

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт математики и естественных наук  
Кафедра экологии и природопользования**

Утверждена распоряжением  
по институту  
от 22 января 2020 № 90/1900-03  
Выполнена по заявке  
ООО «Геопроект»

Допущена к защите  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.  
И. о. зав. кафедрой экологии и  
природопользования, канд. геогр. наук  
доцент Харин К.В.

---

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Экологический мониторинг рек города Ставрополя методом  
гидробиологического анализа поверхностных вод

**Рецензент:**

Приходько Роман Александрович, директор  
ООО «Центр Стратегического  
Территориального Проектирования СКФУ»

**Нормоконтролер:**

Харин Константин Викторович, кандидат  
географических наук, доцент кафедры  
экологии и природопользования

---

**Дата защиты:**

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Оценка \_\_\_\_\_

**Выполнила:**

Абрамова (Звягинцева) Анастасия  
Константиновна  
Студентка 2 курса, ЭКП-м-о-18 -1 группы  
направления 05.04.06 – Экология и  
природопользование  
направленность (профиль) Экологический  
мониторинг для устойчивого развития  
очной формы обучения

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

**Руководитель:**

Шкарлет Константин Юрьевич, кандидат  
географических наук, доцент кафедры  
экологии и природопользования

\_\_\_\_\_  
(Подпись)

Ставрополь, 2020 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики и естественных наук

Кафедра экологии и природопользования

Направление 05.04.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) Экологический мониторинг для устойчивого развития

«УТВЕРЖДАЮ»

И. о. зав. кафедрой экологии и  
природопользования

К.В. Харин

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г

**ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**

Студент Абрамова (Звягинцева) Анастасия Константиновна группа ЭКП-м-о-18-1  
*фамилия, имя, отчество*

1. Тема: Экологический мониторинг рек города Ставрополя методом гидробиологического анализа поверхностных вод

Утверждена распоряжением по институту от " 22 " января \_\_\_\_\_ 2020 г. № 90/1900-03

2. Срок представления проекта к защите " \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

3. Исходные данные для выполнения работы: монографии; материалы научных конференций; полевые исследования; литературные источники:

1) Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 240 с.

2) Логинова Е.В., Лопух П.С. Гидроэкология: курс лекций. Минск: БГУ, 2011.– 300 с.

3) Шалапенко Е. С., Мелешко Ж. Е. Краткий определитель водных беспозвоночных животных: учеб. пособие для студентов биол. фак. спец. Мн. : БГУ, 2005. — 243 с.

4. Содержание выпускной квалификационной работы:

4.1. Экологическое состояние и использование водных ресурсов г. Ставрополя

4.2. Экологический мониторинг рек методом гидробиологического анализа поверхностных вод

4.3. Экологический мониторинг рек г. Ставрополя методом гидробиологического анализа поверхностных вод

4.4. Другие разделы выпускной квалификационной работы: введение, заключение, список используемых источников

Приложение \_\_\_\_\_

Дата выдачи задания \_\_\_\_\_

Руководитель работы \_\_\_\_\_ Шкарлет К.Ю.  
*подпись* *инициалы, фамилия*

Задание принял к исполнению: \_\_\_\_\_ Абрамова (Звягинцева) А.К.  
*подпись, дата* *инициалы, фамилия*

## Содержание

Введение.....	4
1. Экологическое состояние и использование водных ресурсов г. Ставрополя б	
1.1 Физико-географическая характеристика г. Ставрополя.....	6
1.2 Поверхностные воды г. Ставрополя и их краткое гидрографическое описание.....	10
2. Экологический мониторинг рек методом гидробиологического анализа поверхностных вод.....	18
2.1 Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям .....	18
2.2 Гидробиологический анализ поверхностных вод с использованием метода установки в водоемах искусственных субстратов. ....	20
3. Экологический мониторинг рек г. Ставрополя методом гидробиологического анализа поверхностных вод. ....	26
3.1 Объект и методы исследования.....	26
3.2 Гидробиологический анализ поверхностных вод г. Ставрополя. ....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	51
Список использованных источников .....	53

## **Введение**

**Актуальность темы (исследования).** Проблема загрязнения водоёмов остается одной из актуальных в современном индустриальном обществе. Качество воды, ее биологическая полноценность в значительной мере определяется состоянием биогидроценозов. Поэтому из всех существующих систем контроля качества природных вод только система гидробиологического контроля дает непосредственную оценку состояния биогидроценозов, и в этом ее основное преимущество перед другими системами контроля и качества вод. Все это требует широкого внедрения в практику экологического мониторинга методов гидробиологического анализа (Буйволов и др., 2014). Данная работа посвящена экологическому мониторингу рек города Ставрополя методом гидробиологического анализа поверхностных вод.

**Объект исследования:** реки г. Ставрополя

**Предмет:** гидрологический анализ рек г. Ставрополя.

**Цель:** провести гидробиологический анализ рек города Ставрополь.

**Задачи:** 1. Рассмотреть экологическое состояние и использование водных ресурсов г. Ставрополь используя теоретический метод;

2. Изучить методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям;

3. Выполнить гидрологический анализ рек города Ставрополь.

**Методологическая основа** исследования состояла в применении аналитического, теоретического, экспериментального метода и метода общенаучного анализа.

**Методы исследования:** лабораторные и полевые исследования.

**Структура работы:** работа включает в себя основную часть, состоящую из трех глав, введение, заключение, 25 рисунков и 10 таблиц, список литературных источников состоит из 33 источников

**Практическая значимость:** полученные результаты могут быть использованы для дальнейшего изучения качества воды в реках города Ставрополь.

**Апробация:** данная работа участвовала в научной конференции Института математики и естественных наук «Естественные науки – основа настоящего и фундамент будущего» в рамках VII ежегодной научно-практической конференции СКФУ «Университетская наука – региону» (апрель 2019 г.) и в научной конференции Института математики и естественных наук «Естественные науки – основа настоящего и фундамент будущего» в рамках VIII ежегодной научно-практической конференции СКФУ «Университетская наука – региону» (апрель 2020 г.) и представлена 2 статьями в материалах научной конференции.

## **1. Экологическое состояние и использование водных ресурсов г. Ставрополя**

### **1.1 Физико-географическая характеристика г. Ставрополя**

Город Ставрополь находится в центральной части Предкавказья на Ставропольской возвышенности, в верховьях реки Ташла (бассейн Восточного Маныча). Город был построен на Ставропольской горе, которая является столообразным останцом Ставропольской возвышенности. На юго-западе возвышенность ограничена долиной р. Кубани, на востоке рекой Кумой, на севере - Кумо-Манычской впадиной. Глубокими эрозионными врезами она расчленена на ряд отдельных столовых гор, называемых высотами: Прикалаусские, Бешпагирские, Ставропольские.

Абсолютные отметки возвышенности изменяются от северо-востока к северо-западу: от 325 м в восточной части города до 660 м в западной. В некоторых частях города встречаются перепады высот более 50 м на 1 км. Главным фактором, влияющего на освоение территории, в том числе и селитебное, является рельеф. Характерные черты рельефа города являются платообразные участки, склоны долин с различной крутизной, большая изрезанность балками и оврагами, оползневые участки. Но несмотря на это, рельеф достаточно благоприятен для жизни и хозяйственной деятельности человека (Гидрология и гидрография г. Ставрополя [Сайт]. URL: [https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya\\_gidrografiya](https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya_gidrografiya))

Ставрополь занимает площадь в 171,7 км<sup>2</sup>. Территория городского округа, в состав которой, помимо собственно города Ставрополя, входит территория хутора Грушёвый (41 га) и обширные межселенные территории (104,6 км<sup>2</sup>), составляет 276,689 км<sup>2</sup>. Площадь застроенных земель — 127,870 км<sup>2</sup> или 46,2 % от общей площади городского округа по открытым данным Управления федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. К

территории городского округа также относятся находящиеся за пределами городской черты Ставрополя Сенгилеевское водохранилище, площадь которого около 42 км<sup>2</sup>. Водохранилище имеет важное хозяйственное значение, в частности, в водоснабжении города (рис. 1).

