная. С левого склона в водохранилище впадают семь притоков длиной 11-448 км, в том числе крупнейший приток — р. Егорлык, имеющая длину 448 км и площадь водосбора 15000 км<sup>2</sup>.

На участке Весёловского водохранилища в р. Западный Маныч, а сейчас в водохранилище, с правого склона впадает семь рек (балок). Основными являются Чепрак, Балка Мокрая Ельмута, Балка Куначи, Балка Большая Бургуста, Балка Малая Садковка и Балка Большая Садковка. С левого склона в водохранилище впадает 11 рек (балок), наиболее значительные из них Солёная, Сладкая. Балка Кучурда, Юла, Балка Мокрая Кугульта, Балка Ямутинская, Мечетинская, Казачий Хомутец и Ефремовка. Длина левых притоков 15-60 км. Наибольший из них — р. Юла длиной 60 км и площадью водосбора 696 км<sup>2</sup>. Длина правых притоков, берущих начало на Сало-Манычской гряде, значительно меньше, и только Балка Мокрая Ельмута имеет длину 43 км при площади водосбора 591 км<sup>2</sup>. Все реки при впадении в водохранилище имеют обширные заливы.

На нижнем участке в р. Западный Маныч (Усть-Манычское водохранилище) впадает сравнительно немного притоков. С правого склона с Сало-Манычской гряды впадают реки (балки) Большая Солёная, Весёловская, Кирпичная, Крутая и Подпольная. Они имеют длину 5-14 км и небольшие площади водосбора (до 134 км<sup>2</sup>). Длина рек Большая Солёная -14 км, Крутая — 9 км, Весёловская — 8 км, Кирпичная — 5 км. На 22 км от устья реки с правого берега впадает р. Подпольная, соединяющая р. Западный Маныч через р. Сусат с р. Сал. Фактически она является старой протокой р. Дон.

Левые притоки Усть-Манычского водохранилища берут начало на северном склоне Азово-Манычской возвышенности. Более значительными реками (балками) являются Таловая, Дарья, Смелая (Малая Западенка) и Красная. Длина их 12-27 км (Таловая 27 км, Красная 22 км, Дарья 15 км, Смелая 12 км) при наибольшей площади водосбора у балки Таловой равной 183 км<sup>2</sup>.

В последние десятилетия р. Западный Маныч от устья р. Калаус протекает следующим образом. Начинаясь в урочище Типке в 2 км севернее Калаусской плотины, река на протяжении 14,5 км имеет северо-восточное и северное направление, протекает в густых зарослях камыша и тростника и впадает в озеро Лысый Лиман. Из этого озера далее на северо-запад река на протяжении 9 км проходит по водохранилищу Маныч, имеющему ширину 100-200 м. В нижней части этого водохранилища имеется невысокая подпорная плотина, разделяющая водохранилище Маныч и озеро Белое. К северу от этой плотины расположено понижение, по которому вода из водохранилища течет на север на протяжении 5 км, а потом поворачивает на запад и через 25 км впадает в небольшой залив Пролетарского водохранилища.

От места впадения в Пролетарское водохранилище р. Западный Маныч практически представлена тремя водохранилищами: Пролетарским, Весёловским и Усть-Манычским. Первые два из них разделены между собой плотиной, а между Весёловским и Усть-Манычским имеется короткий отрезок речного русла протяжённостью 8,2 км, а также судоходный канал длиной 6,0 км. Ниже Усть-Манычской плотины р. Западный Маныч впадает в р. Дон. При этом необходимо отметить, что нижняя часть бассейна р. Западный Маныч находится под влиянием подпоров весеннего половодья р. Дон, распространяющихся в настоящее время до п. Весёлый, т.е. в весеннее время Усть-Манычское водохранилище ежегодно в период половодья затапливается водами Дона.

Основными притоками Западного Маныча являются реки Егорлык и Калаус, которые вместе составляют 59% от общей площади бассейна. По обеим

этим рекам в бассейн поступают воды из р. Кубань, т. е. оба этих притока в целом формируют и определяют сток р. Западный Маныч.

## **2.2 Бассейн реки Восточный Маныч**

Долина р. Восточный Маныч занимает восточную часть Кумо-Манычской впадины (приложение 8). С левого борта она ограничена отрогом Ергеней — хребтом Чолун-Хамур с высотами 100-200 м (высшая точка г. Шаред — 222 м). В районе нижней части Чограйского водохранилища этот хребет оканчивается. Далее на восток левый водораздел р. Восточный Маныч представлен невысокими холмами на плоской равнинной местности. Правый склон долины — это отроги Ставропольской возвышенности, имеющие название Прикалаусских высот. По отрогам этих высот проходит водораздел между бассейнами рек Восточный Маныч — Калаус и левыми притоками р. Кума — Мокрая Буйвола и балка Зурмута. Абсолютные высоты Прикалаусских высот в пределах притоков р. Восточный Маныч 100-300 м, Достигая наибольших значений в истоках р. Рагули.

Общее направление долины Восточного Маныча на юг-юго-восток. Долина реки хорошо прослеживается только до окончания хребта Чолун-Хамур.

Далее на восток склоны долины, особенно левый, теряются в холмистой местности Терско-Кумской низменности. Ширина долины 20-30 км при относительной глубине в районе Чограйского водохранилища 180-190 м. Наиболее узкая долина в районе Зунда-Толгинских ворот (верхняя часть Чограйского водохранилища), где расстояние между террасированными южными подножьями Ергеней (хребет Чолун-Хамур) и Прикалаусскими высотами не превышает 7-9 км на высоте 50 м над уровнем моря [14].

Речная гидрографическая сеть в бассейне р. Восточный Маныч развита слабо и представлена 177 реками, относящимися к группам самых малых и средних. Наибольшее число рек — это самые малые (длиной менее 10 км), на

которые приходится 89,2% от общего числа всех рек бассейна, а длина их составляет 25,5% от общей длины рек. На малые реки приходится 2,3% от числа рек и 12,9% от их общей длины.

Средних рек (длиной более 101 км) в бассейне всего две (1,2%), однако на их длину приходится 40,8% от общей длины рек бассейна (приложение 4).

Продольный профиль р. Восточный Маныч и его притоков ступенчатый и в верховьях уклоны достигают 5-10‰. Средний уклон р. Восточный Маныч (с истоком р. Кучерла) равен 0,9‰, а р. Чограй — 1,5‰. Уклон р. Восточный Маныч от Чограйской плотины до его устья небольшой и в среднем составляет 0,2‰ (приложение 9).

Густота речной сети незначительная и в среднем для всего бассейна равна 0,11 км/км<sup>2</sup>, для р. Рагули 0,14, р. Голубь — 0,12, р. Чограй — 0,18 км/км<sup>2</sup>. Притоков длиной более 10 км — три: Рагули, Голубь и Чограй. Все эти притоки берут начало на северном склоне Прикалаусских высот. С левого борта долины, с хребта Чолун-Хамур, открывается несколько балок, из которых только две (Северная и Южная) имеют в большую часть года поверхностный сток, в то время как в остальных он отмечается только весной. Длина основных притоков изменяется от 38 до 117 км, а площадь водосбора составляет 360-1480 км<sup>2</sup> (приложение 10).

К бассейну р. Восточный Маныч относятся две бессточные области, где основными реками являются р. Шаред и балка Козья, а также несколько небольших балок. Реки и балки сравнительно недавно были притоками р. Восточный Маныч.

Гидрография бассейна р. Восточный Маныч во второй половине XX ст. была изменена в результате строительства Чограйского водохранилища и Калаусской плотины. До строительства Чограйского водохранилища, созданного в долине р. Восточный Маныч, между устьями рек Рагули и Чограй река протекала по пойме шириной до 10-20 км. Берега были преимущественно низкие, солончаковые, местами с обрывами высотой до 2 м, дно иловато-глинистое. Река в летнее время нередко пересыхала, а в зимнее — промерзала.

Несколько ниже устья р. Голубь от основного русла отделялась протока под названием Подманок, которая соединялась с основным руслом в 21 км ниже устья р. Чограй. По долине р. Восточный Маныч, в настоящее время занятой Чограйским водохранилищем, находилось 46 озёр общей площадью 3,60 км<sup>2</sup>.

Преобразование р. Восточный Маныч с созданием в 1969 г. Чограйского водохранилища не закончилось. В 1970 г. в 1,5 км выше Чограйского водохранилища была построена глухая плотина, прекратившая поступление воды из р. Калаус в р. Восточный Маныч. До строительства плотины Калаус был истоком р. Восточный Маныч, несмотря на то, что сток этой реки на одну четверть шёл в р. Западный Маныч. После строительства плотины весь сток этой реки идёт в р. Западный Маныч и далее в р. Дон. Соответственно в настоящее время за исток р. Восточный Маныч нужно принимать р. Рагули [14]. По литературным источникам р. Восточный Маныч оканчивается в озере Хар-Эрг на высоте 6 м. По современным исследованиям [14] река оканчивается значительно дальше между озером Кек-Усн и п. Калининский на высоте 2 м (приложение 8).

Длина р. Восточный Маныч, если брать за исток р. Рагули и до озера Хар-Эрг составляет 224 км, а до п. Калининский — 276 км. Площадь бассейна реки соответственно равна 4640 и 5160 км<sup>2</sup> без учёта бессточных областей, а с их учётом 8030 и 8890 км<sup>2</sup>.

Ниже Чограйской плотины Восточный Маныч течёт по широкой низкой местности. Сброс воды из Чограйского водохранилища осуществляется в 2,8 км от левого берега в протоку Подманок. От плотины река имеет восточное направление. В 15 км от плотины протока Подманок соединяется со старым руслом Восточного Маныча. Русло протоки Подманок извилистое, с наличием пойменных озёр- стариц и широким развитием солончаков, заросших тростником и камышом.

От места соединения старого русла и протоки Подманок сохраняется направление русла реки на восток и юго-восток. В русле имеются много-

численные расширения, пойма в значительной части занята солончаками, заросшими растительностью. В 43 км от плотины (колодец Нахля) и далее до 61 км река протекает в узком русле шириной 10-15 м с крутыми берегами высотой до 2-3 м. Русло извилистое. Через 18 км от колодца Нахля река изменяет направление на северо-восточное и через 6 км впадает в солёное озеро Хар-Эрг на высоте 6 м. Перед впадением в озеро на протяжении одного километра русло реки расширяется до 200-300 м. В прибрежной зоне на последних 3-4 км появляются солончаки и заросли тростника и камыша.

Рассмотрение современных крупномасштабных топографических карт и космических снимков позволило проследить довольно чёткое продолжение русла р. Восточный Маныч (даже с соответствующими надписями на карте масштаба 1:100 000) далее озера Хар-Эрг. Речной поток после впадения в озеро Хар-Эрг имеет северное направление и проходит в основном через довольно значительное озеро Состинское и затем, пройдя озеро Торце, поворачивает на юго-восток и течёт далее через ряд озёр различных размеров. В 19 км от озера Торце Восточный Маныч поворачивает на восток и идёт в этом направлении 13 км. Река на этом участке течёт в заболоченной местности с несколькими озёровидными расширениями. Далее она поворачивает на юг и через 4,5 км впадает в озеро Кек-Усн. К югу от этого озера река проходит через небольшое озеро и через пять километров от озера Кек-Усн теряется в песках в 4-6 км к северо-востоку от п. Калининский на высоте 2 м. Общая протяжённость участка р. Восточный Маныч от впадения его в озеро Хар-Эрг до его окончания в песках в районе п. Калининский равна 52 км.

Достаточно хорошо прослеживаемый на космических снимках и топографических картах участок реки между озёрами Хар-Эрг и Кек-Усн виден благодаря многоводности р. Восточный Маныч после строительства Чограйского водохранилища. Одновременно, чтобы не повышать значительно уровень озёр Хар-Эрг и Состинское, был построен сбросной Чограйский канал, который берёт начало из р. Восточный Маныч в 5 км от его впадения в озеро

Хар-Эрг. По этому каналу излишки воды из р. Восточный Маныч сбрасываются в р. Кума.

По различным описаниям [14], а также в результате изучения топографических и космических снимков можно с уверенностью говорить, что ещё недавно р. Восточный Маныч впадала в Каспийское море. Как сказано выше основные притоки р. Восточный Маныч Рагули, Голубь и Чограй.

### **Глава 3. Гидрологический режим рек Западный и Восточный Маныч**

Гидрологический режим рек Западный и Восточный Маныч определяется расположением их в семиаридной и аридной зонах, где отмечается значительный дефицит воды. Поэтому, чтобы обеспечить потребности в воде населения и отраслей экономики, в первую очередь сельского хозяйства, на сток рек уже длительное время оказывается антропогенное воздействие путём строительства в их руслах водохранилищ и прудов, переброски по каналам воды из бассейнов рек Кубань, Дон и Кума. Соответственно уже несколько десятилетий речные системы преобразованы, и сток рек весьма значительно отличается от естественного. Поэтому водный режим рек Западный и Восточный Маныч рассматривается для периодов с естественным речным стоком (незначительно изменённым) и в условиях антропогенного влияния.

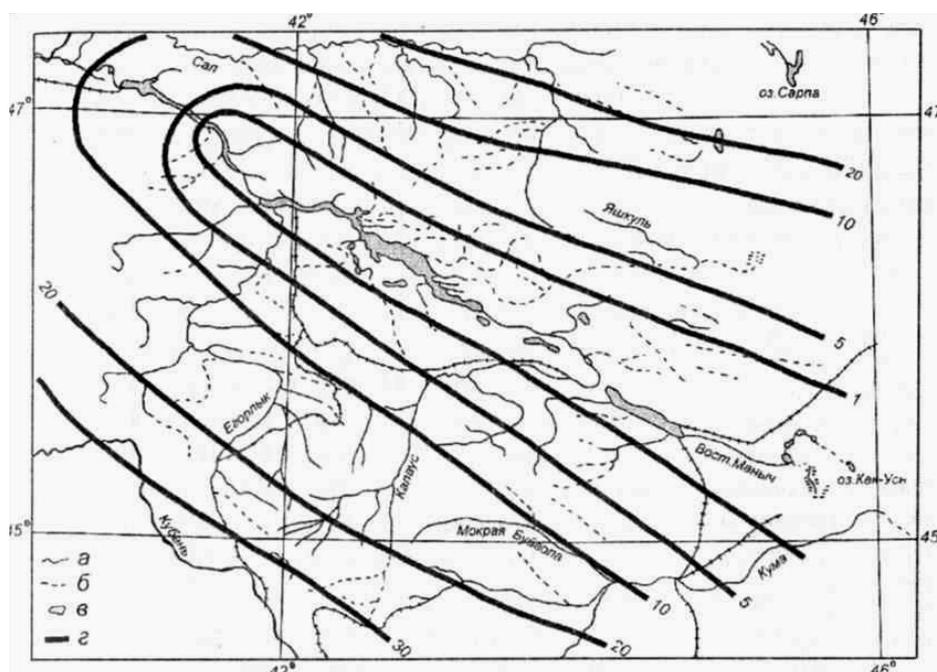
#### **3.1 Водный режим рек**

Режим стока рек и особенно его объём, весьма значительно отличаются между периодами: когда был естественный сток, и когда стала подаваться кубанская, кумская и донская вода. При этом, естественный сток р. Западный Маныч наблюдался до 1932-1934 гг. в нижнем и среднем течении и до 1970 г. — в верхнем, выше Пролетарского водохранилища на р. Калаус. На р. Егорлык естественный сток был до 1949 г., на р. Калаус — до 1958 г. и на р. Восточный Маныч - до 1969-1970 гг.

##### **3.1.1 Режим стока рек в естественных условиях**

Слой стока в бассейнах рек Западный и Восточный Маныч в период с естественным режимом рек изменялся в широком диапазоне от 1-5 мм на реках и балках, берущих начало на Сало-Манычской гряде и Прикалаусских высотах,

и до 24-31 мм на Ставропольской возвышенности в бассейнах рек Егорлык и Калаус (приложение 11). В рассматриваемом регионе слой стока уменьшается с северо-запада на юго-восток от 10 мм в устье р. Западный Маныч и до 1 мм по долинам Западного и Восточного Маныча. Одновременно слой стока увеличивается от основной части долин Западного и Восточного Маныча на северо-восток до 5 мм и юго-запад, где на Ставропольской возвышенности (истоки рек Егорлык и Калаус) средний слой стока составляет 20-30 мм, а в истоках рек Ташла и Ула 45-68 мм (рис. 5).



**Рис. 5. Карта среднего многолетнего стока рек при естественных условиях**

1 - реки, 2 - пересыхающие реки, 3 - озёра и водохранилища, 4 - изолинии слоя стока, мм [14].