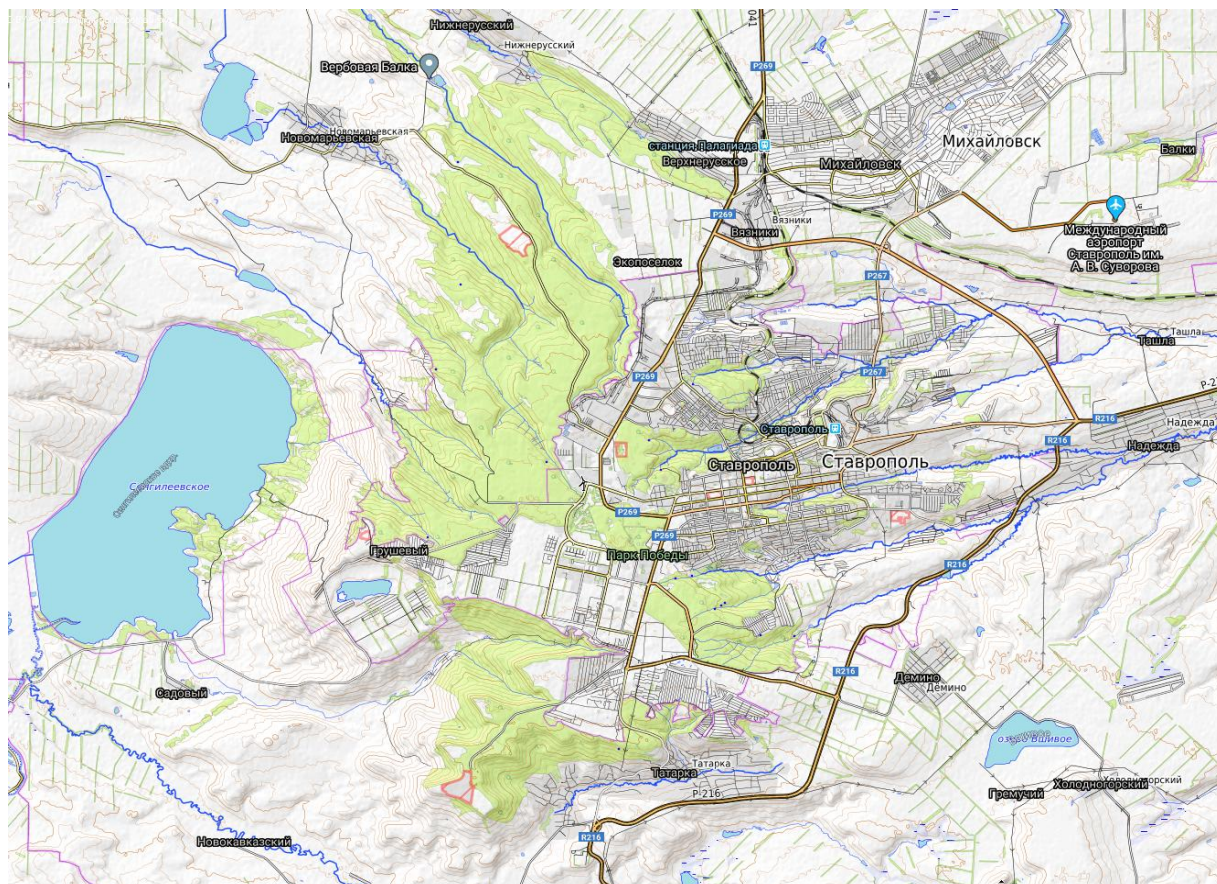


Рис. 1. Город Ставрополь и прилегающие территории.

На восточном склоне расположены истоки речек, принадлежащих бассейну р. Калаус: Третья Речка, Чла, Ташла, Мутнянка, Мамайка, Желобовка, ручей Волчий. Территория города Ставрополя пересекается реками с запада на восток, сливаясь за пределами города и образуя реку Улу. Гидрографическая сеть по территории города распределяется относительно равномерно. Бассейны водотоков значительно вытянуты. По характеру и степени извилистости русел реки г. Ставрополя весьма сходны (Гидрология и гидрография г. Ставрополя [Сайт]. URL: [https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya\\_gidrografiya](https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya_gidrografiya)).

На территории города немного естественных озер, но два из них уникальных, объявленных памятниками природы. Они располагаются в окрестностях города Ставрополя, и представляют собой небольшие бессточные реликтовые озера, превращающиеся в болота: Кравцово, находящееся в 15 км на северо-западной окраине города, и Вшивое, на северо-востоке в 6 км от города. На юго-западной окраине города раньше располагалось озеро Лиман, ставшее сейчас мокрым лугом (Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края. Доклад о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2018 году, Ставрополь, 2019).

Степь свойственна примерно одной трети территории города. В настоящее время это почти полностью распаханые земли, сама лугово-степная растительность на более или менее значительных пространствах сохранилась лишь на ряде участков, примыкающих к Ставрополю (Доклад о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2014 году, Ставрополь, 2015).

Для подробного изучения функционально-планировочной структуры города, была использована карта генерального плана города Ставрополя.

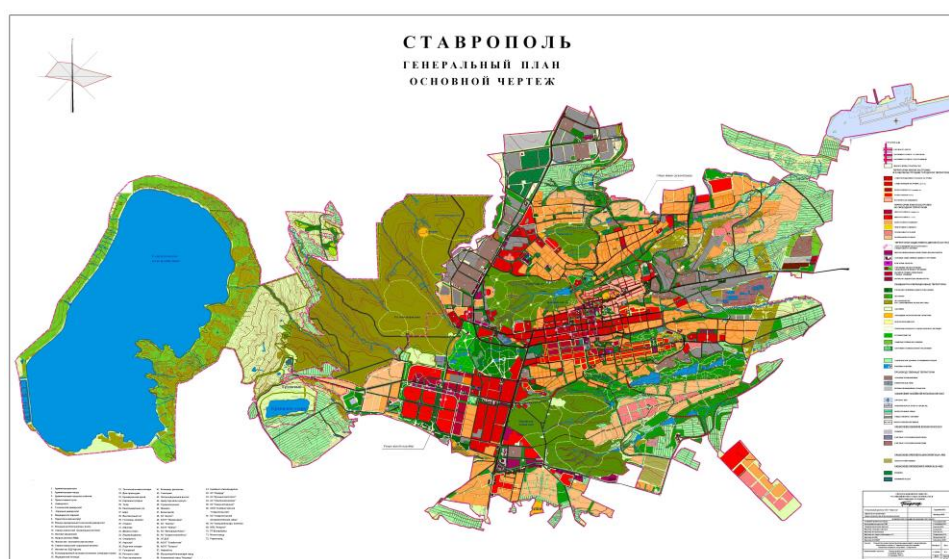


Рис. 2. Карта-схема функционального зонирования г. Ставрополя



Селитебная зона, занимает центральную и юго-западную часть города и отдельными участками выходит в северо-западную и восточные части (рис. 2). В пределах селитебной зоны расположены спортивные, учебные, лечебные, культурно-воспитательные сооружения, а также административные здания. Вся зона пересечена объектами транспортного и водохозяйственного типа. Современный город поделен на три административных района: Промышленный, Октябрьский, Ленинский. До недавнего времени значительная часть города проживала в Ленинском районе, то есть преимущественно в центре, однако застройка многоэтажными зданиями юго-западного района привела к росту населения в Промышленном районе и по величине заселения вывела её на первое место.

Промышленная зона занимает в основном периферию города Ставрополя и делится на 5 следующих районов:

1. Северный: заводы технического углерода, кожевенный, химический, стеновых материалов и керамзита, домостроительный комбинат, нефтебаза и др.;

2. Северо-западный: ПО «Анилин», «Нептун», АО «Люминофор», завод автоприцепов, мебельный комбинат, фабрика «Восход», экспериментальный завод;

3. Юго-западный: завод «Сигнал», «Спецконструкций», комбинат стройматериалов, автоколонна, молочный комбинат и др.;

4. Юго-восточный: биофабрика, завод технологического оборудования, НПО «Аллерген», завод «Кинотехника», молзавод «Ставропольский»;

5. Восточный: заводы «Красный металлист», инструментальный, поршневых колец, «Электроавтоматика», стеклотарный, прибороремонтный, автокранов, фабрика «Весна».

Нужно заметить, что многие из предприятий не функционируют, но расположение районов и функциональное значение не изменилось.

Лесная и рекреационная зона представлена в черте города и его окрестностях лесными массивами (дачами): Кругленьким, Таманским, Русским, Мамайским, Члинским, Татарским. Таманская лесная дача и лес Кругленький оказались в черте города и превратились по существу в городские парки. Зеленные насаждения, занимающие большую территорию города являются важным элементом городского ландшафта, не только украшающего его, но и выполняющего важные средоохранные и оздоровительные функции.

## **1.2 Поверхностные воды г. Ставрополя и их краткое гидрографическое описание**

Водные ресурсы территории города представлены реками Ташла, Мамайка, Мутнянка, Вербовка, Желобовка, Русская, Чла и др. Частая овражно-балочная сеть обусловила для каждого оврага или балки весьма незначительную водосборную площадь.

Грунтовое питание невелико и поэтому в летне-осенний период не обеспечивает постоянного стока на некоторых водотоках. Недостаток воды резко сказывается в летне-осенний и зимний сезоны. Сенгилеевское водохранилище, входящее в городскую черту, является единственным источником водоснабжения города.

Территория города отличается сложным ландшафтом, который придает Ставрополю оригинальный облик, исключает однообразие и создает своеобразную окружающую среду.

Естественные водотоки Ставрополя относятся к малым рекам, так как имеют протяженность менее 100 километров. Они берут свое начало из родников западного и восточного склонов Ставропольских высот. Одни из них имеют названия, другие являются безымянными. Однако все родники сыграли большую роль в становлении города Ставрополя (Гидрология и гидрография г.

[https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya\\_gidrografiya](https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya_gidrografiya)).

Одна из самых крупных малых рек города - речка Ташла (14,7 км в пределах города). Она является остатком некогда существовавшего здесь огромного водного бассейна. Ташла протекает с запада на восток. Площадь ее бассейна составляет 31,24 квадратных километра, средняя ширина русла - 2,66 метра и средняя высота водосбора - 492 метра, средний коэффициент извилистости составляет 1,31 (рис. 3).

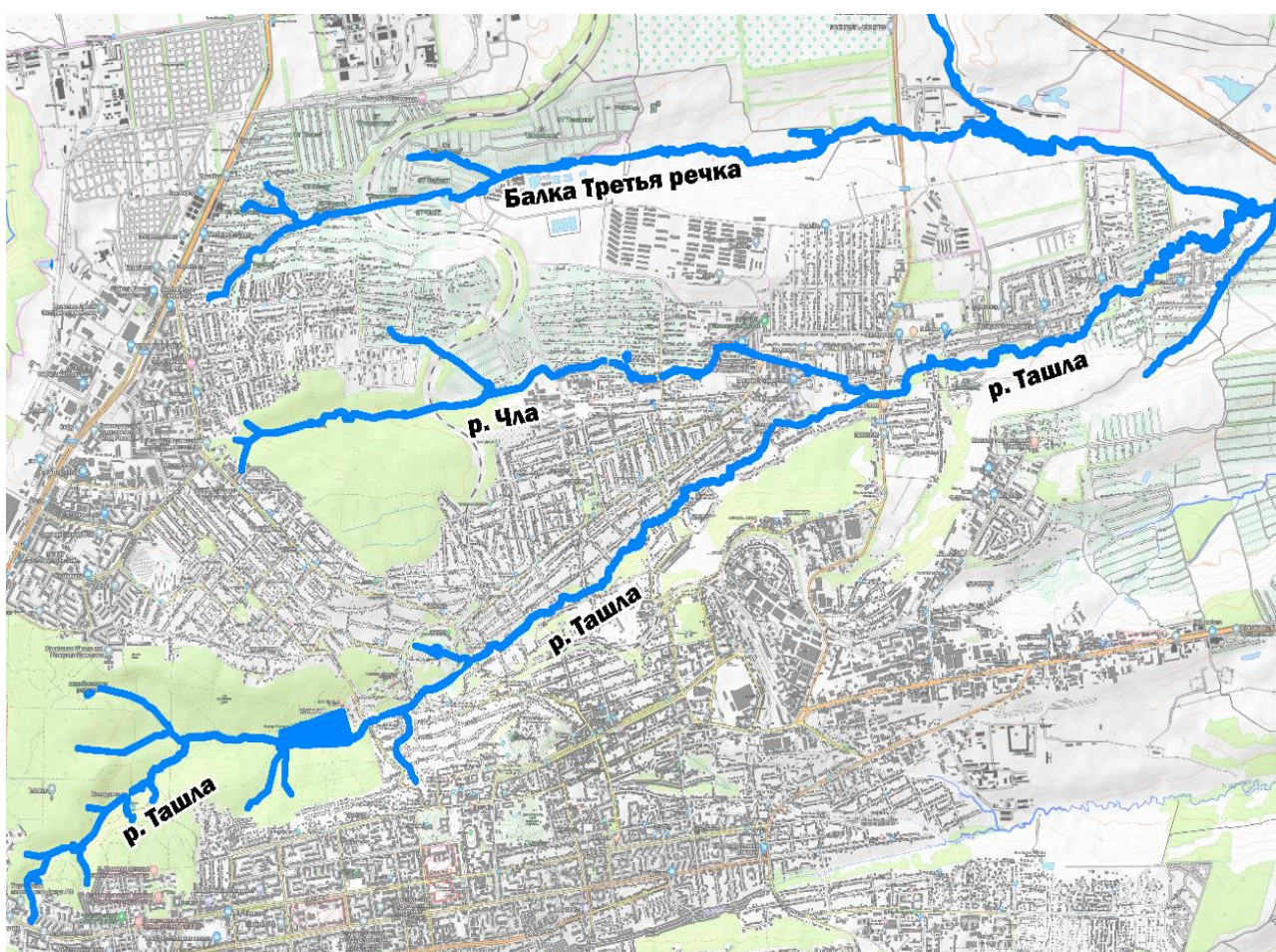


Рис. 3. Река Ташла и ее притоки в пределах города Ставрополь.