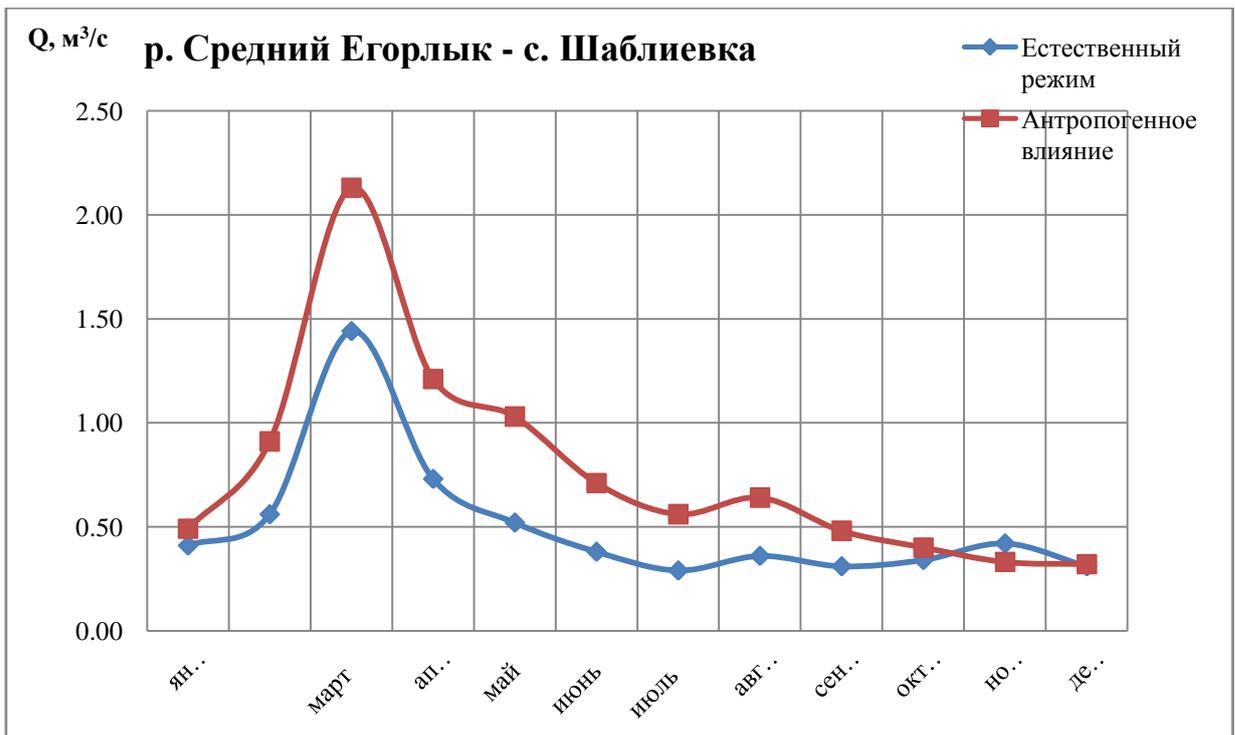
Источниками питания рек являются талые воды сезонных снегов, дожди и подземные воды. По водному режиму реки относятся к двум типам: а) с основным (более 50%) питанием за счёт таяния снега и б) основным (более 50%) питанием за счёт дождей. Первый тип водного режима охватывает большую часть бассейнов рек, а второй — только верхнее течение рек Егорлык

и Калаус с их притоками в пределах южной части Ставропольской возвышенности. В равнинной части питание рек за счёт таяния сезонного снега достигает 73%, в то время как дождевое и подземное составляют соответственно 21 и 6%. У рек Ставропольской возвышенности доля дождевого питания составляет 70-76%, сезонного снегового — 10-12% и подземного — 12-14% [11].

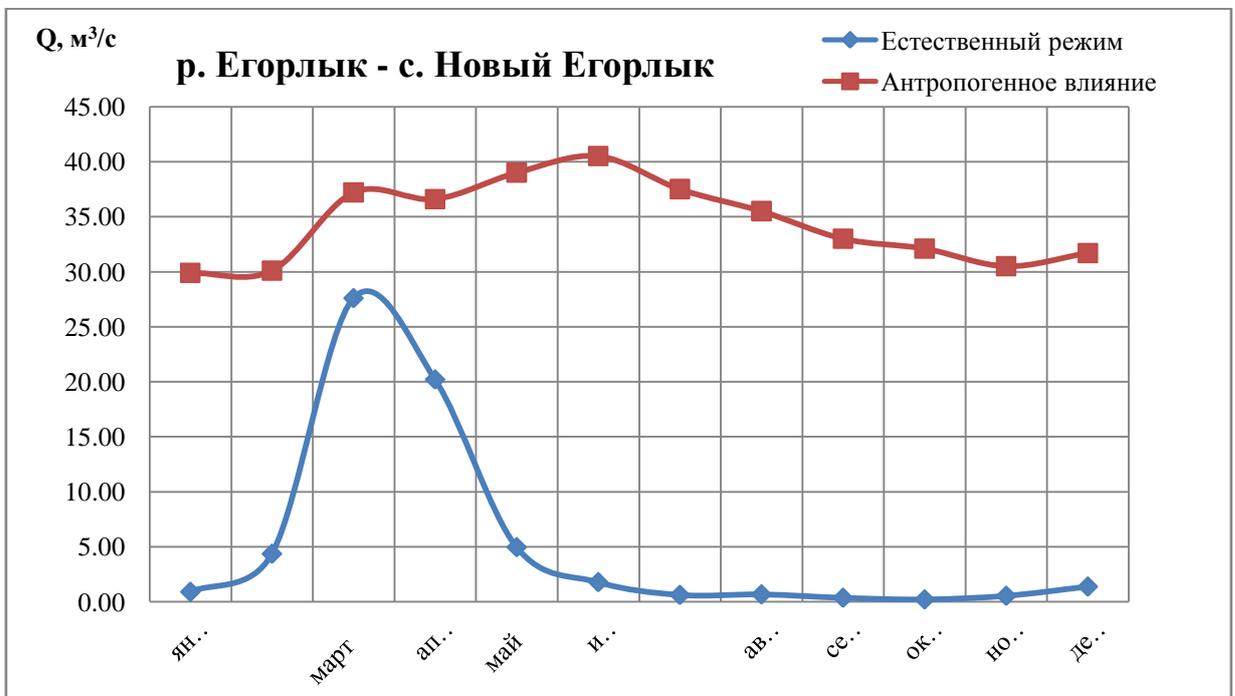
По сезонному распределению стока реки региона относятся к основному типу (сток составляет более 50%) — весеннему и преобладающим типам (сток за сезон составляет менее 50%, но в один из сезонов стекает больше, чем в другие) — весеннему. К весеннему основному типу относится большая часть рек бассейнов за исключением рек, берущих начало в южной части Ставропольской возвышенности. У этих рек (нижнее и среднее течение Западного Маныча и Среднего Егорлыка, среднее и нижнее течение Егорлыка и Калауса, притоки Восточного Маныча — Улан-Зуха, Хара-Зуха и др.) в весеннее время проходит 56,2-83,1% годового стока, в то время как на лето приходится 4,8-28,4%, осень 0,3-8,0% и зиму 2,9-33,8% (рис. 6-9).

Река Калаус относится к весеннему основному типу по всей длине основного русла. В то же время прослеживается уменьшение доли весеннего стока по длине реки от истоков к устью от 72,8% у с. Сергиевское до 61,2% у г. Светлоград и 56,2% у с. Воздвиженское (приложение 12).

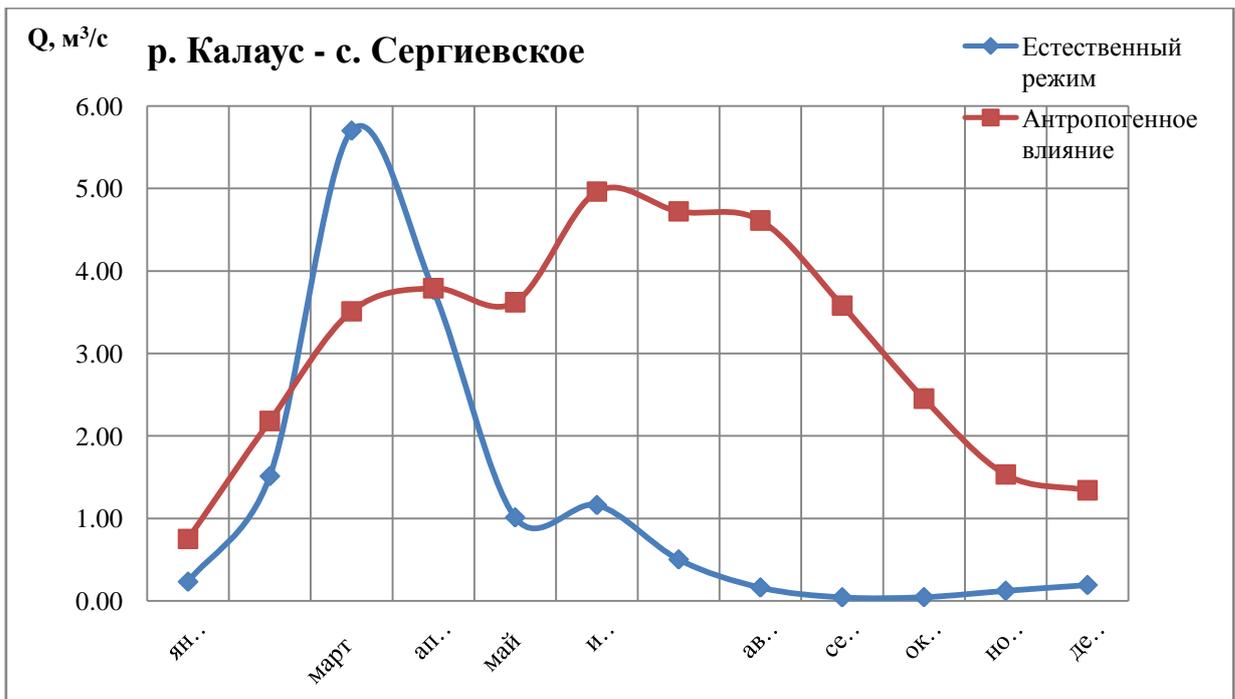
Реки с преобладающим весенним стоком также приурочены к Ставропольской возвышенности: это истоки р. Егорлык (с. Новотроицкое), левые притоки р. Егорлык реки Калалы и Рассыпная, правый приток — р. Татарка, притоки р. Калаус — р. Грачёвка (с притоками р. Ула и р. Горькая), а также, вероятно, реки Большой Янкуль и Янкуль. У этих рек в весеннее время проходит 40-45% годового стока, в то время как в зимний период 27-29%, летний — 19-20% и осенний — 7-9% (приложение 12).



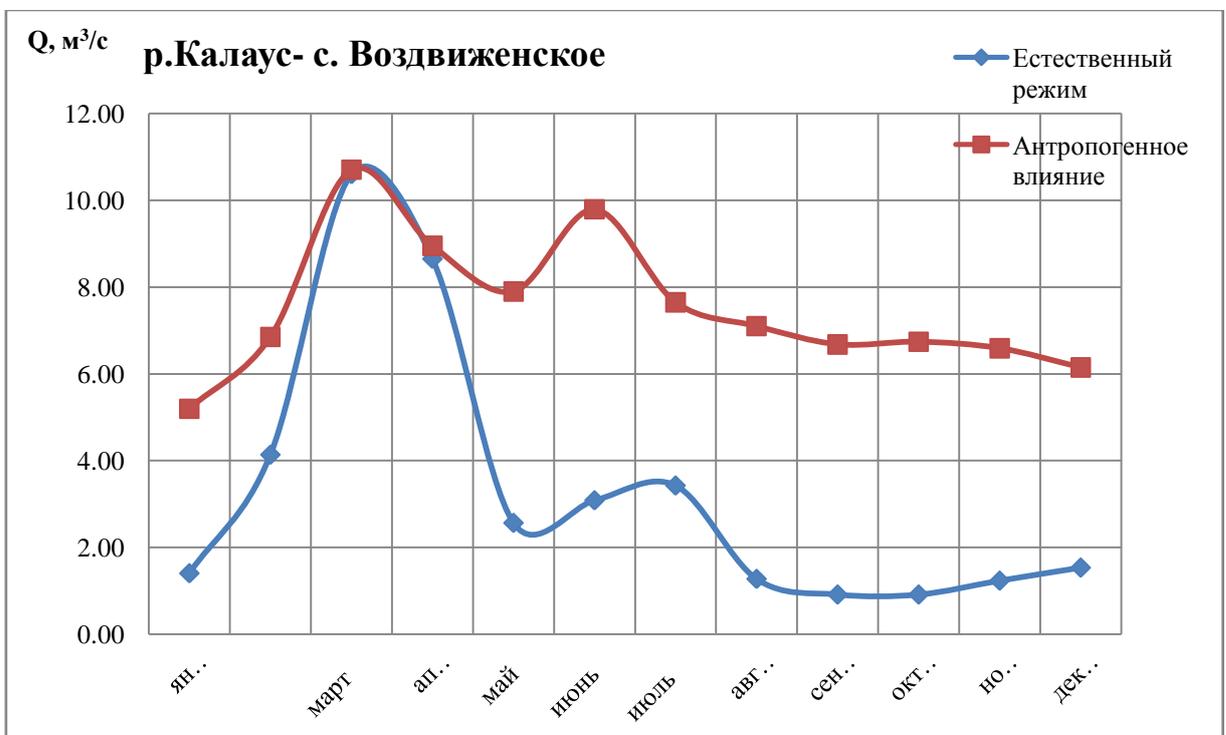
**Рис. 6. Внутригодовое распределение стока рек при естественном режиме рек (1932-1947 гг.) и после переброски стока (1950-1997 гг.) (р. Средний Егорлык - с. Шаблиевка) (выполнено автором по данным из [14]).**



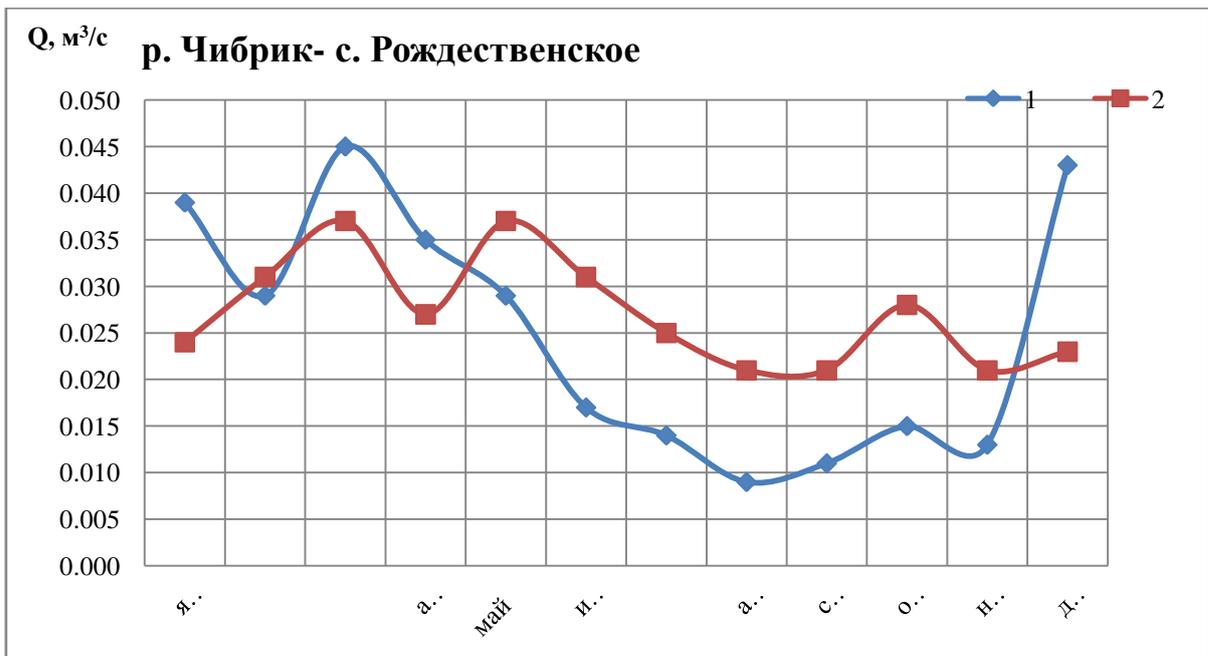
**Рис. 7. Внутригодовое распределение стока рек при естественном режиме рек (1932-1947 гг.) и после переброски стока (1950-2005 гг.) (р. Егорлык - с. Новый Егорлык) (выполнено автором по данным из [14]).**



**Рис. 8. Внутригодовое распределение стока рек при естественном режиме рек (1932-1947 гг.) и после переброски стока (1958-2005 гг.) (р. Калаус - с. Сергиевское) (выполнено автором по данным из [14]).**



**Рис. 9. Внутригодовое распределение стока рек при естественном режиме рек (1932-1947 гг.) и после переброски стока (1958-2005 гг.) (р. Калаус - с. Воздвиженское) (выполнено автором по данным из [14]).**



**Рис. 10. Внутригодовое распределение стока рек (1) - 1932-1947 гг. и (2) - 1958-2005 гг. (р. Чибрик - с. Рождественское)** Река Чибрик имеет естественный сток (выполнено автором по данным из [14])



**Рис. 11. Внутригодовое распределение стока рек (1) - 1932-1947 гг. и (2) - 1958-2005 гг. (р. Ула - с. Старомарьевка).** Сток изменён канализационными и сточными водами (выполнено автором по данным из [14])

В течение года средние месячные расходы на реках изменялись весьма значительно от 0,001-0,92 м<sup>3</sup>/с в октябре до 0,005-27,6 м<sup>3</sup>/с в феврале - марте. От максимума стока в феврале-марте он сокращался до октября, а затем несколько увеличивался в ноябре-декабре. На некоторых реках в июне-августе отмечался второй максимум в стоке рек, связанный с максимумом атмосферных осадков.

Сток по балкам и небольшим водотокам как на правом, так и на левом склонах долин рек Западный и Восточный Маныч, наблюдается лишь в течение нескольких дней в период таяния снега весной и ливневых осадков летом. Зимой сток в балках в основном связан с оттепелями, но в большую часть времени он отсутствует.

Максимальные расходы воды на реках отмечаются как в период весеннего половодья, так и при прохождении дождевых паводков. При этом их величины достигали на р. Западный Маныч (г. Пролетарск) — 394 м<sup>3</sup>/с, р. Егорлык (с. Новый Егорлык) — 447 м<sup>3</sup>/с, р. Калаус (с. Сергиевское) — 386 м<sup>3</sup>/с. На притоках Восточного Маныча максимальные расходы достигали на р. Рагули (устье) — 77,7 м<sup>3</sup>/с, р. Голубь (устье) — 62,6 м<sup>3</sup>/с и р. Чограй (устье) — 83,3 м<sup>3</sup>/с. При этом на большинстве рек, и особенно в бассейне р. Восточный Маныч, наибольшие максимальные расходы наблюдаются при весеннем половодье. Минимальные расходы отмечаются на всех реках в летне-осенний период. В это же время, а также в зимние месяцы, на многих реках наблюдается прекращение стока на отдельных участках, в связи с чем в отдельные годы поверхностный сток близок к нулю. Так, например, по наблюдениям на р. Рагули за 1963-1968 гг. средние расходы воды за январь, октябрь и ноябрь — 0 м<sup>3</sup>/с, а за февраль, апрель и декабрь — 0,001 м<sup>3</sup>/с при среднем расходе воды за 1932-1968 гг. — 0,011 м<sup>3</sup>/с. Поэтому практически на всех реках региона минимальный сток равен 0 м<sup>3</sup>/с.

Половодье на Западном и Восточном Маныче до переброски стока начиналось в первых числах марта, и за первые 5-8 дней уровень достигал наибольшего значения, но, не всегда определял годовой максимум. Затем на-

ступал плавный спад, продолжавшийся до конца марта. Продолжительность половодья около 30 дней. Бурное развитие половодья объясняется одновременным таянием снега на всей территории бассейнов отдельных рек. Исключение составляют небольшие притоки и истоки рек Егорлык и Калаус, у которых таяние снега продолжается несколько дольше. Объем весеннего половодья составляет 60-100% годового стока и наибольший отмечается у небольших ручьев и балок. В отдельные годы объем весеннего половодья может значительно изменяться. Так, например, в период половодья на р. Средний Егорлык (с. Шаблиевка) в феврале 1928 г. прошло 57%, а в марте 1931 г. — 99% от годового стока.

Наивысший годовой уровень над меженным на р. Егорлык, среднем и нижнем участках Западного Маныча отмечался в марте и составлял в среднем 1,0-1,5 м, а в 1928, 1931 и 1932 гг. в районе г. Пролетарска — 2,0-2,2 м. На р. Калаус в половодье в среднем уровни достигали 1,2-1,3 м в верхнем течении реки, 2,0-2,6 м — в среднем (при максимальном 9,3 м у г. Светло-град в 1932 г.) и 3,0-3,5 м — на нижнем участке (при максимальном 6,8 м у с. Воздвиженское).

Паводки, вызванные дождями, на реках региона отмечаются преимущественно в тёплое время года. На многих реках дождевые максимумы примерно в 1,5 раза превышают максимумы половодья. Так, наибольшие величины расходов воды, отмеченные в апреле 1932 г. на р. Калаус, связаны с дождями, в то время как на реках Егорлык и Средний Егорлык — с весенним таянием снега, т.е. с половодьем. В отдельные годы отмечаются зимние паводки, вызванные таянием снега и выпадением жидких осадков. Подъёмы уровня воды во время таких паводков составляют 1,2-1,3 м.

Реки региона имеют устойчивую летне-осеннюю и зимнюю межень. Определяющим фактором летне-осенней межени является режим температуры воздуха и атмосферных осадков, а зимней — режим температуры воздуха [18]. Летне-осенняя межень охватывает май-ноябрь, а зимняя — декабрь — первая половина февраля, при средней продолжительности первой из них 35-70 дней, а

второй от 102 дней на р. Калаус (г. Светлоград) до 187 дней на б. Горькая (с. Сергиевское) в горной части бассейна р. Калаус. Наиболее низкая по водности зимняя межень отмечается на степных реках региона. Модуль стока на них изменяется от нуля до 0,015 л/с км<sup>2</sup>.

В период стока рек в естественных условиях на всех реках региона отмечалось его прекращение, связанное с их пересыханием или промерзанием. Эти явления объясняются, прежде всего, маловодностью рек и в меньшей степени климатическими условиями. Пересыхание отмечается на всех реках бассейнов, за исключением верховьев притоков Егорлыка и Калауса, расположенных на Ставропольской возвышенности. На реках Егорлык и Калаус пересыхание наиболее часто отмечалось в среднем течении, а на притоках Западного и Восточного Маныча, берущих начало с возвышенностей Азово-Манычской, Сало-Манычской, Ергени и Прикалаусских высот, в верхнем и среднем течении, что объясняется отсутствием или недостатком подземного питания вследствие малого эрозионного вреза долин.

По водному режиму в естественных условиях реки региона разделялись на шесть участков:

- верховье р. Западный Маныч от устья р. Калаус до устья р. Егорлык;
- средняя часть р. Западный Маныч от устья р. Егорлык до п. Весёлый;
- нижняя часть р. Западный Маныч от п. Весёлый до впадения его в р. Дон;
- левые и правые притоки р. Западный Маныч;
- бассейны рек Егорлык и Калаус;
- бассейн р. Восточный Маныч.

**Верхний участок** р. Западный Маныч состоял из двух частей: речной и озёрной (Маныч-Гудило). На речной части постоянный сток отмечался только в многоводные годы. В обычные годы он наблюдался в период половодья. В межень вода оставалась в русле только в плёсах в виде небольших водоёмов, а

на перекатах река пересыхала. В озёрной части вода сохранялась большую часть лет и только в отдельные годы озеро почти полностью пересыхало [14]. В весеннее время, в особо многоводные годы, отмечался сток из озера Маныч-Гудило в средний участок р. Западный Маныч.

**На среднем участке** средний годовой расход воды р. Западный Маныч составлял  $4,64 \text{ м}^3/\text{с}$  (г. Пролетарск, 169 км, ж.-д. мост), изменяясь от  $0,89 \text{ м}^3/\text{с}$  в октябре до  $19,2 \text{ м}^3/\text{с}$  в марте. Максимальный расход воды отмечен в марте 1932 г.—  $394 \text{ м}^3/\text{с}$ . В отдельные месяцы поверхностный сток не отмечался, причём не только летом, но и в годы с суровыми зимами, когда река на перекатах и в тростниковых зарослях промерзала до дна. В летнее время река пересыхала на перекатах, и вода оставалась только в плёсах и лиманах.

**На нижнем участке** р. Западный Маныч постоянный сток в русле реки отмечался в течение всего года. Наиболее высокие уровни наблюдались в весеннее время и были обусловлены подпорами воды р. Дон. Они отмечались по долине р. Западный Маныч до п. Весёлый, а в отдельные годы до г. Пролетарск [14].

**Как на левых, так и особенно на правых притоках р. Западный Маныч** отмечался и отмечается неустойчивый режим стока (кроме р. Средний Егорлык). На большинстве рек поверхностный сток наблюдался только весной в период таяния снега и реже в другие сезоны года в связи с ливневыми дождями.

На р. Средний Егорлык средний годовой расход воды (1932-1962 гг.) у с. Шаблиевка составил  $0,51 \text{ м}^3/\text{с}$  при наибольшем  $1,44 \text{ м}^3/\text{с}$  в марте и наименьшем  $0,29 \text{ м}^3/\text{с}$  в июле. Максимальный расход отмечен в марте 1932 г. и составил  $144 \text{ м}^3/\text{с}$ . Постоянный поверхностный сток в реке до массового строительства прудов наблюдался ежегодно в феврале-июле, в остальные месяцы в большинстве лет река во многих местах пересыхала или промерзала и, например, в 1935 и 1936 гг. сток не отмечался 2 месяца, в 1938, 1939 и 1953 гг.— три, в 1947, 1953, 1954, 1956 гг.— четыре, в 1950 г.— шесть и в 1948 г.— семь месяцев.

**В бассейнах рек Егорлык и Калаус** большая часть бассейнов лежит на Ставропольской возвышенности, поэтому постоянный поверхностный сток отмечается на отдельных небольших притоках. В то же время по основным руслам этих рек поверхностный сток отмечался в большую часть года, за исключением летнего периода, в их среднем и нижнем течении, когда он прекращался почти ежегодно.

Средний годовой расход воды на р. Егорлык увеличивался от истоков, где он равен  $0,90 \text{ м}^3/\text{с}$  в районе п. Учхоз до  $5,29 \text{ м}^3/\text{с}$  (с. Новый Егорлык), т. е. практически в устье реки. Наибольшие расходы отмечаются в марте-апреле, а минимальные в сентябре-октябре. Устойчивый поверхностный сток в бассейне р. Егорлык до переброски стока отмечался на участке от истоков до с. Сенгилеевское в течение всего года. Ниже этого селения Постоянный поверхностный сток в 50-70% лет прекращался на 4—5 месяцев (июль-октябрь), а в некоторые годы, как, например, по наблюдениям у с. Ново-Манычское в 1929 г. стока не было шесть месяцев, а в 1930 г. — девять месяцев (февраль, май-декабрь). В суровые зимы на участках с малыми глубинами отмечались случаи промерзания реки до дна.

Сток р. Калаус, также как и р. Егорлык, отличается большой неравномерностью в течение года и от истока к устью. Средний годовой расход воды равен в верхнем течении  $1,20 \text{ м}^3/\text{с}$  (с. Сергиевское),  $2,36 \text{ м}^3/\text{с}$  — в среднем течении (г. Светлоград) и  $3,23 \text{ м}^3/\text{с}$  — в нижнем (с. Воздвиженское). Наибольшие расходы отмечаются в марте-апреле, а минимальные — в сентябре-октябре. Максимальные расходы отмечены в апреле 1932 г. и достигали у с. Сергиевское —  $386 \text{ м}^3/\text{с}$ , в г. Светлоград —  $435 \text{ м}^3/\text{с}$  и в с. Воздвиженское —  $278 \text{ м}^3/\text{с}$ . На участке от истока реки до г. Светлоград поверхностный сток, особенно на притоках, в отдельные дни и месяцы не отмечается — река пересыхает или промерзает. Ниже по реке эти явления отмечаются сравнительно редко. Наибольшее число случаев пересыхания отмечается в верховьях р. Калаус и на его притоке р. Айгурка.

**В бассейне р. Восточный Маныч** поверхностный сток небольшой и средний годовой расход в период с естественным стоком составлял на р. Восточный Маныч (Чограйская плотина) — 3,60 м<sup>3</sup>/с, а в устьях рек Рагули — 0,24 м<sup>3</sup>/с, Голубь — 0,06 м<sup>3</sup>/с, Чограй — 0,28 м<sup>3</sup>/с и р. Калаус — 3,0 м<sup>3</sup>/с. Наибольший сток на реках бассейна отмечался в марте-апреле и достигал на р. Чограй 1,60 м<sup>3</sup>/с, а на реках Рагули и Голубь 0,43 м<sup>3</sup>/с. Минимальный сток приходился на летне-осенний период, уменьшаясь до 0,001-0,006 м<sup>3</sup>/с в мае-ноябре. В отдельные дни и даже месяцы на всех притоках р. Восточный Маныч поверхностного стока не бывает — реки пересыхают и промерзают.

### **3.1.2 Режим стока рек в условиях антропогенного влияния**

Практически сток всех рек бассейнов Западный и Восточный Маныч в той или иной степени подвержен антропогенному влиянию [19]. В основные притоки Западного Маныча — Егорлык и Калаус в больших количествах подаётся вода из Кубани, а в Пролетарское и Весёловское водохранилища — из р. Дон, некоторые реки в нижнем и среднем течении обводнены водами из магистральных каналов (реки Ташла, Малая и Большая Кугульта, Джалга, Дунда и др.). В Восточный Маныч поступает вода из р. Кума по Кумо-Манычскому каналу. Сток малых рек, протекающих в районе населенных пунктов, изменён из-за сброса в них канализационных и промышленных вод (реки Ула, Башанта, Расшеватка, Ладовская балка и др.). На преобладающем числе небольших рек и балок построены многочисленные пруды и небольшие водохранилища. В результате этого в их бассейнах произошло перераспределение стока в течение года, и сократился сток из-за потерь воды на испарение в летний период на водохранилищах и прудах. На малых реках, начинающихся на Ставропольской возвышенности, в том числе и в истоках р. Егорлык выше конечного сброса Невинномысского канала, отмечается естественный сток [20].

Антропогенная деятельность оказывает весьма значительное влияние на объём стока и гидрологический режим водных объектов и особенно рек. Влияние на объём стока сказывается в двух направлениях: он увеличивается и уменьшается. В первом случае увеличение объёма стока — расходов воды происходит в связи с дополнительным питанием рек в результате сброса в них воды, поступающей по каналам различного назначения. Наиболее значительное увеличение расходов воды (стока) происходит, когда в реки осуществляется сброс воды из магистральных каналов, меньше из различных распределительных, сбросных, оросительных.

Во втором случае — происходит уменьшение стока воды в реках, в которых построены пруды, водохранилища и не осуществляется сброс воды из каналов и хозяйственно-бытовых вод. В этих реках сокращение стока происходит в результате испарения воды из прудов и водохранилищ, причём тем значительнее, чем больше их площадь в бассейне реки и меньше их глубина.

Несмотря на то, что в регионе сравнительно мало пунктов наблюдений на реках, вышесказанное можно подтвердить результатами наблюдений. Средние годовые расходы воды на реках Егорлык и Калаус возросли после 1947-1957 гг., причём наиболее значительно на первой из них. На р. Егорлык средний годовой расход за 1950-2005 гг. стал равным  $34,5 \text{ м}^3/\text{с}$ , т.е. увеличился по сравнению со средним годовым расходом воды за 1932-1947 гг. на  $29,2 \text{ м}^3/\text{с}$ , или в 6,5 раз.

В течение года увеличение расходов воды происходило неравномерно, с минимумом в весенние месяцы, особенно в марте-апреле, когда проходит весеннее половодье, и максимумом в летние месяцы, когда средние месячные расходы воды стали в 38 раз больше по сравнению с расходами до 1949 г. Такое распределение стока в течение года на р. Егорлык полностью определяется подачей воды по Невинномысскому каналу. Переброска кубанской воды в бассейн Егорлыка по Невинномысскому каналу и строительство водохранилищ привели к уменьшению наибольших и увеличению наименьших годовых расходов. Такое изменение наибольших и наименьших величин расходов

связано с регулирующей ролью Егорлыкского и особенно Новотроицкого водохранилищ.

В последние 30-40 лет также постепенно увеличивался сток р. Калаус, в бассейн которого с 1957 г. стала поступать кубанская вода полевой ветви Правоегорлыкского канала, с 1967 г. по Калаусскому каналу, а с 1999 г. из БСК-4 по Просянковскому сбросу. Средние годовые расходы р. Калаус к 2005 г. увеличились до 3,09 м<sup>3</sup>/с у с. Сергиевское, 6,74 м<sup>3</sup>/с — у г. Светлоград и 7,52 м<sup>3</sup>/с — у с. Воздвиженское, т.е. сток стал соответственно больше в 2,6, 2,9 и 2,3 раза, чем был в период с естественными условиями. В целом увеличение стока несколько меньше, чем поступает в реку. Расхождение объясняется повышенным испарением в прудах, созданных по долине р. Калаус у с. Сергиевское, г. Светлоград, с. Ипатово, а также водозабором в небольшие водохранилища.

Произошло увеличение стока и на ряде небольших притоков р. Егорлык — Ташла, Калалы, Рассыпная, Большой Гок, а также на реках, впадающих в Пролетарское водохранилище — Кевсала, Джалга, Дунда, в которые осуществляется сброс воды из распределительных каналов.

К 2005 г. было построено на реках много прудов и небольших водохранилищ, что привело не только к сезонному, а в некоторых случаях и к многолетнему перераспределению стока, но и главное повсеместно на этих реках годовой объём стока сократился, причём весьма значительно. Произошло это вследствие испарения воды из прудов и водохранилищ задержанной в весеннее время. Чем больше в бассейне реки таких водоёмов, тем больше потери воды в результате испарения.

В бассейне р. Средний Егорлык (с. Шаблиевка) в её нижнем течении также основной весенний тип преобразовался в преобладающий весенний. Такое перераспределение стока объясняется наличием выше гидрологического поста прудов и Сальского водохранилища, в которых в зимне-весенний период накапливается вода, которая поступает вниз по реке в основном в летне-осенний период.

После окончания половодья уровень воды в реках Егорлык и Калаус остаётся стабильным и определяется подачей воды по каналам из р. Кубань. Некоторое повышение уровня воды в летне-осенний период связано с дождевыми паводками. На р. Средний Егорлык после окончания половодья и нередко до следующей весны участки реки между прудами пересыхают.

В летне-осенний период на реках практически ежегодно отмечаются дождевые паводки, которых наблюдается за этот период 3-10, реже до 20 раз.

На р. Средний Егорлык и других реках после строительства русловых прудов поверхностный сток в них определяется попусками воды из прудов и поэтому длительные периоды без стока продолжали отмечаться и в последние десятилетия, причём более продолжительные в тёплый период.

Весьма существенно изменился как режим, так и объём стока р. Восточный Маныч, что связано с отчленением от неё р. Калаус, строительством Чограйского водохранилища и особенно переброской в бассейн значительного объёма воды по Кумо-Манычскому каналу. Все эти изменения произошли в бассейне после 1969-1970 годов.