Несмотря на то, что речка в пределах города имеет небольшую длину, в нее впадает множество безымянных и имеющих название притоков. Так, например, ручей Михайловский, берущий начало в Северо-Западном районе города, является самым мощным из ее притоков. В верхнем течении склоны

балки Ташлы покрыты широколиственным лесом. Левобережным притоком р. Ташлы является балка ручья Третья Речка. Ее истоки расположены в пределах Северо-Западного района. Третья Речка начинается от слияния нескольких мелких ручейков. Площадь водозабора составляет 21,2 км<sup>2</sup> при средней ширине 2,5 км, средняя высота водосбора составляет 456 м, а средний модуль годового стока— 1,06 л/с км<sup>2</sup> (Гидрология и гидрография г. Ставрополя [Сайт]. URL: [https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya\\_gidrografiya](https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya_gidrografiya)).

В настоящее время эта самая северная речка города протекает через садово-огородные участки жителей краевого центра и промышленные предприятия (Ставропольская и Шпаковская птицефабрики, свиноферма и др.). Берега речки и ее вода сильно загрязнены стоками промышленных предприятий. Если минерализация воды в истоке составляет 0,64 г/л, то в нижнем течении этот показатель увеличивается до 3,48 г/л (Гидрология и гидрография г. Ставрополя [Сайт]. URL: [https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya\\_gidrografiya/](https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya_gidrografiya/)).

Другим левым притоком р. Ташлы является речка Чла. Еще одно ее название — ручей Холодный. Эта речка протекает по северной окраине Ставрополя. Она несет свои воды с запада на восток и впадает в р.Ташлу в пределах города. Балка речки Члы в верховьях имеет V-образную форму, а склоны ее сильно изрезаны оврагами.

Чла берет свое начало в Члинском лесу от слияния трех ручьев, питаемых родниками. Источники эти каптированы. Самый крупный из них —родник Октябрьский. Он расположен на территории онкологического центра. Его дебит составляет 5 л/с. В настоящее время он взят в трубу, которая выведена в овраг в районе дачного поселка.

Вся близлежащая территория завалена мусором. Второй родник, «Серафима Саровского», также каптирован, русло его ручья очищено от мусора, а борта выложены камнем. Третий родник, который в прошлые века назывался «Замонастырский», в настоящее время завален бытовыми отходами, и склоны его ручья превращены в свалку (Гидрология и гидрография г.

[https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya\\_gidrografiya](https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya_gidrografiya)).

Площадь водосбора речки составляет 8,94 км<sup>2</sup>, а длина водосбора — 5,7 км. Средняя высота водосбора 512 м, а средний модуль годового стока — 1,4 л/с км<sup>2</sup>. Ее перепад от устья до места впадения в р. Ташлу составляет около 100 м.

В верхнем своем течении речка Чла протекает через северную часть Члинского леса. Из-за пересеченного рельефа здесь образуются излучины (меандры), глубокие овраги.

В отдельных местах высота склонов достигает 8—12 метров. Склоны речной долины сложены в основном песками и глинами. В отдельных местах на пути реки встречаются известняки и песчаники, образующие уступы водопадами. Глубина р. Члы незначительна (до 50 см) и колеблется в зависимости от сезона года (Гидрология и гидрография г. Ставрополя [Сайт]. URL: [https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya\\_gidrografiya](https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya_gidrografiya)).

В среднем течении р. Члы левобережный склон занят садово-огородными участками, а русло речки зарегулировано прудом. К правому берегу примыкают жилые кварталы старой и новой застройки северной части Ставрополя. Минерализация воды постепенно увеличивается от истока к устью, изменяясь от 0,71 г/л до 1,8 г/л.

В северо-восточной части города, в новом районе, расположенном на улице Пригородной, при выходе из коллектора речки Члы оборудован бассейн для купания, наполняющийся водой из родника (Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края. Доклад о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2009 году, Ставрополь, 2012.).

Речка Мамайка (12,5 км) считается вторым по длине водотоком города. Речка образуется в юго-западной части города из шести родников. Три родника находятся в Мамайской Лесной Даче, а три расположены вблизи жилых домов. Все ручьи, дающие начало р. Мамайке, сливаются между собой.

Эта речка имеет обрывистые берега, в отдельных местах их высота достигает 2 метров. Одним из ее истоков является родник Лагерный, или Юнкерский. Чуть ниже в нее впадает слева ручей от родника Корыта (Гидрология и гидрография г. Ставрополя [Сайт]. URL: [https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya\\_gidrografiya](https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya_gidrografiya)).

Через 300 м. в нее впадает еще один ручей с расходом воды до 10 л/сек, но он не имеет названия. К левобережным притокам относятся еще три безымянных ручья, берущих свое начало близ опушек Мамайского леса (рис. 4).

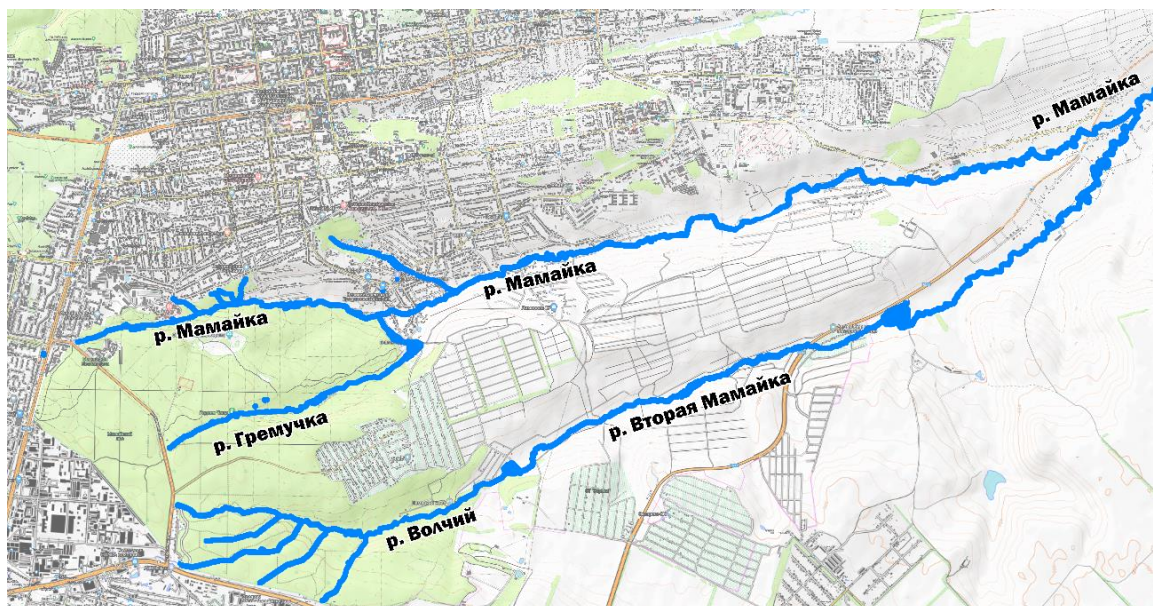


Рис. 4. Река Мамайка и ее притоки в пределах г. Ставрополя

Речка Мамайка, протекая в южной части города с запада на восток, принимает направление восток — северо-восток до слияния с р. Мутнянкой. Берега речки обрывистые, высотой до 2 метров, а грунт берегов перенасыщен влагой. В настоящее время вдоль берегов Мамайки расположены городские дачи. Площадь водосбора в пределах городской черты составляет 23,66 км<sup>2</sup>, средняя высота водосбора 521 метр, средняя ширина — 3 километра, а средний модуль годового стока составляет 1,4 л/сек км<sup>2</sup>.