Переброска воды из р. Кума в Восточный Маныч по Кумо-Манычскому каналу позволила не только обеспечить водой Чограйское водохранилище и подачу воды в Республику Калмыкия по Черноземельскому каналу, но и осуществить подпитку р. Восточный Маныч, путём сброса воды в среднем за год  $4,29 \text{ м}^3/\text{с}$  из водохранилища в протоку Подманок. До 1969-1970 гг. по р. Восточный Маныч и протоке Подманок расход воды в среднем за год составлял  $3,60 \text{ м}^3/\text{с}$ . В связи со строительством дамбы сток р. Калаус в р. Восточный Маныч прекратился и после 1970 г. от притоков в Чограйское водохранилище стало поступать в среднем за год около  $0,60 \text{ м}^3/\text{с}$ . В последнее десятилетие из Чограйского водохранилища в р. Подманок сбрасывается в среднем  $4,29 \text{ м}^3/\text{с}$  в год, т.е. сток р. Восточный Маныч ниже Чограйского водохранилища в настоящее время больше, чем был до 1970 г. на 19,2%. В то же время без учёта р. Калаус сток р. Восточный Маныч ниже Чограйского водохранилища в начале XXI ст. в 7,2 раза больше его естественного стока.

Объём стока притоков р. Восточный Маныч после 1970 г. существенно не изменился, произошло только его внутригодовое перераспределение, произошедшее в результате строительства прудов на реках Рагули и Чограй. Однако это не привело к формированию постоянного поверхностного стока на них, реки в среднем и нижнем течении по-прежнему продолжают пересыхать и промерзать. Учитывая большое испарение с прудов и другие потери воды из них (на орошение, хозяйственно-бытовое использование), за XX ст. сток рек Рагули, Голубь и Чограй за счёт испарения с прудов сократился с 0,75 до 0,58 м<sup>3</sup>/с, или на 22,7%.

### **3.2 Термический и ледовый режим**

Температурный режим бассейнов рассматриваемых рек определяется климатическими условиями территории, источниками питания, водностью потока, направлением и скоростью течения. Поскольку бассейн ориентирован с запада на восток и перепад высот в целом небольшой, различие в температуре воды по территории бассейна незначительное. Средняя годовая температура воды в реках бассейнов за период 1951-2005 гг. изменялась от 9,4 до 12,1 °С.

Годовой ход температуры воды хорошо согласуется с годовым ходом температуры воздуха. В то же время изменения температуры воды в связи с её большей теплоёмкостью происходят более плавно, отсутствуют резкие повышения или понижения, характерные для температуры воздуха. Годовой ход температуры воды в течение года характеризуется постепенным её увеличением с момента очищения реки ото льда (февраль-март) до июля и последующим спадом, продолжающимся до появления первых ледовых образований во второй половине декабря.

При нарастании температуры воды от зимы к лету она ежемесячно увеличивается на 2,1-8,6°С, причём наиболее интенсивно в апреле, мае и менее значительно в июне, июле. Понижение температуры воды от лета к осени составляет в среднем 2,8-8,4°С ежемесячно при наибольших величинах в

сентябре и октябре. Минимальные температуры воды повсеместно отмечаются в январе-феврале и средние месячные составляют 0,0-3,3 °С, а наименьшие даже до -0,3 °С (р. Калаус: г. Светлоград 1960, 1980, 1982, 1984 гг.; с. Воздвиженское 1960, 1976, 1980 гг.). Наибольшие средние месячные температуры воды наблюдаются в июле, когда они составляют 19,4-24,4 °С. На июль приходятся и максимальные температуры воды, которые достигали в бассейне р. Егорлык 30,8 °С (с. Новый Егорлык, 1983 г.) и р. Калаус 32,7 °С (г. Светлоград, 1983 г.).

На режим температуры воды оказывают влияние сбросы промышленных и сточных вод, поэтому на таких реках температура воды как средняя годовая, так и особенно за холодный период выше, а летом ниже.

Переброска кубанской воды и строительство водохранилищ по долинам рек Западный Маныч и Егорлык привели к изменению термического режима этих водотоков. В замыкающем створе р. Егорлык температура воды в среднем за год повысилась к 2005 г. на 0,6 °С при наибольшем повышении в феврале-марте (на 1,3 °С). Увеличение температуры воды в р. Егорлык произошло из-за возрастания стока в реке в результате сброса в Невинномысский канал подогретых вод Невинномысской ГРЭС в объеме около 800 млн. м<sup>3</sup> в год, сброса в Новотроицкое водохранилище подогретых вод Ставропольской ГРЭС [21], а также и современного изменения климата.

Изменение температуры воды в результате увеличения стока за 1932/1950-1951/2005 гг. также отмечается и в бассейне р. Калаус. При этом в верхней части реки (с. Сергиевское) произошло понижение средней годовой температуры воды на 0,7 °С, в то время как в низовьях (с. Воздвиженское) она повысилась на 0,5 °С. Различие в изменении температуры воды в верховье и низовье реки связано с тем, что в верховье стало проходить воды больше, прекратилось пересыхание и поэтому вода стала меньше прогреваться. В низовье реки повышение температуры воды объясняется сбросами прогретой воды с полей, орошаемых ветвью Правоегорлыкского канала.

В рассматриваемых бассейнах, несмотря на их сравнительно южное положение, в разной степени, но ежегодно отмечаются ледовые явления. Характер их в значительной степени определяется неустойчивыми зимами с чередованием периодов с отрицательными температурами воздуха и оттепелями различной продолжительности. С переходом температуры воздуха через 0 °С в осенне-зимний период на реках повсеместно наблюдаются забереги, сало, шуга, ледоход, ледостав, заторы и зажоры. Значительное влияние на формирование ледового режима рек, кроме их водоносности, скорости течения и морфологических особенностей русла, оказывает хозяйственная деятельность человека, выражающаяся в виде сбросов промышленных и бытовых стоков. Значительное влияние на формирование ледового режима рек оказывают грунтовые воды, обильное поступление которых в реки приводят к более позднему появлению ледовых образований, а на некоторых реках по этой причине ледостава не было в 25-50% числа лет периода наблюдений (р. Ташла — более 50%, р. Чибрик — 25%, р. Ула — 29%).

### **3.3 Сток наносов**

Под речными наносами понимаются твёрдые частицы, переносимые водным потоком и формирующие русловые и пойменные отложения рек. Основными факторами, определяющими сток наносов, являются рельеф территории, литология пород, растительность, климатические условия и хозяйственная деятельность человека (распаханность водосборов, зарегулированность стока наносов водохранилищами и прудами, использование речной воды в целях орошения). В бассейнах рек образование речных наносов связано с процессами речной, склоновой, овражной и ветровой эрозии, из которых наиболее развиты склоновая и ветровая. Так, на Ставропольской возвышенности на прямых и выпуклых склонах с крутизной 3° смыв достигает 700-800 м<sup>3</sup>/га, а на ступенчатых и вогнутых 350-500 м<sup>3</sup>/га. В

результате пыльных бурь, которые охватывают большую часть территории бассейна, почва сносится с огромных территорий, при этом не только пахотный слой, но местами затрагиваются материнские породы.

В зависимости от характера переноса отложений водами рек выделяется три вида наносов: взвешенные, влекомые и донные. В бассейне р. Западный Маныч, как и в бассейнах его притоков, преобладают взвешенные наносы, на долю которых приходится 90-95% от суммарного стока наносов. Как средний годовой расход взвешенных наносов, так и их годовой сток в 1981-2005 гг. изменяются в бассейне р. Западный Маныч весьма значительно — от 0,33 кг/с (10,4 тыс. т) в бассейне р. Ташла до 25 кг/с (790 тыс. т) в бассейнах рек Егорлык (с. Новый Егорлык) и Калаус (г. Светлоград).

До переброски в бассейн р. Западный Маныч кубанской воды средние годовые расходы и годовой сток наносов составляли 0,084-14 кг/с (2,7-440 тыс.т) при наибольших величинах в бассейне р. Калаус. Резкое увеличение стока воды в реках Егорлык и Калаус в результате переброски стока привело к увеличению стока взвешенных наносов в бассейне р. Егорлык в 20,8 раза, а р. Калаус в 1,6-1,9 раза. Увеличение стока расходов взвешенных наносов на этих реках произошло неравномерно, что связано в основном с объёмами воды, подаваемыми из Кубани по каналам. Пониженный сток наносов в р. Егорлык объясняется, прежде всего, литологическими особенностями отложений, слагающих русло и склоны его водосбора, они менее подвержены процессам эрозии, чем в бассейне р. Калаус.

Вторым фактором, снижающим сток наносов в бассейне р. Егорлык, является наличие русловых водохранилищ (Егорлыкское, Новотроицкое), в которых происходит отложение значительной массы наносов, не достигающих устьевой области реки и соответственно замыкающего гидрологического створа в с. Новый Егорлык. В бассейне р. Калаус таких водохранилищ нет, поэтому как средние годовые расходы, так и годовой сток наносов (за 1981-2005 гг.) по длине реки возрастают от 10 кг/с в с. Сергиевское до 25 кг/с в г. Светлограде и 24 кг/с в с. Воздвиженское.

Величины годового стока взвешенных наносов не остаются постоянными за многолетний период, а колеблются в широких пределах. Так, за 1981-2005 гг. на р. Егорлык (с. Новый Егорлык) средний годовой расход наносов изменялся от года к году от 7,8 до 69 кг/с, на р. Калаус: у с. Сергиевское от 0,3 до 23 кг/с, у г. Светлограда — от 3,8 до 54 кг/с, у с. Воздвиженское — от 12,9 до 51 кг/с, на р. Ташла — от 0,08 до 0,72 кг/с и р. Ула — от 0,46 до 8,16 кг/с, т. е. в 4-77 раз. Изменение годового стока наносов в основном связано с колебаниями водности рек, поэтому годам с наибольшим стоком воды в большинстве случаев соответствуют годы с максимальным стоком наносов и наоборот.

После переброски кубанской воды в бассейны рек Егорлык и Калаус изменилось и распределение стока взвешенных наносов по сезонам года — произошло сокращение весной и увеличение — в остальные сезоны года.

## **Глава 4. Влияние опасных явлений погоды на гидрологический режим рек**

### **4.1 Общая характеристика опасных явлений погоды**

Опасные явления делятся на две группы: простые и сложные. Первые из них определяются одним метеорологическим явлением: это сильные ветры, сильные метели, очень сильный дождь (мокрый снег, дождь со снегом), сильный ливень, крупный град, сильный туман, сильная жара и сильный мороз. Сложные опасные явления или комплекс опасных явлений в большинстве случаев определяются сочетанием нескольких метеорологических явлений, а также условиями рельефа, состоянием растительности и почвы, морфологическими характеристиками долины и особенно русла реки. К таким опасным явлениям относятся заморозки, оттепели, суховеи и засухи, пыльные бури, гололёдно-изморозевые отложения [22].

В данной главе мы рассматриваем опасные явления погоды: засухи, оттепели, пыльные бури и низкие температуры воздуха, которые оказывают значительное влияние, хотя и сравнительно кратковременное (от нескольких дней до 2-5 месяцев), на гидрологический режим рек.

### **4.2 Засухи**

#### **4.2.1 Общие сведения о засухах**

Засухи — это естественное явление природы, обусловленное особенностями циркуляции атмосферы с длительным отсутствием атмосферных осадков или значительным их уменьшением от нормы в сочетании с высокими температурами воздуха, почвы и ветром соответствующих скоростей и направлений. Такое сочетание атмосферных осадков и температуры воздуха приводит к резкому снижению относительной влажности воздуха, нарушению водного баланса растений и животных, недобору сельскохозяйственной продукции, а в экстремальные годы и к гибели

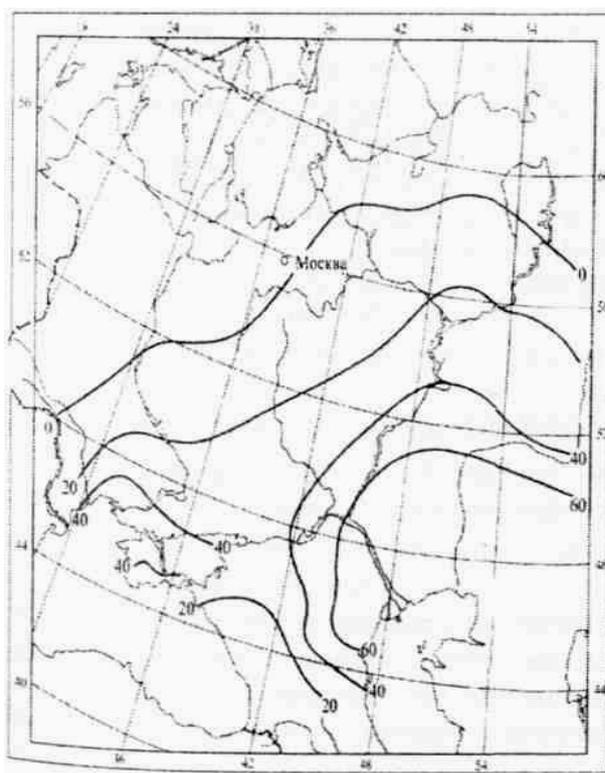
всего урожая. Длительные и интенсивные засухи увеличивают пожароопасность и горимость лесов, оказывают существенное влияние на гидрологический режим рек, озёр и водохранилищ.

О влиянии засух на водность рек в Ставропольском крае в 1926 г. писал И. В. Фигуровский: «Засухи губительно отражаются на водоносности рек губернии: после более или менее продолжительных засух все они совершенно или частью пересыхают. Во время летних засух течение совершенно прекращается даже в главных реках — Среднем и Большом Егорлыке, в р. Калаусе, в низовьях реки Кумы» [14].

Засуха — сложное явление, которое возникает при длительном отсутствии осадков преимущественно в сочетании с высокой испаряемостью. До середины XX ст. было широко распространено представление о том, что засухи на Европейской части России (ЕЧР) бывают вследствие вторжения жарких и сухих воздушных масс из среднеазиатских пустынь. Современное представление совершенно иное. Образование засух связано с мощными атмосферными процессами, которые приводят к установлению длительной антициклональной погоды. Чаще всего антициклоны на ЕЧР приходят из Арктики (около 70% всех случаев). Воздушные массы их сформированы из арктического воздуха, отличающегося большой прозрачностью, малой влажностью и низкой температурой. При перемещении антициклонов на юг ЕЧР устанавливается ясная погода, вследствие чего происходит быстрая трансформация арктического воздуха. В результате воздух прогревается, резко возрастает недостаток насыщения водяного пара, испарение почвенной влаги усиливается, а осадки не выпадают и как результат — начинается засуха. Засухи на ЕЧР возникают и в антициклонах субтропического (азорского) происхождения. Самые обширные и сильные засухи обусловлены взаимодействием антициклонов арктического и субтропического происхождения. Такими были катастрофические засухи 1921, 1946, 1972 и 1975 гг. К возникновению засухи может привести также недостаточное пополнение

запасов почвенной влаги весной при таянии снежного покрова, ограниченное количество осадков в весенне-летний период.

Засухи, как правило, охватывают одновременно обширные территории юго-востока России, в том числе и территорию рассматриваемого региона (рис. 12).



**Рис. 12. Повторяемость (%) средних и сильных засух [23].**

В зависимости от времени наступления различают три типа засух: весеннюю, летнюю и осеннюю. Весеннюю засуху отличает низкая относительная влажность на фоне сравнительно невысокой температуры воздуха. Иногда она сопровождается сильными ветрами. При весенней засухе иссушается верхний слой почвы.

Так как летняя засуха проходит на фоне высокой температуры воздуха и низкой относительной влажности, её отрицательное воздействие на сток рек более интенсивное. Летние засухи на территории региона отмечаются весьма часто, и средняя их повторяемость по региону составляет 20-45%.

Осенняя засуха развивается на фоне менее высокой температуры воздуха. Осенние засухи отмечаются реже летних и весенних, и их повторяемость на территории области не превышает 5-10%.

По происхождению различают три типа засухи: атмосферную, почвенную и атмосферно-почвенную (общую). Атмосферная засуха — это состояние атмосферы, характеризующееся длительной аномально сухой погодой обычно при повышенных (иногда весьма высоких) температурах воздуха с отсутствием или крайне незначительным количеством атмосферных осадков, приводящих к истощению запасов влаги в почве и резкому снижению относительной влажности воздуха. Почвенная засуха является следствием атмосферной засухи и характеризуется иссушением почвы и снижением влагообеспеченности растений. Общие засухи характеризуются как явлениями атмосферной, так и почвенной засух.

По признаку охвата территории засухи разделяются на локальные, которые охватывают от 1 до 10% площади, обширные — 11-20% территории, весьма обширные — 21-30%, чрезвычайно засушливые — 31-50% и катастрофические — охватывающие более 50% территории [23].

Косвенной характеристикой засушливости территории может служить количество дней с максимальной температурой воздуха выше определённых пределов, число дней с относительной влажностью менее 30% и число бездождных периодов за вегетационный период. На рассматриваемой территории за вегетационный период отмечается от 81 до 109 дней с температурой выше 25 °С, с температурой выше 30 °С таких дней 25-54, а выше 35 °С — 3-12 дней. В некоторых районах отмечается 0,1-1,0 день с температурой выше 40 °С.

#### **4.2.2 Засухи на территории региона в 2000-2007 гг**

С 2000 г. на территории Ростовской области и Ставропольского края осуществляется оперативный мониторинг засух в период май-сентябрь. По

интенсивности засухи разделены на четыре типа: очень сильные (1), сильные (2), средние (3) и слабые (4).

За 2000—2007 гг. на всей территории Кумо-Манычской впадины засухи отмечались в мае-сентябре. Без засух было 25 декад, или 21% от общей продолжительности периода. Засухи не отмечались преимущественно в мае (2000, 2001, 2006, 2007 гг.) и реже в другие месяцы. Очень сильные засухи отмечались 23 декады (19%) и были практически только в июне-августе, причём в некоторые годы в отдельных пунктах они продолжались до 5-6 декад подряд (Будённовск, 2001 г.; Арзгир, 2006 г.). На сильные засухи приходится 9%, на средние— 33% и на слабые— 18% общей продолжительности периода наблюдений (приложение 13).

#### **4.2.3 Влияние засух на гидрологический режим водоёмов**

На гидрологический режим оказывают влияние все типы засух, но наиболее значительное очень сильные и сильные атмосферные и атмосферно-почвенные и меньше чисто почвенные. Сток рек в период засух зависит от сезона года. В летний и осенний периоды засухи приводят к резкому уменьшению речного стока, нередко в 4-5 раз по сравнению с предыдущим месяцем. После окончания периода засухи в эти сезоны года в большинстве случаев сток увеличивается, хотя и не всегда. В отдельные годы после почвенных и атмосферно-почвенных засух сток увеличивается незначительно, даже если в это время выпало большое количество осадков. Объясняется это степенью увлажнения почвы, которая после этих засух очень сухая и большая часть выпадающих осадков в этом случае идёт на её водонасыщение. Так, например, в 1979 г. в бассейне р. Западный Маныч засуха была в мае и июне, когда выпало соответственно 0 и 5 мм осадков. Сток р. Ташла в мае был равен 0,36 м<sup>3</sup>/с (63% от нормы), в июне он сократился до 0,11 м<sup>3</sup>/с (16% от нормы). Такой же сток отмечался и в июле, несмотря на то, что в конце месяца выпало 118 мм осадков, что больше нормы за этот месяц в 2,5 раза. Таким образом,

значительные осадки июля не привели к увеличению стока, поскольку они пошли на увлажнение почвы.

В зимний и весенний периоды в месяцы с засухами сток уменьшается незначительно (приложение 14), а в некоторые годы даже возрастает (приложение 15). Объясняется это тем, что в эти сезоны года засухи нередко сопровождаются повышенными температурами воздуха, иногда положительными, в результате чего происходит таяние снега, приводящее к зимним и весенним паводкам.

В период засух на некоторых реках, даже значительных, в тёплый период отмечается их пересыхание, то есть полное прекращение поверхностного стока. Особенно это характерно для рек и балок вне Ставропольской возвышенности. Наиболее часто отмечалось пересыхание рек до переброски стока из соседних бассейнов. Пересыхание рек наблюдается и в настоящее время на таких реках, как Средний Егорлык, Айгурка, Гучунгу и др.

Пересыхание отмечается и на реках бассейнов Калаус и Восточный Маныч. Так, на р. Калаус на участке от истока до с. Воздвиженское сток в реке в отдельные месяцы отсутствует — река пересыхает. Наибольшее число случаев пересыхания отмечается в верховьях р. Калаус и на его притоке р. Айгурка. В верховьях пересыхание происходит в период с июня по сентябрь, на р. Айгурка с конца мая по ноябрь, а в отдельные годы с марта и по февраль будущего года. Периодичность явления один раз в два-три года, а в верховьях рек Калаус и Айгурка значительно чаще. Так, на р. Калаус в районе с. Сергиевское явление из 34 лет наблюдений отмечалось в 17, у с. Воздвиженское — всего один раз, а на р. Айгурка из 27 лет наблюдений — 21 раз. При этом в течение одного года нередко было по несколько пересыханий продолжительностью 1-50 дней. Средняя годовая продолжительность пересыхания на р. Калаус — с. Сергиевское 88 дней, а р. Айгурка — Совхоз № 11 - 182 дня при наибольшей продолжительности в первом пункте 118 дней (1940 г.), а во втором — 313 (1949-1950 гг.).

## 4.3 Оттепели

### 4.3.1 Общие сведения об оттепелях

Резкое повышение температуры воздуха до 0 °С и выше в холодный период на фоне установившихся отрицательных температур называют оттепелью. Днём с оттепелью считается день холодного периода, в который максимальная температура воздуха поднимается выше 0 °С [24].

Характерной особенностью погоды на рассматриваемой территории в холодный период года являются частые и резкие потепления, которые нередко сопровождаются осадками и туманами. Наиболее значительные потепления отмечаются при выходе южных (средиземноморских) циклонов. Потепления также отмечаются и при перемещении циклонов с запада, а в более редких случаях с северо-запада (рис. 13).

«Основными предпосылками резкого потепления (соответственно возникновения оттепелей) на рассматриваемой территории являются:

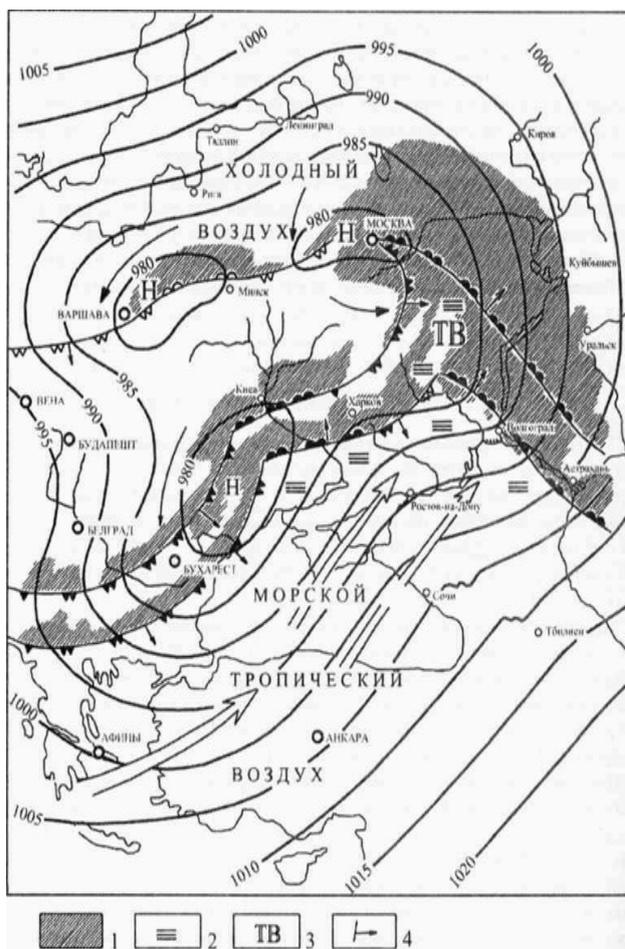
а) мощная адвекция (перемещение воздуха в горизонтальном направлении и перенос вместе с ним его свойств) тепла в нижней половине тропосферы над Чёрным морем и югом Украины;

б) значительные скорости юго-западных или западных потоков в передней части высотной барической ложбины (около 50 км/ч и более);

в) явное поступательное перемещение с запада на восток гребня тепла и связанного с ним тёплого фронта (500-1000 км в сутки);

г) сильное падение давления над Крымом, восточными районами Украины и Северным Кавказом» [25].

Оттепели подразделяются на адвективные, радиационные и радиационно-адвективные [26]. Наиболее часты и продолжительны адвективные оттепели. Они сопровождаются значительным уменьшением суточной амплитуды температуры воздуха, облачностью нижнего и среднего ярусов, осадками, высокой относительной влажностью (более 80%).



**Рис. 13. Типичная метеорологическая обстановка в Европе, при которой наблюдаются сильные зимние оттепели на Северном Кавказе и Нижнем Дону. 1 — зона сплошных осадков. 2 - туманы. 3 - тёплый воздух, 4 - направление движения фронта [13].**

Радиационные оттепели сопровождаются ясной погодой или облачностью верхнего яруса, низкой влажностью и большими суточными амплитудами температуры воздуха. Отмечаются они в основном в дневные часы и сравнительно редко. Во время адвективных оттепелей амплитуда температуры воздуха меньше средней месячной, но не более 6 °С, а во время радиационных 10 °С и более. Радиационно-адвективные оттепели отмечаются несколько реже адвективных, но значительно чаще радиационных. Нередко они возникают вслед за адвективными в случае наступления прояснения и максимальной температуры воздуха выше 0 °С.

Наиболее продолжительные оттепели зимой до 5-6 дней подряд отмечаются при юго-западных процессах, а при западных — они продолжаются 2-3 дня. Потепления, приходящие с северо-запада, непродолжительные. В начале выноса тёплых воздушных масс на территории бассейнов рек морозы ослабевают, и постепенно наступает слабая оттепель. Затем, по мере усиления выноса тепла, температура воздуха повышается на 3-5 °С, достигнув максимума потепления на 3-4 день с начала процесса. В этот момент, например, в Гиганте температура воздуха повышается до 10-12 °С, а иногда и до 15-18 °С. Такое повышение температуры воздуха приводит к интенсивному таянию снега, и обычно снежный покров на большей части территории бассейнов стаивает. Когда же в период оттепели, особенно на неоттаявшую почву, выпадают ещё и интенсивные дожди, образуются паводки, причём весьма значительные. Слабая оттепель переходит к морозной погоде довольно быстро, иногда за одну ночь или несколько часов, а сильная в течение 1-2 дней.

#### **4.3.2 Оттепели в регионе в 1951-2005 гг**

Оттепели отмечались в январе-марте и в декабре и только в Гиганте были отмечены в ноябре 1955 г. продолжительностью 3 дня. За рассматриваемый период на 4 станциях отмечено 466-709 дней с оттепелями. При этом оно уменьшается с запада на восток при наибольшем числе в Гиганте. Среднее число дней с оттепелью в год равно 8,5-12,9 при наибольшем значении на западе бассейнов (приложение 16).

В отдельные годы оттепели не отмечались весь год и, например, в Гиганте за 1951-2005 гг. их не было 7 лет, а в Будённовске — 18. В течение года наибольшее число дней с оттепелями за 1951-2005 гг. отмечено в Гиганте в декабре (254), в то время как на остальных пунктах оно приходится на январь, и за период наблюдений составляло 204-231 день. Наименьшее число дней с оттепелью отмечено в марте, и, например, в Будённовске их было всего 22 дня.

В отдельные месяцы число дней с оттепелями достигало наибольших значений 18-25 дней (Гигант — 25, Дивное — 23, Арзгир — 20, Будённовск — 18 дней).

### **4.3.3 Влияние оттепелей на гидрологический режим водоёмов**

При оттепелях температура воздуха повышается в большинстве случаев до 5-10 °С, а иногда и до 18-19 °С. После оттепели она резко уменьшается и становится вновь отрицательной. Такое повышение температуры воздуха приводит к интенсивному таянию снега и обычно снежный покров на большей части региона сходит, оставаясь только в балках, куда был снесён метелями. При этом сток рек возрастает и превышает средний месячный многолетний в 1,5-2,0 раза. Средние же суточные расходы возрастают значительно больше и превышают предшествующие оттепели в 3-5 и более раз. Наиболее значительно средние суточные расходы увеличиваются в период, когда оттепель сопровождается выпадением жидких атмосферных осадков. В этих случаях средние суточные расходы воды превышают предшествующие в 10 и более раз, а средние месячные в 2-3 раза.

В январе-феврале 1979 г. отмечались оттепели, хотя и не очень значительные (5 и 11 дней). В то же время средняя месячная температура воздуха была выше нормы, причём в феврале на 3,6 °С. Одновременно сумма месячного количества осадков в январе превысила норму на 11%, а в феврале — на 65%. Соответственно и сток в январе был выше нормы на 16%, а в феврале, когда стоял ещё и снег, он оказался выше нормы на 101%. Аналогичная ситуация была и в зиму 1993-1994 г., когда наибольшего развития оттепель достигла в январе, когда была отмечена средняя месячная температура воздуха на 6,1°С выше нормы и сток соответственно был выше нормы на 189%. Однако в зиму 1983-1984 г., когда оттепель отмечалась почти весь январь и температура воздуха была выше нормы на 6,1 °С, сток был ниже нормы, хотя и выше, чем в декабре. Объясняется это тем, что с ноября по январь температура воздуха была выше нормы на 0,1-6,1 °С, а количество атмосферных осадков

меньше нормы, особенно в январе, когда оно составило всего 37% (приложение 17).

Во время оттепелей повсеместно наблюдаются временные вскрытия рек. Например, на р. Калаус в 1930-1933, 1936-1942 и 1942-1961 гг. в районе г. Светлоград отмечено 80 случаев вскрытия реки и большее число случаев вскрытия льда на этой реке отмечено в районе с. Сергиевское и меньшее — с. Воздвиженское, что объясняется различным количеством воды в реке в этих пунктах. Так, за 1962-1963, 1969-1970 и 1970-1971 гг. в районе с. Сергиевское произошло 6 вскрытий реки, в то время как в районе г. Светлоград — 5, а у с. Воздвиженское — 3 (приложение 18).

В связи с вскрытием на реках нередко отмечаются заторы льда, связанные с тем, что на перекатах отмечается промерзание, которое разрушается только при очень мощных оттепелях. При других оттепелях места промерзания являются как бы плотиной заторов. Наиболее часто заторы наблюдаются на р. Калаус в районе г. Светлоград, где за 1926-1965 гг. было отмечено 9 случаев. Также нередко образуются заторы и на р. Ула в районе с. Старомарьевка. На р. Егорлык заторы отмечались регулярно до переброски в её бассейн кубанской воды. Позже заторы на этой реке стали отмечаться сравнительно редко.

## **4.4 Пыльные бури**

### **4.4.1 Общие сведения о пыльных бурях**

Пыльные бури — одно из наиболее опасных метеорологических явлений. Обычно под термином «пыльные бури» понимают перенос сильным ветром большого количества пыли и песка. Возникновение и развитие пыльных бурь обусловлено комплексом факторов, к которым относятся сильный ветер, иссушенность и расплывённость верхнего слоя почвы, отсутствие или слабое развитие растительного покрова на полях, наличие больших открытых пространств. Зимой к этим факторам добавляются отсутствие снежного покрова, слабая цементация почвы и её неглубокое промерзание. На юге

Европейской части России, в том числе и в Кумо-Маньчской впадине, отмечается большое число пыльных бурь, нередко называемых «чёрными». На рассматриваемой территории пыльные бури возникают не при каждом возникновении сильного ветра, а только в том случае, когда поверхность почвы сухая и слабо задернованная. Повторяемость сильных ветров, вызывающих дефляцию почв и, как правило, пыльные бури, составляет 3—4 раза за десятилетие. По данным различных источников на рассматриваемой территории в 20-50-х гг. XX ст. наиболее значительные пыльные бури отмечались в 1928, 1929, 1936, 1939, 1947, 1948, 1949, 1953 и 1957 гг. За последние 50 лет наиболее значительные пыльные бури были в 1960, 1965, 1969, 1974, 1984 гг. В эти годы они были продолжительные (до двух недель подряд), а пыль от них достигала иногда Польши, Румынии и даже Германии и Финляндии. На протяжении XIX-XX ст. повторяемость пыльных бурь на юге России возрастала, что связано с увеличением распаханности земель, которая возросла от 10% в начале XIX ст. до 70-90% в конце XX ст. Соответственно возрастала и повторяемость пыльных бурь, которая достигла максимальных значений в период 1947-1969 гг., когда за 23 года они были отмечены 10 раз [23, 27, 28, 29]. В последние 50 лет число случаев с пыльными бурями несколько сократилось, что связано с широким внедрением противозерозионной агротехники и развитием посадки лесных полос [29].

Пыльные бури чаще всего возникают при стационаровании антициклона восточнее Ростовской области и выходе ложбин с юго-запада, что приводит к образованию больших барических градиентов. Реже пыльные бури образуются в случаях, когда над севером и северо-востоком Европы и Чёрным морем преобладает циклоническая деятельность, в то время как вся центральная часть Европы занята областью повышенного давления. В этом случае увеличение барических градиентов происходит за счёт углубления малоподвижной черноморской депрессии. При этом антициклон существенно не меняет своего положения и интенсивности. Эти синоптические условия возникновения пыльных бурь в основном характерны для тёплого периода [25].

Первопричина возникновения пыльных бурь — сильный ветер. В южной части ЕЧР сильный ветер наблюдается преимущественно в холодный период года, чаще всего во второй его половине. Максимальная скорость ветра достигает 20-30, а иногда 40-45 м/с. Направление штормового продолжительного ветра преимущественно восточное, реже западное. Эта особенность наиболее чётко выражена в холодный период [8, 12, 13]. Непрерывная продолжительность сильного ветра 6-7, а иногда 12-15 дней. Сильный ветер западной четверти обычно непродолжительный (1-2, реже 3 дня). Продолжительные восточные ветры связаны с образованием очень мощного антициклона над Западной Сибирью и циклона над Чёрным морем. При такой метеообстановке в сухих восточных районах на участках с незащищенной и талой почвой уже на 3-4 день возникают пыльные бури, а на западе территории — через 6-10 дней. Пыльные бури могут наблюдаться 12-15 дней подряд и возобновляться вновь после коротких перерывов. Ветровая эрозия на территории Кумо-Манычской впадины может возникать в любое время года, но наибольшая её интенсивность и повторяемость отмечается весной, когда почва остается недостаточно закрытой растительностью.