Из правобережных притоков Мамайки наиболее крупными являются речка Гремучка и ручей Волчий. Речка Гремучка начинается от источника в глубине Мамайского леса. При выходе на поверхность вода из родника производит шум — «гремит». Отсюда, по-видимому, и получили родник и речка свои названия. Бассейн речки Гремучки расположен полностью в лесу, поэтому вода здесь наименее минерализована (0,24 г/л). Родники, питающие речку Гремучку, каптированы и раньше использовались для водоснабжения железнодорожного узла. Гремучка протекает с юго-запада на северо-восток. В нижней части течения русло речки перекрыто дамбой, вследствие чего в этом месте образовался довольно большой пруд (Доклад о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2009 году, Ставрополь, 2012.).

Речка Русская берет свое начало из родников Русской Лесной Дачи. Длина этой речки - 42 километра. До второй половины XX века речка Русская несла свои воды в Егорлык, а с созданием Новотроицкого водохранилища стала впадать в него (рис. 5).

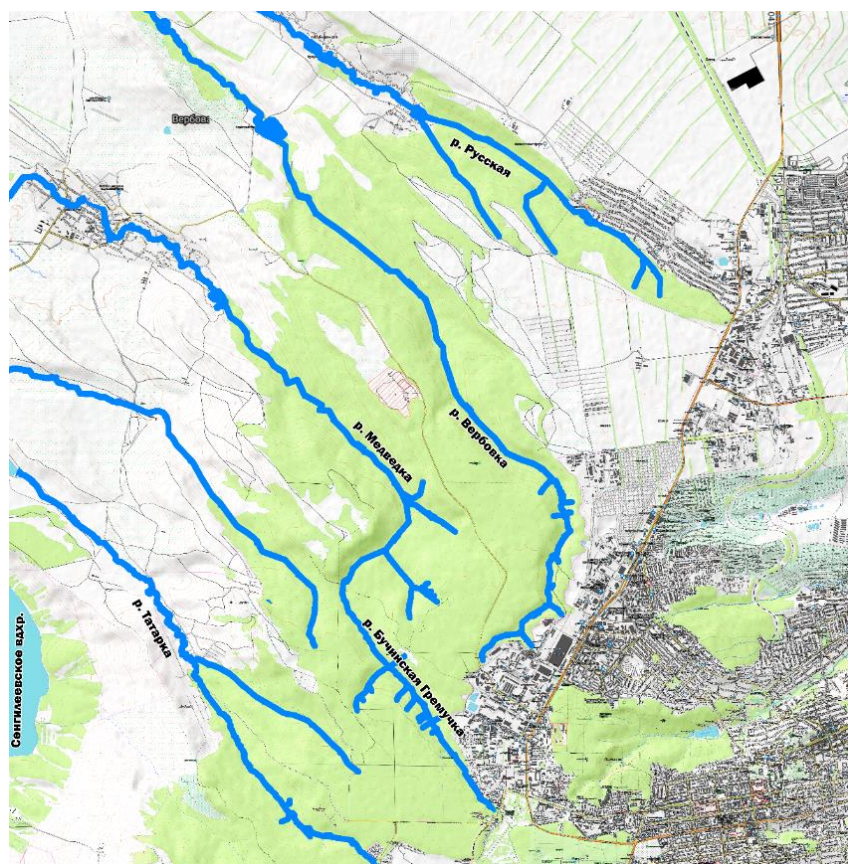


Рис. 5. Водные ресурсы западной части г. Ставрополя

Левый приток р. Русской — речка Вербовка, начинающаяся от слияния нескольких родников в Русской Лесной Даче и Северо-Западной промышленной зоне. Это одна из причин сильного загрязнения водотока ливневыми водами промышленных предприятий. На склонах балки р. Вербовки развиты эрозионные процессы — овраги и оползни. Сама речка зарегулирована тремя прудами (Гидрология и гидрография г. Ставрополя [Сайт]. URL: [https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya\\_gidrografiya](https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya_gidrografiya)).

Самый крупный левый приток р. Вербовки — речка Медведка, берущая начало в Русской Лесной Даче. Длина речки около 25 километров. Основное направление течения — с юго-востока на северо-запад. Речка впадает сначала в верхний пруд перед станицей Новомарьевской и, наполняя его, потом протекает через станицу и впадает в Новомарьевский лиман, находящийся в 1,5 км западу от нее на высоте 250 метров над уровнем моря.

Балка ручья Бучинская Гремучка начинается в южной части Русского леса в районе психбольницы от слияния нескольких родников, в том числе и Травертинового. Истоки этого ручья загрязнены как мусором, так и ливневыми стоками.

Еще одним правым притоком реки Егорлык является речка Татарка-2. Ее исток находится в Русской Лесной Даче на Ставропольской горе. Течет с юго-востока на северо-запад через станицу Филимоновскую Изобильненского района. В реку Егорлык р. Татарка-2 впадает севернее станицы Каменнобродской того же района. Длина речки около 30 километров.

Речка Беспутка, приток р. Татарка-2, берет свое начало на западном склоне Ставропольской горы из родников Русской Лесной Дачи. Длина водотока 16 километров. Речка протекает с юго-запада на северо-восток (Гидрология и гидрография г. Ставрополя [Сайт]. URL: [https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya\\_gidrografiya](https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya_gidrografiya)).

Речка Грушевая начинается от родника в Грушевом лесу на Ставропольской горе на высоте 620 м над уровнем моря (рис. 6).



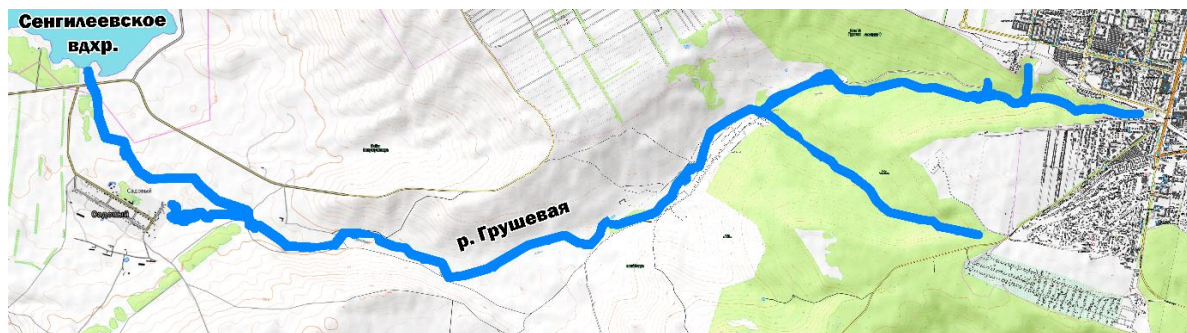


Рис. 6. Речка Грушевая

Сначала она течет в западном направлении, потом устремляется на северо-запад, и через 19 километров водный поток, сбегая по склонам Сенгилеевской котловины, впадает в одноименное водохранилище на высоте 230 м, недалеко от хутора Садовый.

Река имеет падение 390 м и уклон 23 м на 1 км. Ее питают 4 родника, и впадает речка Пантюхина. Средняя скорость течения 0,16 м/сек, средняя глубина в межень 15 см. Верховья речки загрязнены ливневыми стоками промышленных предприятий юго-западного района, поэтому вода имеет сульфатно-гидрокарбонатный натриево-магниевый-кальциевый химический состав. Минерализация воды составляет 0,7 г/л.