Другая её причина — гранулометрический состав почв. По устойчивости к выдуванию лучшей является поверхность почвы, которая содержит больше водопрочных агрегатов крупнее 1 мм. Если таких агрегатов в почве меньше 50%, то почва становится неустойчивой к ветровой эрозии [30, 31]. В районах с неустойчивой зимой и небольшим количеством осадков процесс разрушения почвы протекает интенсивнее, чем в районах с устойчивыми зимами и большими зимними осадками. Лёгкие почвы разрушаются быстрее, чем тяжёлые. По данным А.А.Зайцевой [30], после распашки целины лёгкие почвы уже на 2—3 год подвергаются эрозии, суглинистые, каштановые и черноземные — через 4—5, а тяжелосуглинистые карбонатные — через 7—10 лет.

Для почв региона при их современном состоянии пыльные бури возникают при ветре со скоростью более 15 м/с [27]. После нескольких дней без пыльной бури на сухой почве может начаться пыльная буря при ветре 10-12

м/с. Если такие перерывы приостановки пыльной бури случаются 2-3 раза, то очередная эрозия почвы возникает на сухой поверхности уже при 6-8 м/с.

Орографические особенности территории в целом и её отдельных районов также оказывают существенное влияние на ветровые процессы. В свое время Н. С. Темникова [8] указывала, что через Волгоград и среднее течение Днепра проходит ветроразделительная линия (ось Воейкова-Броунова), к северу от которой преобладают юго-восточные, а к югу — восточные ветры. На рассматриваемой территории под влиянием макрорельефных образований прослеживаются участки с более интенсивными и продолжительными штормовыми ветрами. Эти участки в дальнейшем можно определять как ветровые макрокоридоры, в которых пыльные бури отмечаются наиболее интенсивно.

#### **4.4.2 Влияние пыльных бурь на водные объекты**

Пыльные бури оказывают значительное влияние на водные объекты, хотя наблюдений и соответствующих исследований по этому вопросу мало. В результате пыльных бурь переносится значительное количество эолового материала, объём которого определяется скоростью ветра и составом почв. Так, на развеваемых тёмно-каштановых почвах при скорости ветра 5 м/с перенос эолового материала в слое над поверхностью почвы 0—25 см равен 397 кг/ч, при скорости 9 м/с — 2338 кг/ч и при скорости 11 м/с — 6906 кг/ч [27]. Эоловый перенос осуществляется на довольно значительные расстояния, достигающие несколько сот километров. Соответственно во время пыльных бурь в акватории водоёмов, особенно водохранилищ, приносятся весьма значительные объёмы эолового материала.

Ещё больший вред пыльные бури наносят малым рекам, каналам, прудам. Так, например, в 1960 г. при пыльных бурях эоловым материалом в Ростовской области (бассейн р. Западный Маныч) было занесено 350 км каналов, а в

Ставропольском крае (в Правоегорлыкской оросительной системе) — 250 км. Объём земляных очистительных работ составил около 655 тыс. м<sup>3</sup> [27].

Большое количество эоловых отложений скапливается в балках, оврагах и истоках малых рек. Максимальная толщина эоловых отложений отмечается на подветренных склонах, где образуются склоны осыпания. Одновременно истоки малых рек заносятся наносами почвы, снесённой с окружающих их распаханых полей. В результате пыльных бурь и наносов с распаханых полей верховья многих малых рек засыпаны эоловыми и склоновыми отложениями на значительных расстояниях столь большой толщиной, что ими перекрыты родники и не отмечается поверхностный речной сток. Соответственно длина малых рек за последнее столетие сократилась в бассейне р. Егорлык — на 15,7%, р. Калаус — 18,5% и р. Восточный Маныч на 28,4%.

Следствием пыльных бурь является также увеличение стока взвешенных и донных наносов. При этом возрастание стока наносов после летних и весенних пыльных бурь прослеживается сразу после пыльной бури. Увеличение стока наносов после зимних пыльных бурь отмечается только в весенний паводок, т.е. через 1-2 месяца. Так, например, после пыльной бури 1969 г., происшедшей в январе-феврале, когда на реках отмечался ледовый покров (лёд растаял только в конце февраля), сток наносов резко возрос только в марте, достигнув наибольшей величины в марте и апреле, когда началось половодье. Сток наносов в эти месяцы составил 3,2 и 34 кг/с. На некоторых речных участках возрастания стока наносов после пыльных бурь не отмечалось, что объясняется защищённостью этих участков лесной и кустарниковой растительностью.

## **4.5 Низкие температуры воздуха**

### **4.5.1 Общие сведения**

На рассматриваемой территории резкие похолодания с низкими температурами воздуха обуславливаются тремя типами синоптических процессов: полярным, ультраполярным и восточным [25].

Характерным для полярного процесса является меридиональный перенос холодного воздуха при наличии над Западной Европой обширного высокого антициклона, а над восточной частью европейской части России — циклона. После прохождения холодного фронта наступает похолодание, сопровождаемое осадками и усилением северо-западного и северного ветра.

При ультраполярном процессе холод распространяется с северо-востока на юго-запад при обязательном наличии высокого циклона над севером Казахстана и мощного антициклона над северными районами европейской части России. Резкое понижение температуры воздуха наступает вслед за прохождением холодного фронта с северо-востока.

При восточном типе процесса происходят наиболее значительные похолодания, особенно в случаях усиления западного гребня азиатского антициклона и его распространения к западу.

При быстром вторжении холодных воздушных масс температура воздуха нередко понижается на 15-20 °С за 12-24 часа. Наиболее низкие температуры воздуха связаны с антициклонами в арктическом воздухе и особенно если к этому времени образовался достаточно высокий снежный покров. За две-три ясные ночи после вторжения холодный воздух дополнительно охлаждается над снежным покровом ещё на 8-10 °С, в результате чего морозы усиливаются до 25-30 °С, а при наличии большой толщины снежного покрова даже до 35—40 °С. Значительные морозы в регионе отмечаются обычно 2-4 дня и далее постепенно, а иногда и довольно быстро ослабевают.

Абсолютный минимум температур -34,-37°С при наименьшей величине в центральной части впадины (Дивное, Арзгир, Будённовск) отмечается на

большинстве пунктов в феврале. Абсолютные минимумы в  $-23$ ,  $-37$  °С отмечаются в ноябре-марте.

Отрицательные температуры воздуха в регионе отмечаются в Гиганте с 26.XI по 14.III, Дивном — 30.XI-II .III, Светлограде — 8.XII-6.III, Ставрополе — 6.XII-8.III, Арзгире — 5.XII-10.III и Будённовске — 2.XII-10.III. Число дней со средней суточной температурой ниже 0 °С изменяется по территории незначительно. Наибольшее число дней с отрицательными температурами отмечается в январе и несколько меньше в феврале. В западной части региона (Гигант) ниже  $-15^{\circ}\text{C}$  отмечается январе 1,8 дня, феврале — 2,0 дня. В восточной части число дней с такими температурами меньше и соответственно равно 1,2 и 1,4 дня.

#### **4.5.2 Низкие температуры воздуха в регионе в 1950-2005 гг**

Периоды с низкими температурами воздуха оценивались мной в месячном разрезе. За месяцы с такими температурами брались те, в которых средняя месячная температура была на  $3,0$  °С и больше ниже средней многолетней [32].

За рассматриваемый период (1950-2005 гг.) средние месячные температуры воздуха в Кумо-Манычской впадине за зимний период опускались до  $-4,0$ ,  $-17,6$  °С. Наиболее низкие температуры были в феврале и достигали  $-17,3$ ,  $-17,6$  °С (Гигант  $-17,3$ ; Дивное и Арзгир  $-17,6$  °С); в январе они были несколько выше  $-15,8$ ,  $-16,5$  °С (Арзгир  $-15,8$ ; Гигант  $-16,5$  °С); в декабре температуры не превышали  $-7,6$   $-8,0$  °С (Дивное  $-7,6$ ; Артезиан °С) (приложение 19).

Из приведённых в табл. 13 данных видно, что фактические средние месячные температуры воздуха в регионе были ниже средних многолетних: в декабре на  $4,0 \div 7,4$  °С, январе —  $9,9 \div 11,0$  °С. Число лет с низкими температурами воздуха изменялось по пунктам наблюдений от 1-5 случаев в декабре до 5-6 в январе и 5-10 в феврале. При этом наименьшее число случаев с низкими температурами отмечено в Гиганте — 11, в то время как в Дивном их 20, а в

Артезиане — 21, т.е. число случаев с низкими температурами воздуха увеличивается с северо-запада на юго-восток и наибольшее отмечается в нижнем течении р. Восточный Маныч.

Наиболее низкие температуры воздуха в январе были отмечены в 1950 и 1972 гг., практически на всех станциях; в феврале наиболее низкие температуры воздуха были отмечены на всей рассматриваемой территории в 1954 г. и достигали самых низких значений за 1950-2005 гг. Необходимо отметить, что преобладающее число лет с низкими температурами воздуха отмечено в первой половине периода в 1950-1975 гг., особенно для января и февраля. Годы с низкими температурами в декабре отмечались равномерно в течение всего периода до 2002 г. Всего за последние 15 лет отмечено семь случаев низкой температуры воздуха, или 0,47 случая в год, что в 2,7 раза меньше, чем в целом за 1950-2005 гг.

#### **4.5.3 Влияние низких температур воздуха на гидрологический режим**

На гидрологический режим водоёмов низкие температуры воздуха оказывают значительное влияние. Они приводят к образованию ледового покрова, что является нормальным гидрологическим явлением. В то же время особо низкие температуры воздуха приводят к промерзанию и перемерзанию водоёмов.

По имеющимся наблюдениям на водоёмах региона наиболее часто отмечается промерзание рек. Наблюдалось это явление как до переброски стока, так и после, но более интенсивно оно происходило до начала переброски стока, когда промерзание наблюдалось как на малых реках, так и на Западном и Восточном Маныче, Калаусе и Егорлыке. В настоящее время промерзание происходит только на малых реках и балках. Средняя месячная температура воздуха при которой происходит длительное промерзание рек  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже. В то же время промерзание бывает и несколько дней, связано оно с

кратковременными значительными понижениями температуры воздуха от -20 °С и ниже.

Промерзание на малых реках и балках происходит один раз в 2-7 лет и, например, на б. Гучунгу из 23 лет наблюдений (1940-1963 гг.) их было 9 лет, на Среднем Егорлыке за 36 лет (1927-1963 гг.) только 6 лет, а на р. Калаус (с. Сергиевское) за 34 года (1936-1970 гг.)— 5 лет. Значительно чаще отмечается промерзание на правом притоке р. Калаус р. Айгурка. Так, на этой реке в районе Совхоза № 11 за 1929-1955 гг., промерзание отмечалось в 15 годах.

Промерзание происходит также и на притоках р. Восточный Маныч реках Чограй, Голубь и Рагули. На р. Егорлык промерзание до 1957 г. на разных участках реки было практически ежегодно, а после подачи кубанской воды отмечается только в годы с температурой воздуха ниже -20, -25 °С. До образования западно-манычских водохранилищ отмечалось промерзание также и по основному руслу р. Западный Маныч (ниже устья р. Егорлык) и, например, в районе п. Весёлый было отмечено в 1933 г. с 3.II по 7.III, продолжительностью 33 дня.

Обычно промерзание наблюдается с декабря по февраль, но в отдельные годы может быть с ноября по март. Продолжительность промерзания составляет 25-50 дней в год, но были отмечены случаи и значительно большей. Так, на р. Джалга в 1940 г. промерзание отмечалось за год 68 дней, на балке Водяной в 1954 г.— 70 дней, а на р. Айгурка в 1954-1955 г.— 106 дней и охватило период с 13.X по 28.III. Ежегодно в среднем отмечается одно промерзание, но бывают зимы с неустойчивой температурой воздуха и оттепелями и тогда в одну зиму промерзание происходит два-три, а то и четыре-пять раз. Подобный характер промерзания был отмечен на р. Айгурка в районе Совхоза № 11 в зиму 1951-1952 г., когда промерзание с небольшой продолжительностью каждое было отмечено 4 раза.

## Заключение

Итак, в ходе исследования полученная цель достигнута, задачи решены полностью, гипотеза получила подтверждение. Основные **выводы** работы:

1. Предпосылками существования опасных метеорологических явлений на территории бассейнов рек Западный и Восточный Маныч являются такие физико-географические особенности исследуемого региона, как равнинный характер рельефа, высокая теплообеспеченность и недостаток влаги, преобладание над регионом антициклонической циркуляции, наличие орографически обусловленных «ветровых коридоров», преобладание чернозёмных почв, существенно распаханых, и степной растительности.

2. Особенности гидрографии территории являются слабое развитие естественной гидрографической сети и её существенное антропогенное преобразование, в частности, создание многочисленной сеть водохранилищ и прудов. При этом 89,8% числа всех рек – это самые малые реки длиной менее 10 км, наиболее подверженные любым воздействиям, как антропогенным, так и связанным с опасными метеорологическими явлениями.

3. Источниками питания рек являются талые воды сезонных снегов, дожди и подземные воды. Режим стока рек в естественных условиях соответствовал восточно-европейскому типу гидрографа, с весенним половодьем, летней и зимней меженью и осенними паводками. Для малых рек были нередки случаи пересыхания в летнюю межень и промерзания – в зимнюю. В результате антропогенного воздействия в большинстве случаев произошло увеличение водности и выравнивание стока по сезонам года.

4. На гидрологический режим рек региона влияют такие опасные явления погоды как засухи, оттепели, пыльные бури и низкие температуры воздуха.

5. Засухи, представляющие комплексное погодное явление, обусловленное циркуляционными процессами в атмосфере, характеризуются длительным отсутствием атмосферных осадков (или значительным их

сокращением по сравнению со средними многолетними величинами) в сочетании с повышенными температурами воздуха, почвы и ветрами. Различают три типа засух: атмосферную, почвенную и атмосферно-почвенную. Наибольшее влияние на гидрологические процессы, и в первую очередь на речной сток, оказывают первый и третий тип засух, что проявляется в уменьшении стока, а при наиболее значительных засухах даже к пересыханию рек на значительных участках. Наиболее подвержены этому влиянию небольшие реки и ручьи.

6. Другое опасное явление, влияющее на гидрологический режим — оттепели, причиной которых является повышение температуры воздуха до 0°C и выше в холодный период года на фоне установившихся отрицательных температур чаще всего в результате адвекции тёплого воздуха. Оттепели преимущественно сопровождаются пасмурной туманной погодой. При оттепелях происходит кратковременное (до месяца) увеличение расходов воды, разрушение ледяного покрова, отмечаются заторы льда. Ущерб от таких изменений в режиме рек заключается в том, что все эти явления не характерны для этого периода года и поэтому наносят значительный ущерб отраслям экономики.

7. Пыльные бури в рассматриваемом регионе явление нередкое. Это тип ветровой эрозии, наносящий значительный ущерб пахотным землям, представляет собой перенос сильным ветром (10-20 м/с и более) большого количества пыли, песка и верхнего слоя почвы. Перенесённые ветром, они отлагаются в подветренных местах на больших площадях, нанося ущерб сельскохозяйственным посевам.

8. Пыльные бури наносят значительный ущерб и водным объектам, таким как реки, озёра, водохранилища и особенно каналам и прудам, которые практически всегда расположены в подветренных частях, или в совершенно открытых, без наличия лесных полос или лесов. Поэтому переносимые ветром частицы верхнего слоя почвы откладываются в понижениях рельефа, являющихся в данном случае каналами и прудами, заносимыми на больших

расстояниях и площадях, причём столь значительно, что по каналам прекращается сток воды и их приходится очищать от нанесённой ветром почвы.

9. Отрицательное влияние на режим стока рек оказывают низкие температуры воздуха (сильный мороз по критериям опасных явлений гидрометслужбы). Это средние суточные температуры воздуха, ниже средних многолетних на 5-10°C, а также минимальные температуры воздуха, достигающие в рассматриваемом регионе -30,-33°C. Продолжительность периодов с низкими температурами воздуха может достигать 3—4 месяцев, т.е. практически всю зиму.

10. Наиболее значительное влияние низких температур воздуха на гидрологический режим проявляется в промерзании рек и прудов. Небольшие реки и пруды нередко промерзают. При промерзании лёд образуется во всей толще воды до дна, причём на большом протяжении реки, нередко до нескольких километров. Низкие температуры воздуха приводят к длительному периоду ледостава и большой толщине льда. Поэтому, как следствие на реках отмечаются значительные заторы льда, особенно при весенних оттепелях.

## Список используемой литературы

1. Физико-географическое районирование СССР/ Под ред. Н. А. Гвоздецкого. М.: Изд. МГУ, 1968. 576 с.
2. Равнины Европейской части СССР/ Отв. ред. Ю.А.Мещеряков, А.А.Асеев. М.: Наука. 1974. 255 с.
3. Региональная геоморфология Кавказа/ Отв. ред. Н.В.Думитрашко. М.: Изд. Наука. 1979. 196 с.
4. Сафронов, И.Н. Геоморфология Северного Кавказа и Нижнего Дона. Ростов н/Д, Изд. РГУ, 1987, 100 с.
5. Физическая география Нижнего Дона / Под ред. В.М.Чупахина. Ростов н/Д.: Изд. РГУ, 1971. 149 с.
6. Смагина, Т.А. и др. Природа, население и хозяйство Ростовской области Ростов н/Д.: Изд. РГУ, 1994, 305 с.
7. Хрусталёв, Ю.П. и др. Природные условия и естественные ресурсы Ростовской области. Ростов н/Д.: Батайское книжное изд., 2002. 432 с.
8. Темникова, Н.С. Климат Северного Кавказа и и прилежащих степей. Л.: Гидрометеиздат, 1959. 368 с.
9. Щитов, А.С. Климатическое районирование Ставропольской возвышенности /Тр. Ставропол. госуд. педагог. ин-та. 1959, Вып.18. с.69-88.
10. Панов, В.Д. и др. Климат Ростовской области: вчера, сегодня, завтра. Ростов н/Д: Донской изд. дом, 2006. 487.
11. Природные условия и естественные ресурсы СССР. Юго-Восток Европейской части СССР / Отв. ред. А.Г.Доскач, К.В.Долгополов. М.: Наука, 1971. 458 с.
12. Свисюк, И.В., Свисюк, Ю.И. Ветровые коридоры и эрозия почвы // Земледелие. 1978,. №7. с.44-45.
13. Вовченко, П.Г. Погода, земля, человек. Ростов н/Д.: Ростовское книжное изд., 1980. 141 с.

14. Панов, В.Д., Базелюк, А.А., Лурье, П.М. Реки Западный и Восточный Маныч. Ростов н/Д.: Ростовский изд. дом, 2009. 431 с.
15. Вальков, В.Ф. и др. Почвы юга России. Ростов н/Д: Изд. СКНЦВШ, 2000. 167 с.
16. Исаченко, А.Г., Шляпников, А.А. Ландшафты. М.: Мысль, 1989. 504 с.
17. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. т. 7. Донской район/ Под ред. Д.Д.Мордухай-Болтовского. Л.: Гидрометеиздат. 1964. 267 с.
18. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. т. 8. Северный Кавказ/ Под ред. Д.Д.Мордухай-Болтовского. Л.: Гидрометеиздат. 1964. 311 с.
19. Лурье, П.М., Панов, В.Д., Саломатин, А.М. Река Маныч: Гидрография и сток. СПб.: Гидрометеиздат. 2001, 160 С.
20. Вода России. Малые реки/ Под науч. ред. А.М.Черняева. Екатеринбург: Изд. Аква-Пресс, 2001. 803 с.
21. Леонов, Е.А. Изменение гидрологического режима р. Большой Егорлык под влиянием Кубано-Егорлыкского водохозяйственного комплекса // Сб. работ по гидрологии. № 15. Л.: Гидрометеиздат, 1979. с.18-35.
22. Толковый словарь по сельскохозяйственной метеорологии. СПб.: Гидрометеиздат. 2002, 471 с.
23. Бучинский, И.Е. Засухи и суховеи. Л.: Гидрометеиздат. 1976. 214 с.
24. Научно-прикладной справочник по агроклиматическим ресурсам СССР. Сер.2. Ч.1. Вып.13. Ростов н/Д.: Сев. Кав. УГМС, 1991. 638 с.
25. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч. III. Вып. 2. Л.: Гидрометеиздат, 1965, с. 169
26. Хайруллин, К.Ш. Оттепели на территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 88 с.
27. Захаров, П.С. Пыльные бури. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 164 с.

28. Васильев, Ю.И. и др. Пыльные бури на юге Русской равнины // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1988. №3. с. 95-101.

29. Свисюк, И.В. Погода, интенсивная технология и урожай озимой пшеницы. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 226 с.

30. Зайцева, А.А. Борьба с ветровой эрозией. М.: Колос, 1970. 170 с.

31. Рябов, Е.И. Земля просит защиты. Ставрополь: Книж. изд., 1974, 159 с.

32. Абдушелишвили, К.Л. и др. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Изд.2. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 264 с.

Электронные источники:

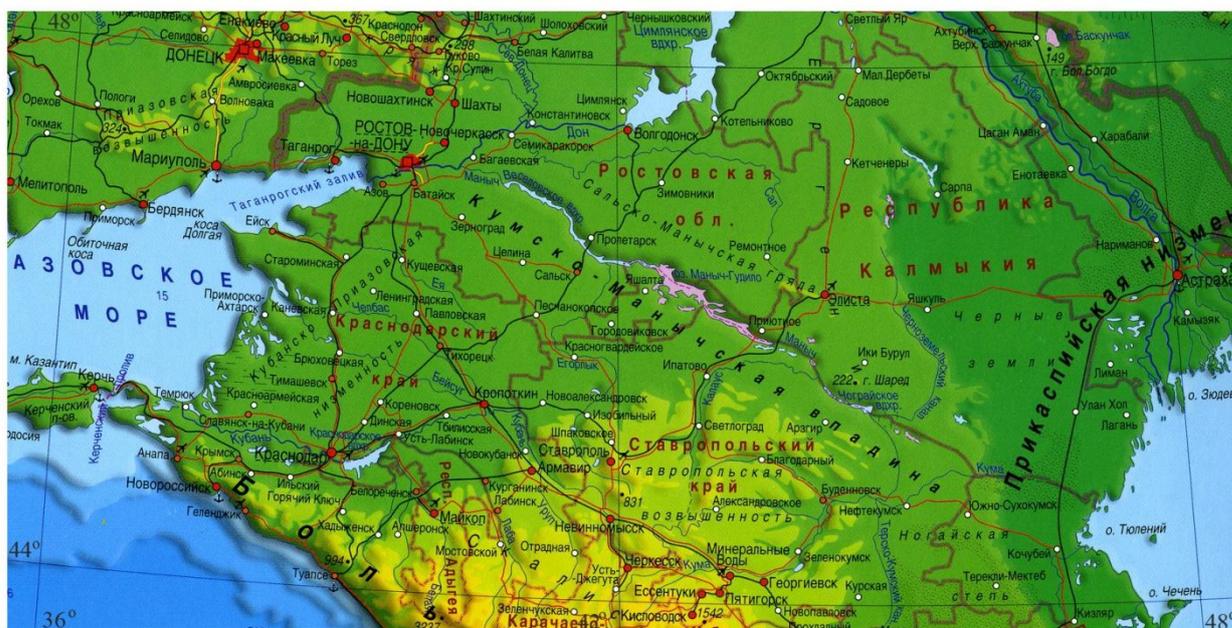
33. Кумо-Манычская впадина на карте. [Электронный ресурс] URL: <https://im1-tub-ru.yandex.net/i?id=0b7ae5eee0a2740bf1957057c8094d30&n=33&h=215&w=418>  
(Дата обращения 03.05.2016)

34. Карта бассейна реки Западный Маныч. [Электронный ресурс] URL: <http://refoteka.ru/images/r/d/e/4/de461c667e6245e395d362c88189d003.jpeg> (Дата обращения 03.05.2016)

# Приложения

## Приложение 1

### Территория бассейнов рек Западный и Восточный Маныч [33]



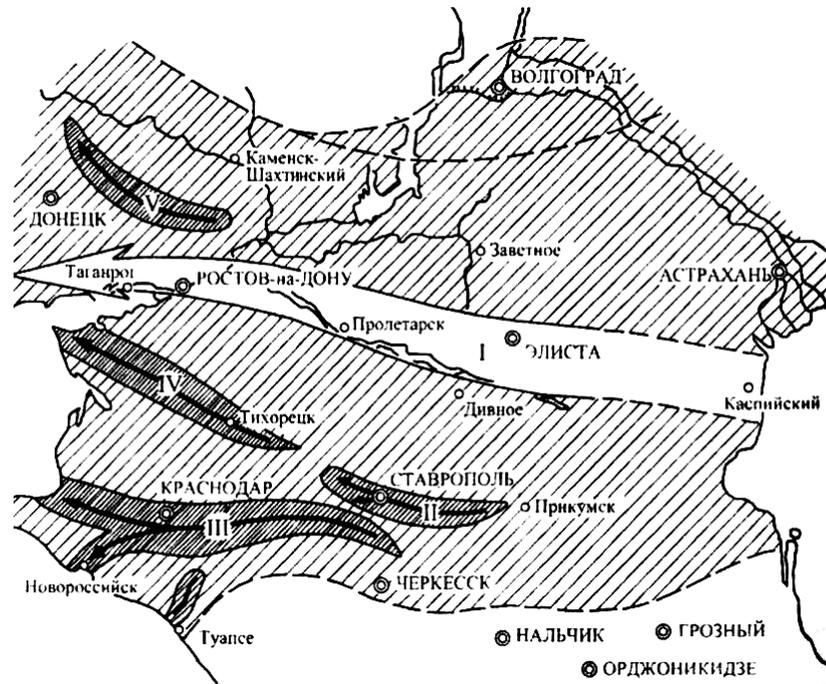
## Приложение 2

### Наибольшие скорости ветра (м/с) различной вероятности [14]

Станция	Скорость ветра (м/с), возможная один раз в				
	год	5 лет	10 лет	15 лет	20 лет
Гигант 2	22	25	26	27	28
Красногвардейское	26	31	33	34	35
Ставрополь	35	43	45	47	50
Арзгир	28	33	36	37	38

### Приложение 3

#### Ветровой «коридор» Кумо-Манычской впадины [13]



I - главная ось ветрового коридора, II-V рукава главной оси (Ставропольский, Краснодарский, Тихорецко-Должанский, Донецкий).

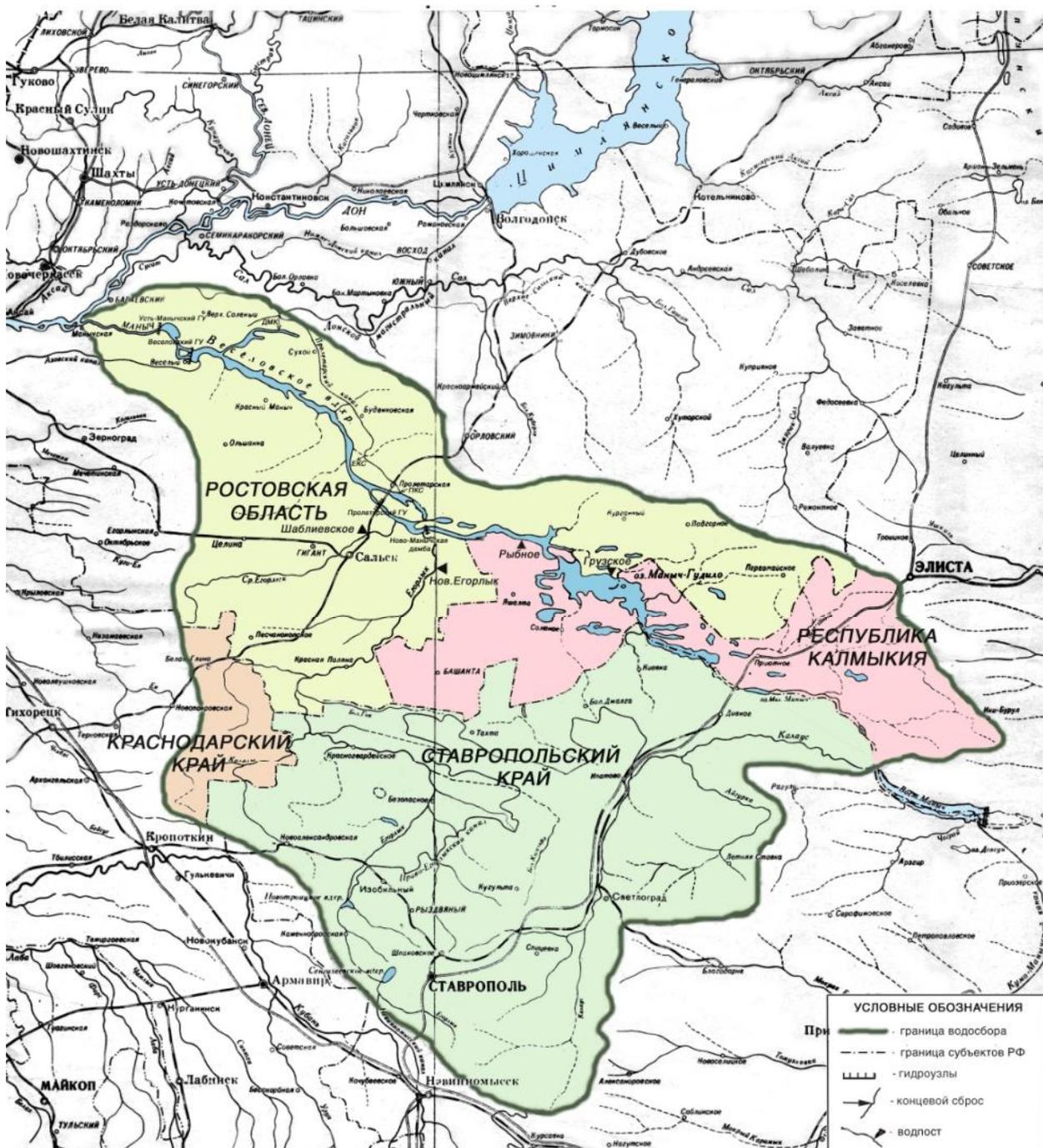
## Приложение 4

### Число и протяжённость рек различной величины в бассейнах рек Западный и Восточный Маныч [17, 18]

Градации рек по длине, км		Общее число рек и их длина (суммарная), км	% от общего числа рек и суммарной их длины
<b>Западный Маныч</b>			
Самые малые	менее 10	1596/3384	89,8/34,8
	10-25	118/1831	6,6/18,8
Малые	26-50	36/1258	2,0/12,9
	51-100	17/1151	1,0/11,8
Средние	101-200	6/799	0,3/8,3
	201-500	3/1304	0,3/13,4
	Итого	1776/9727	100/100
<b>Восточный Маныч</b>			
Самые малые	менее 10	158/246	89,2/25,5
	10-25	13/200	7,3/20,8
Малые	26-50	4/124	2,3/12,9
	51-100	-	-
Средние	101-200	1/118	0,6/12,2
	201-500	1/276	0,6/28,6
	Итого	177/964	100/100
<b>Западный и Восточный Маныч</b>			
Самые малые	менее 10	1754/3630	89,8/33,9
	10-25	131/2031	6,7/19,0
Малые	26-50	40/1382	2,0/12,9
	51-100	17/1151	0,9/10,8
Средние	101-200	7/917	0,4/8,6
	201-500	4/1580	0,2/14,8
	Итого	195340691	100/100

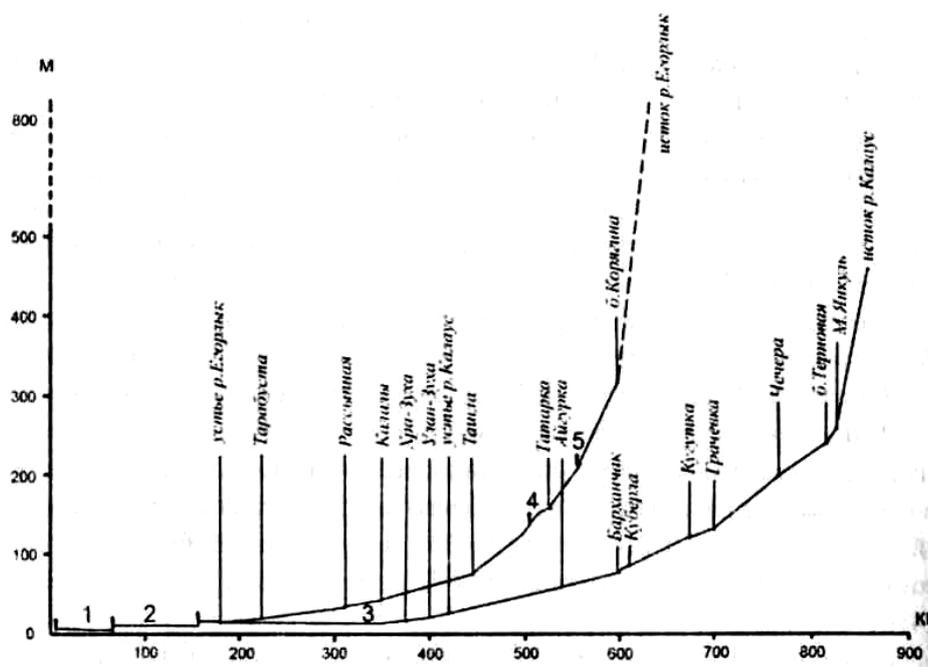
## Приложение 5

### Бассейн реки Западный Маныч [34]



## Приложение 6

### Продольный профиль рек Западный Маныч, Егорлык и Калаус



Водохранилища: 1 - Усть-Манычское. 2 - Весёловское. 3 - Пролетарское, 4 Новотроицкое, 5 – Егорлыкское [14]