## **2. Экологический мониторинг рек методом гидробиологического анализа поверхностных вод**

### **2.1 Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям**

Воздействие хозяйственной деятельности человека на окружающую его природную среду все ярче проявляется с увеличением темпом технического прогресса. Одной из главных проблем, обусловленных этим воздействием, является проблема чистой воды, поскольку поверхностные воды оказались наиболее чувствительным звеном природной среды. Только благодаря тщательному контролю состояния последних возможно предупредить возникновение неблагоприятных экологических ситуаций. Оценка качества воды в водоеме можно дать следующими методами: химическим, бактериологическим и биологическим методами. Известно, что качество воды, ее биологическая полноценность в значительной мере определяется состоянием биогидроценозов (Абакумов, 1983). Гидробиологический анализ, является важнейшим элементом системы контроля загрязнения поверхностных вод и донных отложений.

Беспозвоночных животных также возможно использовать для оценки степени загрязнения водоемов как бытовыми, так и промышленными сточными водами. Таким образом, живые организмы могут выступать в качестве индикаторов качества среды или биоиндикторов (Абакумов, 1983).

На данный момент в мировой практике используется большое число методов мониторинга, включающих различные характеристики групп водных организмов. Все это свидетельствует о том, что универсального, пригодного для всех случаев метода нет. Большинство методов мониторинга разработано западноевропейскими учеными применительно к своим региональным

условиям и должны быть предварительно адаптированы с учетом специфики российских водоемов и их фауны (Абакумов, 1983).

Результаты применения методик исследователи стремятся определить в виде некоторых количественных показателей – индексов. Их можно разделить на простые, характеризующие какой-либо компонент экосистемы с одной стороны, например, численность или биомасса бентоса, число видов в нем; комбинированные, отражающие компоненты с разных сторон, например, видовое разнообразие; комплексные, использующие сразу несколько компонентов экосистемы, например, продукция, самоочищающая способность, устойчивость. Мониторинг может проводиться по показателям, характеризующим разные уровни организации биосистем – организменный, популяционный, видовой, сообщества и экосистемы в целом (Абакумов, 1983).

Поведение индексов может сильно различаться в разных частях шкалы загрязнений, например, индекс может быть высоко чувствителен в олиго- b = мезосапробной зоне и недостаточно чувствителен в a = мезо= полисапробной зоне (Абакумов, 1983).

Экологическое действие загрязняющих веществ проявляется на организменном, популяционном, биоценоотическом и экосистемном уровнях. На организменном уровне наблюдаются нарушение отдельных физиологических функций, изменение поведения, снижение темпа роста, увеличение смертности вследствие прямого отравления или уменьшения устойчивости к стрессовым состояниям внешней среды. Большое значение имеет повреждение генетического аппарата и трансформация исходного генофонда особей. На уровне популяций загрязнение может вызвать изменение их численности и биомассы, рождаемости и смертности, половой и размерной структуры. Следует добавить хаотизацию внутривидовых отношений, вызываемую изменением поведения особей и искажением языка химических сигналов. На биоценоотическом уровне загрязнение сказывается на структуре и функциях сообщества, поскольку одни и те же загрязняющие вещества неодинаково влияют на разные компоненты биоценоза. В конечном итоге происходит

деградация экосистем – ухудшение их как элементов среды человека и снижение положительной роли в формировании биосферы (Кондакова, 2007).

## **2.2 Гидробиологический анализ поверхностных вод с использованием метода установки в водоемах искусственных субстратов.**

При контроле качества поверхностных вод проводится структурный анализ популяций, биоценозов донных (бентосных) организмов. Видовой состав и количественное развитие биоценозов донных организмов надежно характеризуют степень загрязнения грунта и придонного слоя воды (Шалапенко, Мелешко, 2005).

Состав биоценозов относительно постоянен, пока он находится в условиях, в которых он сформирован. В достаточно чистых водах донные сообщества в хорошо аэрируемых участках дна характеризуются высоким видовым разнообразием, что свидетельствует о нормальном состоянии водной экосистемы. В загрязненных водоемах выпадают группы животных, наиболее чувствительные к отдельным загрязняющим веществам. Происходит видоизменение состава биоценозов, иногда катастрофическое, приводящее к замене его другим составом.

В практике гидробиологических работ все более широкое применение находит полуэкспериментальный метод установки в водоемах искусственных субстратов. Применяются деревянные пластинки, предметные стекла, полиэтиленовые плавающие плитки, хворостяные ящики, заполненные камнями, сучьями и другими предметами, куски известняка в металлических сетках и т.д. Фауна, развивающаяся на плотных субстратах, состоит из форм, живущих на поверхности субстратов и неспособных зарываться в грунт. Они образуют особый комплекс, отличающийся прикрепленными формами, строящими на субстрате неподвижные домики или обладающими другими

средствами прикрепления. Среди них находят убежище и пищу ползающие и бегающие формы беспозвоночных.

По имеющимся данным, результаты, полученные с искусственных субстратов, довольно полно отражают фауну макробеспозвоночных конкретного участка водоема. Достоинством метода искусственных субстратов является, прежде всего то, что субстраты могут быть установлены и извлечены не биологами, а, например, наблюдателями пунктов ОГСНК. Это позволит достаточно быстро и на большой территории внедрить в практику контроля качества поверхностных вод гидробиологические методы (Абакумов, 1983).

**Изготовление искусственных субстратов** можно использовать куски оплавленной пустой породы и каменноугольного шлака, материал, выбрасываемый из топок котельных, встречающийся повсеместно. Выбирают куски с гладкой поверхностью, на которой допускается наличие крупной пористости и неровности. В "рукав" длиной 25 см из безузловой полиэтиленовой ориентированной сетки, используемой для расфасовки фруктов и овощей, помещают 15 кусков субстрата размером приблизительно 7х6х3см. Последние укладываются по возможности плотнее. Неровности соприкасающихся поверхностей создают многочисленные ниши, которые будут колонизироваться беспозвоночными. Концы сеточки завязывают рыболовной леской или мягкой алюминиевой проволокой (Абакумов, 1983).

**Экспозиция субстратов в водоеме** могут быть использованы для исследования на малых реках и в прибрежных участках крупных рек на песчаных, песчано-илистых, каменисто-песчаных и каменистых грунтах. При размещении субстратов в водоеме надо стремиться получить максимальную информацию (Абакумов, 1983).

Известно, что во внутренних водоемах наиболее продуктивными являются фитофильные биоценозы. В макрофауне этих биоценозов основную массу составляют легочные моллюски и насекомые. Среди насекомых особенно много поденок, стрекоз, жуков, клопов. Много фитофильных форм

среди личинок хирономид и ручейников, а из червей чаще встречаются представители семейства наидид и пиявок. Поэтому искусственный субстрат следует помещать прежде всего внутри сообществ прибрежно-водной растительности, среди воздушно-водных и погруженных растений. Кроме того, субстраты ставятся на границе макрофитов и свободного грунта, а также на характерном для данной станции участке грунта, удаленном от растительности.

В реках с быстрым течением необходимо предусмотреть фиксацию субстратов в выбранном для экспозиции месте. Для этого с помощью капронового шнура субстрат привязывают к прочно закрепившейся коряге, прибрежному кустарнику или к специально забитому металлическому штырю. В случае каменистого русла руками расчищается от камней для субстрата соответствующая площадь грунта. Окружающие камни будут фиксировать субстрат.