## Приложение 7

### Общие сведения о реках (притоках) бассейна р. Западный Маныч

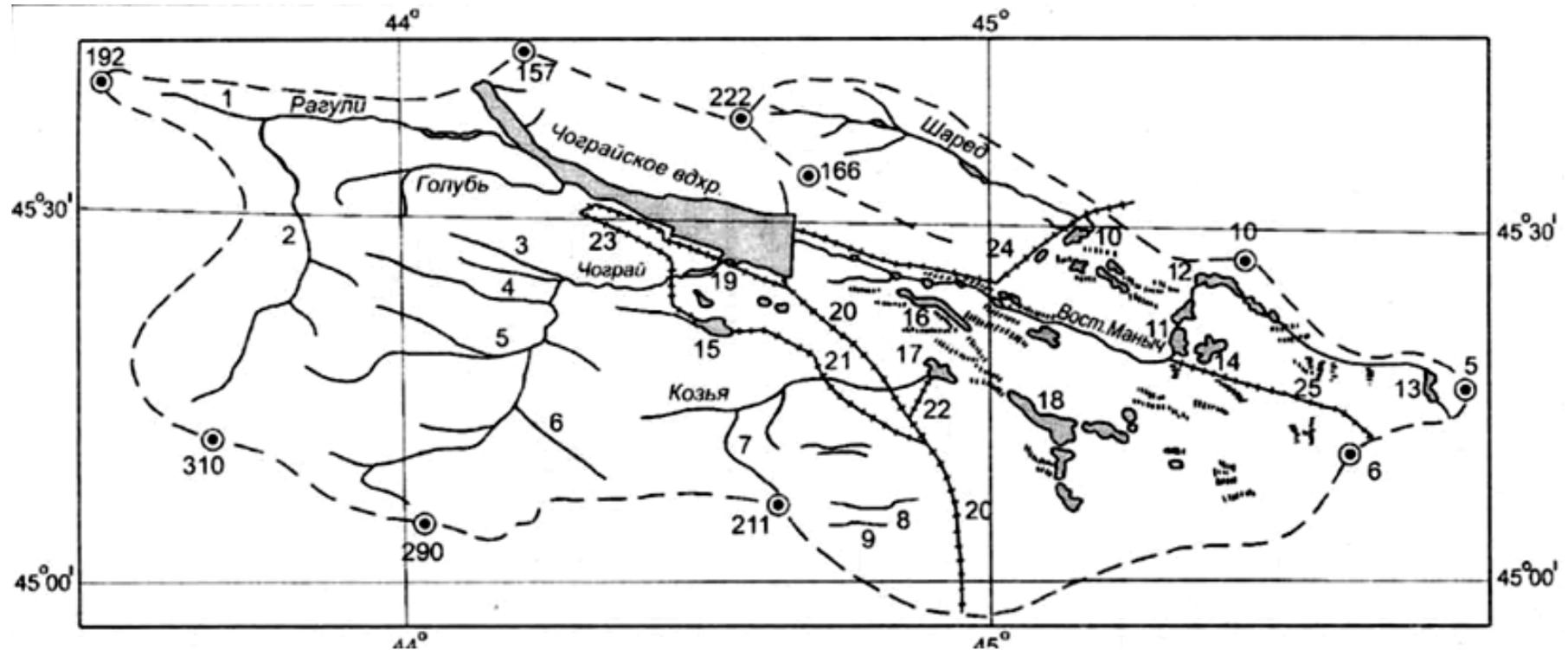
Название водотока	Куда впадает и с какого берега		Длина водотока, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>
Калаус	Западный Маныч	лв.	436	9904
Балка Улан-Зуха	То же	пр.	121	1391
Хара-Зуха	"	пр.	109	938
Мачок	Пролетарское вдхр.	лв.	20	131
Балка Киста	То же	лв.	11	134
Дунда (Джалга- Дунда)	"	лв.	62	707
Кираста	"	пр.	28	237
Чикалда (Дэензи)	"	пр.	101	855
Джалга	"	лв.	88	776
Гучунгу (Валка Гучунгу)	Джалга	лв.	7,2	46,5
Балка Гордач	Пролетарское вдхр.	пр.	8,9	31,4
Хагин-Сала	То же	лв.	64	686
Волочайка	"	пр.	84	484
Балка Кужная	"	пр.	59	370
Балка Тройная	"	пр.	41	535
Балка Водяная	Балка Тройная	лв.	36	199
Балка Терновая	Балка Водяная	пр.	6,5	20,9
Балка Хоревая	Пролетарское вдхр.	пр.	22	242
Солонка	То же	пр.	17	132
Томленая	"	пр.	32	184
Егорлык (Бол. Егорлык)	"	лв.	448	15000
Средний Егорлык	"	лв.	129	2360
Чепрак	Весёловское вдхр.	пр.	13	213
Балка Кучурда	То же	лв.	15	198
Юла (Малый Егорлык)	"	лв.	60	696

### Приложение 7 (продолжение)

Название водотока	Куда впадает и с какого берега		Длина водотока, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>
Балка Мокрая Ельмута	"	пр.	43	591
Балка Куначи	"	пр.	18	165
Балка Большая Бургуста	"	пр.	26	327
Балка Мокрая Кугульта	"	лв.	42	374
Балка Ямутинская	"	лв.	22	135
Балка Большая Садковка	"	пр.	34	397
Балка Таловая	Усть-Маньчское вдхр.	лв.	27	183
Балка Большая Соленая	То же	пр.	14	134
Дарья	"	лв.	15	58
Балка Смелая (Малая Западенка)	"	лв.	18	67,4
Подпольная (Черкасская)	"	пр.	13	.
красная	"	лв.	22	144

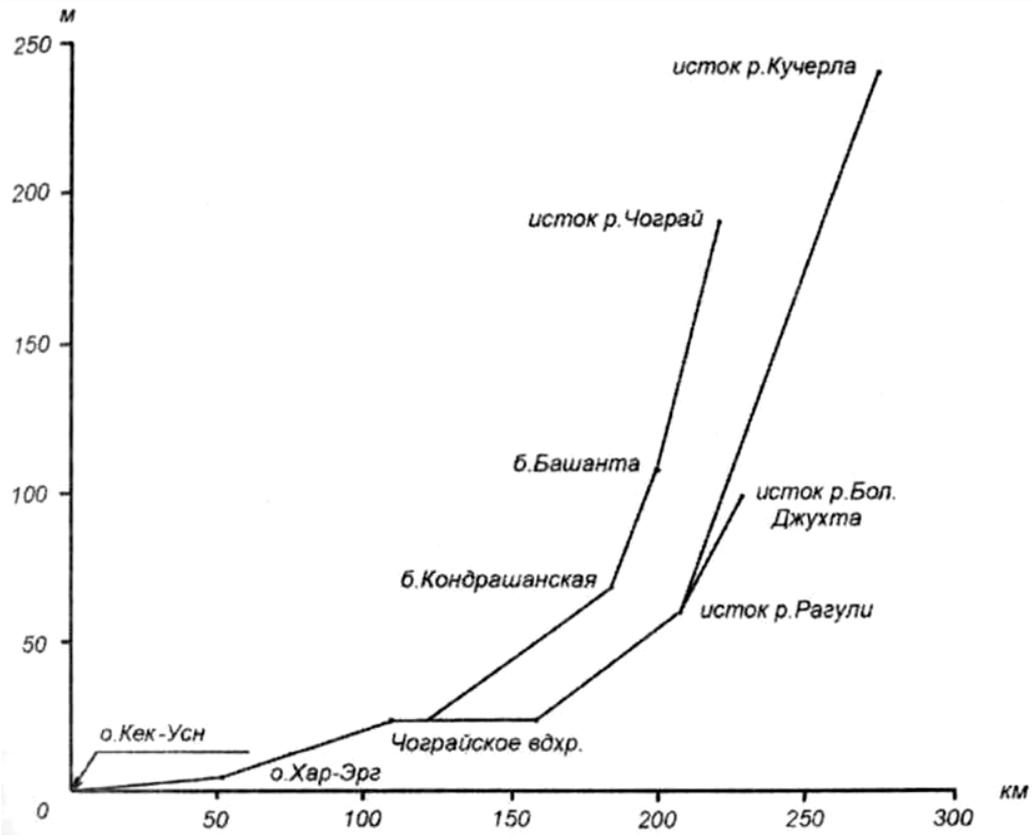
## Приложение 8

### Схема гидрографии бассейна р. Восточный Маныч



Реки, балки: 1 – Бол. Джухта, 2 – Кучерла, 3 – Шангуста, 4 – Антуста, 5 – Кондрашанская, 6 – Зурмута, 7 – Поперечная, 8 – Маджикская, 9 – Дроздовская; озёра: 10 – Махтир, 11 – Торце, 12 – Кек-Усн, 13 – Хар-Эрг, 14 – Киркита, 15 – Довсун, 16 – Сага-Оца, 17 – Сага-Бирючье, 18 – Дадынское большое; водохранилища: 19 – Чограй; каналы: 20 – Кумо-Манычский, 21 – Садовский, 22 – Закумский, 23 – Арзгирский, 24 – Черноземельский, 25 – Чограйский [14]

## Приложение 9 Продольный профиль рек Рагули и Чограй [14]



## Приложение 10

### Общие сведения о реках бассейна р. Восточный Маныч, в том числе и бессточных областей [14]

Название водотока	Куда впадает и с какого берега		Длина, км	Площадь водосбора, км
Рагули	Чограйское водохранилище	пр.	117	1060
Большая Джухта	Рагули	лв.	18	113
Голубь	Чограйское водохранилище	пр	38	360
Чограй	То же	пр.	111	1480
б. Башанта	Чограй	лв.	12	65
б. Зурмута	“	пр.	13	141
б. Кондрашанская	“	лв.	31	394
б. Ангуста	Чограй	лв.	26	148
б. Сладкий Ерлик	То же	лв.	16	33,5
б. Шангуста	“	лв.	15	86,1
б. Северная	Чограйское водохранилище	лв.	3,5	11,3
б. Южная	То же	лв	6,2	24,9
б. Шаред	Бессточная область		55	410
б. Козья	То же		51	156
б. б/н	“		7,0	75
б. б/н	“		4,5	34
б. Маджикская	“		15	120
б. Дроздовская	“		10	55

## Приложение 11

### Средние годовые характеристики стока рек в период с естественным режимом (1932-1947/1970 гг.) [14]

Река — пункт	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Расход воды, м <sup>3</sup> /с	Модуль стока, л/с*км <sup>2</sup>	Слой стока, мм
Западный Маныч — г. Пролетарск	38300	5,09	0,13	4
Средний Егорлык — с. Шаблиевка	2170	0,51	0,24	8
Егорлык — с. Новый Егорлык	14600	5,29	0,36	11
Егорлык — с. Новотроицкое	2020	1,36	0,67	21
Чибрик — с. Рождественское	25,4	0,025	0,98	31
Калалы — устье	2060	0,57	0,28	9
Татарка — устье	177	0,097	0,55	17
Калаус — с. Сергиевское	1590	1,20	0,75	24
Калаус — г. Светлоград	4540	2,36	0,52	16
Калаус — с. Воздвиженское	9100	3,23	0,35	11
Айгурка — Совхоз № 11	2160	0,11	0,05	1,6
Рагули — устье	1060	0,24	0,23	7
Голубь — устье	360	0,06	0,17	5
Чограй — устье	1480	0,28	0,19	6
Восточный Маныч — Чограйская плотина	9800	3,60	0,37	12

Примечание. Для рек Айгурка, Восточный Маныч, Рагули, Голубь и Чограй характеристики стока приведены расчётные.

## Приложение 12

### Распределение стока рек по сезонам года при естественном режиме (1932-1947/1970 гг.) [14]

Река, пункт	Зима	Весна	Лето	Осень
Западный Маныч — г. Пролетарск	6,7	73,2	14,0	6,1
б. Водяная — х. Терновой	20,3	63,6	13,8	2,3
б. Мокрая Ельмута — х. Мокрая Ельмута	40,1	58,4	1,5	0,0
Средний Егорлык - с. Шаблиевка	33,8	57,9	8,0	0,3
Егорлык — с. Новотроицкое	37,5	47,0	7,7	7,8
Егорлык — с. Новый Егорлык	10,4	83,1	4,8	1,7
Калалы — устье	37,7	47,3	8,9	6,1
Татарка — устье	37,4	47,0	7,8	7,8
Калаус — с. Сергиевское	13,2	72,8	12,6	1,4
Калаус — г. Светлоград	17,0	61,2	18,2	3,6
Калаус — с. Воздвиженше	15,7	56,2	20,1	8,0
Ула — с. Старомарьевка	27,8	45,4	19,9	6,9
Горькая — х. Грачевка	29,3	42,2	20,0	8,5
Рагули — устье	8,5	62,9	25,8	2,8
Голубь — устье	2,9	67,4	28,4	1,3
Чограй — устье	8,8	62,7	25,7	2,8

### Приложение 13

**Число декад с засухами в Кумо-Манычской впадине за 2000-2007 гг.  
(май-сентябрь) [14]**

Годы	Типы засух				Число декад без засухи
	1	2	3	4	
2000	3	1	4	2	5
2001	4	1	2	3	5
2002	2	1	5	4	3
2003	2	1	9	1	2
2004	-	1	5	6	3
2005	2	2	8	1	2
2006	4	2	3	3	3
2007	6	2	3	2	2
Итого	23	11	39	22	25
%	19	9	33	18	21

## Приложение 14

**Изменение стока р. Ташла — с. Донское до начала (XI-XII), в засуху (I) и после засухи (II, III) в 1976-1977 гг. [14]**

Показатель	1976 г.		1977 г.		
	XI	XII	I	II	III
Расход воды, м <sup>3</sup> /с	0,58	0,58	0,45	0,87	0,77
Отклонение расхода воды от нормы, м <sup>3</sup> /с	+0,02	-0,08	-0,20	+0,09	+0,19
Сумма осадков, мм	26	14	6	49	30
Отклонение осадков от нормы, мм	-2	-16	-2,2	+29	+8
Средняя месячная температура воздуха, °С	3,4	-0,2	-11,9	-0,5	4,7
Отклонение температуры воздуха от нормы, °С	+0,4	+2,1	-6,9	+3,9	+3,7

## Приложение 15

**Изменение стока р. Ташла — с. Донское до начала (XI), в засуху (XII—I) и после засухи (II, III) в 2003-2004 гг. [14]**

Показатель	2003 г.		2004 г.		
	XI	XII	-	II	III
Расход воды, м <sup>3</sup> /с	0,72	0,61	0,67	1,07	1,32
Отклонение расхода воды от нормы, м <sup>3</sup> /с	+0,16	-0,05	+0,20	+0,29	+0,36
Сумма осадков, мм	37	3	16	51	54
Отклонение осадков от нормы, мм	+9	-27	-12	+31	+34
Средняя месячная температура воздуха, °С	3,8	0,0	0,2	0,7	5,9
Отклонение температуры воздуха от нормы, °С	+0,8	+2,3	+5,2	+5,1	+4,9

## Приложение 16

**Число дней с оттепелями за январь-март, декабрь 1951-2005 гг. [14]**

Станция	Месяц				Общее число дней с оттепелями за период	Среднее число дней за год	Наибольшее число дней за месяц
	I	II	III	XII			
Гигант	32	82	1	54	709	12.9	25 (XIII)
Дивное	30	13	0	03	616	11.2	23(1)
Арзгир	31	12	1	8	592	10.8	20 (XII)
Буденновск	04	62	2	8	466	8,5	18(1)

## Приложение 17

### Расходы воды (р. Калаус — с. Сергиевское) и метеорологические условия (М Дивное) в месяцы с оттепелью, до и после оттепели [14]

Год	Месяц	Средний месячный расход воды		Средняя месячная температура воздуха		Месячная сумма атмосферных осадков		Число дней с оттепелью
		м <sup>3</sup> /с	% от нормы	°С	отклонение от нормы, °С	мм	% от нормы	
1978	XI	0,55	36	3,7	+0,7	II	39	
	XII	0,067	5	-1,8	+0,5	33	110	
1979	I	0,87	116	-3,9	+1,1	31	111	5
	II	4,38	201	-0,8	+3,6	33	165	11
	III	3,20	91	4,8	+3,8	19	63	
1983	XI	0,91	59	3,1	+0,1	28	104	
	XII	0,11	8	-0,2	+2,5	28	93	
1984	I	0,29	39	1,1	+6,1	16	37	25
	II	0,075		-5,9	-1,5	6	10	
	III	1,81	52	2,8	+1,8	4	18	
1993	XI	1,87	122	-6,9	-9,9	24	86	
	XII	0,94	70	-2,4	-0,1	34	113	11
1994	I	1,42	189	1,1	+6,1	32	114	23
	II	1,52	70	-8,0	-3,6	21	105	
	III	3,03	86	0,5	-0,5	76	345	

## Приложение 18

### Нарушение ледостава на р. Калаус в отдельные годы в результате оттепелей в 1962-1971 гг. [14]

Название поста	Год	Общий период ледостава	Периоды разрушения ледостава
Сергиевское	1962-1963	4.XII-16.III	6-9.XII, 17-22.XII, 10-17.I, 5-12.II
Светлоград	1962-1963	11.XII-15.II	14-22.XII, 8-15.I, 5-12.II
Воздвиженское	1962-1963	25.XII-6.II	29-31.XII, 1-4.I, 8-19.I
Сергиевское	1969-1970	25.XII-26.I	не было
Светлоград	1969-1970	25.XII-31.I	не было
Воздвиженское	1969-1970	26.XII-10.II	не было
Сергиевское	1970-1971	8.XII-25.II	20-22.XII, 1-8.I
Светлоград	1970-1971	26.XII -22.II	29-31.XII, 1-13.I
Воздвиженское	1970-1971	13.XII -9.III	не было

## Приложение 19

### Число лет с низкими температурами воздуха за 1950-2005 гг [14]

Станция	Число лет с низкими температурами			Диапазон средних месячных температур, °С		
	ХІІ	І	ІІ	ХІІ	І	ІІ
Гигант	1	5	5	-5,6÷-7,5	-10,3÷ -16,5	-7,9÷-17,3
Дивное	3	7	10	-5,9÷-7,6	-8,6÷-14,9	-7,5÷-17,6
Азгир	4	7	8	-4,6÷-5,6	-8,3÷-15,8	-7,9÷-17,6
Артезиан	5	6	10	-4,0÷-8,0	-8,2÷-14,4	-6,4÷-15,2