Целесообразно иметь план-схему местонахождения субстратов, помеченных номерами. При составлении плана-схемы могут учитываться особенности береговой линии, расположение относительно заметных предметов и строений на берегу, а также примерное расстояние до субстрата в метрах.

Субстраты устанавливаются на глубину не более 0,5 м с учетом сезонного изменения уровня режима, на срок 1-1,5 месяца. Для получения удовлетворительных результатов на каждой станции необходимо ставить не менее трех субстратов (Абакумов, 1983).

**Сбор беспозвоночных с субстратов. Дальнейшая обработка проб.** Субстрат в воде отыскивают осторожным ощупыванием ногой отмеченного на плане участка. Поднимать субстрат следует рукой, подставив под него сачок из капронового газа N 23 для того, чтобы животные не смывались водой. Потом сеточку с субстратом переносят в пластмассовое ведро, заполненное на  $\frac{1}{3}$  -  $\frac{1}{4}$  водой. Сачок промывают в ведре, а оставшихся на нем животных выбирают пинцетом.

В экспедиционных условиях поступают несколько иначе. Поднятую сеточку с субстратом помещают в ведро, заполненное водой, как указывалось выше, разрезают. Каждый кусок субстрата "прополаскивается" в ведре с тем, чтобы животные смылись в воду. Оставшихся на субстрате беспозвоночных переносят пинцетом в приготовленную баночку с водой. Воду из ведра пропускают через сачок из капронового газа N 23, сшитый на конус. Кончик сачка, где собралась основная масса беспозвоночных, выворачивается и несколько раз погружается в приготовленную широкогорлую баночку, поставленную в кювету. Последняя нужна для того, чтобы избежать потери животных. Собирают беспозвоночных, оставшихся в ведре и на сачке (Абакумов, 1983).

Индекс Вудивисса учитывает сразу два параметра бентосного сообщества: общее разнообразие беспозвоночных и наличие в водоеме организмов, принадлежащих к "индикаторным" группам (Метод Вудиса [Сайт]. URL: [http://www.baltfriends.ru/sites/default/files/RW\\_manual\\_Appendix\\_3\\_Bioindication .pdf.](http://www.baltfriends.ru/sites/default/files/RW_manual_Appendix_3_Bioindication.pdf))

В эти группы объединены животные, характеризующиеся определенной степенью сапробности. При повышении степени загрязненности водоема представители этих групп исчезают из него примерно в том порядке, в каком они приведены в таблице 1.

Для оценки состояния водоема по методу Вудивисса нужно:

1. Выяснить, какие индикаторные группы имеются в исследуемом водоеме. Поиск начинают с наиболее чувствительных к загрязнению индикаторных групп: веснянок, затем поденок, ручейников и т.д. - именно в таком порядке индикаторные группы расположены в таблице. Если в исследуемом водоеме имеются личинки веснянок (Plecoptera) - самые "чуткие" организмы, то дальнейшая работа ведется по первой или второй строке таблицы. По первой - если найдено несколько видов веснянок, и по второй - если найден только один.

2. Оценить общее разнообразие бентосных организмов. Методика Вудивисса не требует определения всех пойманных животных с точностью до вида (это бывает трудно сделать даже профессионалу). Достаточно определить количество обнаруженных в пробах «групп» бентосных организмов. За "группу" принимается:

- любой вид плоских червей, моллюсков, пиявок, ракообразных, водяных клещей;
- любой вид веснянок, сетчатокрылых, жуков, любой вид личинок других летающих насекомых;
- класс малощетинковые черви;
- любой род поденок кроме *Baetis rhodani*;
- любое семейство ручейников;
- семейство комаров-звонцов (личинки) кроме вида *Chironomus sp.*;
- *Chironomus sp.*;
- личинки мошки (семейство *Simuliidae*);
- каждый известный вид личинок других летающих насекомых.

Определив количество обнаруженных в пробе групп, необходимо найти соответствующий столбец таблицы.

3. На перекрестке найденных столбца и строки в таблице найти значение индекса Вудивисса, характеризующее исследуемый водоем.

Если водоем получает от 0 до 2 баллов - он сильно загрязнен, относится к полисапробной зоне, водное сообщество находится в сильно угнетенном состоянии. Оценка 3-5 баллов говорит о средней степени загрязненности (альфа-мезосапробный), а 6-7 баллов - о незначительном загрязнении водоема (бета-мезосапробный). Чистые (олигосапробные) реки обычно получают оценку 8-10 баллов, а особенно богатые водными обитателями участки могут быть оценены и более высокими значениями индекса (Метод Вудиса [Сайт]. URL: [http://www.baltfriends.ru/sites/default/files/RW\\_manual\\_Appendix\\_3\\_Bioindication .pdf.](http://www.baltfriends.ru/sites/default/files/RW_manual_Appendix_3_Bioindication.pdf)).



## Биотический индекс Вудивиса

Часто наблюдаемая последовательность исчезновения организмов из биоценозов по мере увеличения степени загрязнения	Группы организмов	Присутствие или отсутствие вида	Биотический индекс при общем количестве присутствующих групп					
			0-1	2-5	6-10	11- 15	16- 20	20...
Личинки веснянок	Больше 1 вида	1	-	7	8	9	10	11-...
	1 вид			6	7	8	9	10-...
Личинки поденок (Ephemeroptera) кроме вида Baetis rhodani	Больше 1 вида	1	-	6	7	8	9	10-...
	1 вид			5	6	7	8	9-...
Личинки ручейников (Trichoptera)	Больше 1 вида	1		5	6	7	8	9-...
	1 вид		4	4	5	6	7	8-...
Бокоплавцы			3	4	5	6	7	8-...
Водяной ослик ( <i>Asellus aquaticus</i> )			2	3	4	5	6	7-...
Олигохеты или личинки звонцов			1	2	3	4	5	6-...

### 3. Экологический мониторинг рек г. Ставрополя методом гидробиологического анализа поверхностных вод.

#### 3.1 Объект и методы исследования

Для исследования были выбраны четыре реки города Ставрополя: р. Ташла, р. Мамайка, р. Грушевая, р. Бучинская Гремучка. Методом отбора проб был выбран метод искусственно помещенных в воду субстратов для отлова бентосных беспозвоночных. Субстрат был помещен на месяц в определенные участки рек.

В качестве искусственного субстрата использовались такие материалы как: кора деревьев, опавшая листва, куски породы, минералы, присутствующие в местности помещения субстрата в воду. Субстрат был помещен в "рукав" длиной 25 см из безузловой полиэтиленовой ориентированной сетки, используемой для расфасовки фруктов и овощей, и плотно уложен (рис. 7).



Рис. 7. Субстрат, помещенный полиэтиленовую сетку

Сетки с субстратом помещались в трех точках каждой из рек. При выборе места расположения учитывались гидрологические особенности отдельных участков реки и характер возможного антропогенного воздействия на нее (рис. 8).

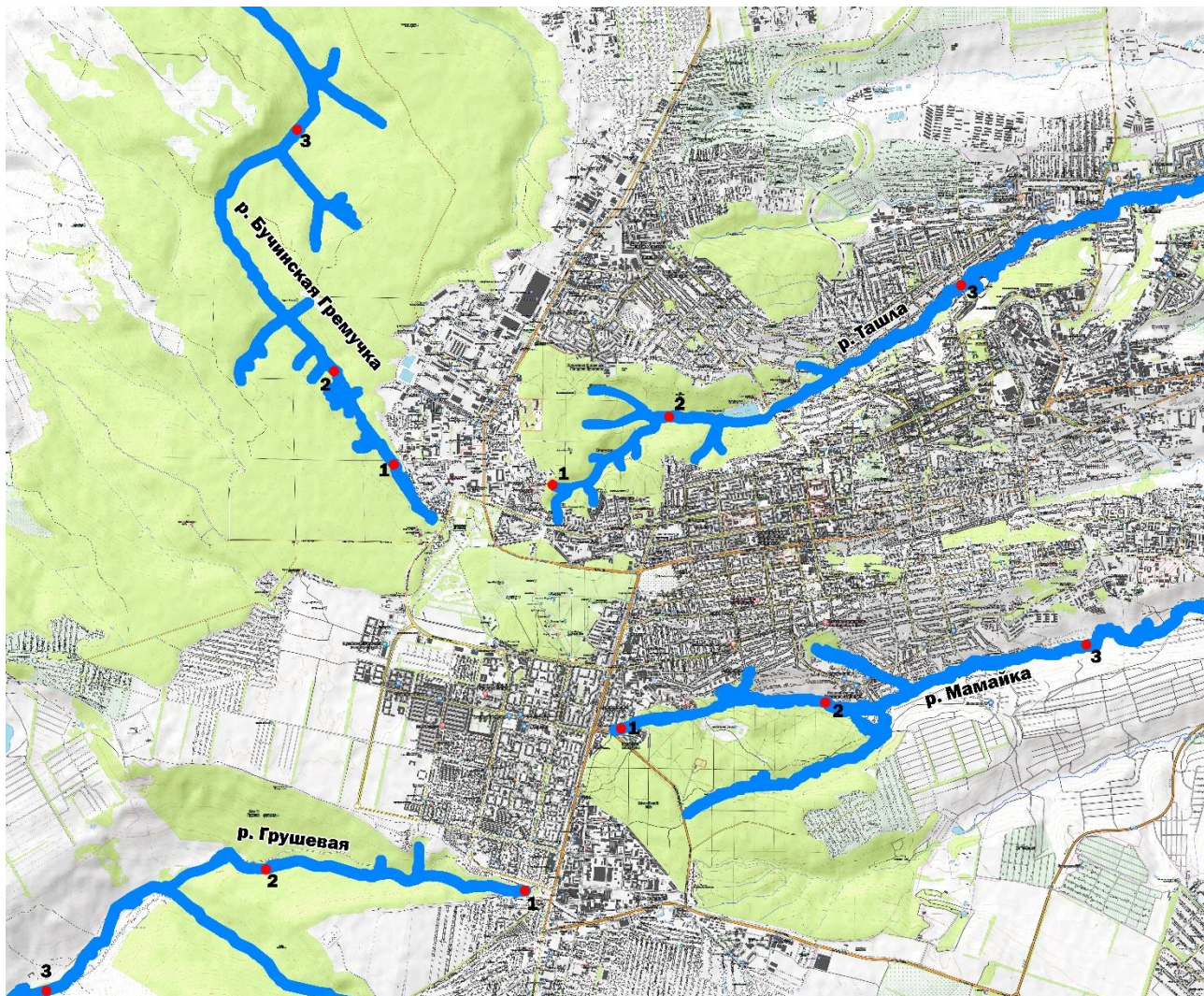


Рис.8. Точки расположения субстрата

При закладывании субстрата был произведен осмотр местности, на антропогенные загрязнения, наиболее чистой рекой при обследовании территории, была выбрана р. Бучинская Гремучка. При прохождении территории от 1 до 3 точки, несанкционированных свалок не обнаружено. Часто встречается одиночный мусор, в основном представляющий пластмассовые пакеты и упаковки продуктовых товаров. Канализационный запах и врезки труб не обнаружены. Все это объясняется тем, что р. Бучинская

Гремучка, из всех обследованных рек, наиболее удалена от городских территорий, а большая часть промышленных предприятий, расположенных в районе протекания реки, в данный момент ликвидированы или заморожены. Так же из-за того, что река расположена в Русском лесу, законодательно запрещено там устраивать пикники, разжигать костры и другое, что положительно влияет на чистоту реки.

В реке Грушевая при осмотре в первой точке, были выявлены небольшие несанкционированные свалки, мусор от пикников в рекреационной зоне. Речка идет через Татарский лес, а затем протекает через Грушевый хутор, где так же подвергается сильному антропогенному влиянию. Выпас скота в водоохранной зоне рек, а также сброс канализационных стоков, из-за отсутствия канализации, сильно загрязняет водную поверхность реки.

Река Ташла, так как проходит в центральной части города Ставрополь, с самого истока реки подвергается антропогенному влиянию. Основные источники: стихийные свалки в бассейне реки, образующиеся плотины из бытового мусора в русле реки, хозяйственно-бытовые стоки в селитебной зоне реки, мусор от пикников в рекреационной зоне реки.

Река Мамайка, с самого истока загрязнена хозяйственно-бытовыми стоками и стихийными свалками. При прохождении всего участка реки, присутствует канализационный запах. Река выглядит наиболее загрязненной из всех обследуемых рек. Исследование рек проводилось посезонно, и затрагивало все времена года.

Таблица 2

Координаты пунктов расположения субстратов

Название реки	Точки распределения субстрата	Координаты пункта отбора пробы	
		Широта	Долгота
Р. Ташла	1-ая Точка	45°02'28,2463"	41°55'25,6030"

	2-ая Точка	45°02'56,8901"	41°56'25,9587"
	3-ья Точка	45°03'52,6157"	41°59'28,2424"
р. Мамайка	1-ая Точка	45°00'45,2278"	41°56'04,5122"
	2-ая Точка	45°00'53,5284"	41°58'15,3696"
	3-ья Точка	45°01'20,9398"	42°00'47,5474"
р. Грушевая	1-ая Точка	44°59'37,2943"	41°54'30,9040"
	2-ая Точка	44°59'49,5380"	41°52'13,6641"
	3-ья Точка	44°58'53,0811"	41°50'12,3593"
р. Бучинская Гремучка	1-ая Точка	45°02'21,9188"	41°54'01,3212"
	2-ая Точка	45°02'49,7552"	41°53'34,1301"
	3-ья Точка	45°04'54,8084"	41°52'44,5371"

При исследовании возникали форс-мажорные обстоятельства, при неблагоприятной погоде и последующем поднятии уровня воды в реке, некоторые субстраты смывало течением, и определить их местоположение не представлялось возможным. Так же в некоторых случаях, субстраты, находившиеся на видном месте, были удалены из воды людьми и оставлены недалеко от протекания реки.

Сетки помещались в реку на месяц, при этом расположение сетки в водоеме фиксировалось на камеру, а координаты места нахождения записывались.

Так как реки являются неглубокими, были выбраны участки рек, где субстрат был полностью помещен в воду. Для предотвращения сноса субстрата течением, сверху были помещены камни и другие естественные материалы, которые помогали ему находится на одном месте в течении месяца.

При определении места помещения субстрата учитывались особенности береговой линии, расположение относительно заметных предметов и строений на берегу, а также примерное расстояние до субстрата в метрах. Так же возле

места залегания выбирался ориентир, которым мог является большой камень, или естественный водопад.

Субстраты устанавливались на глубину не более 0,5 м с учетом сезонного изменения уровня режима (рис. 9).

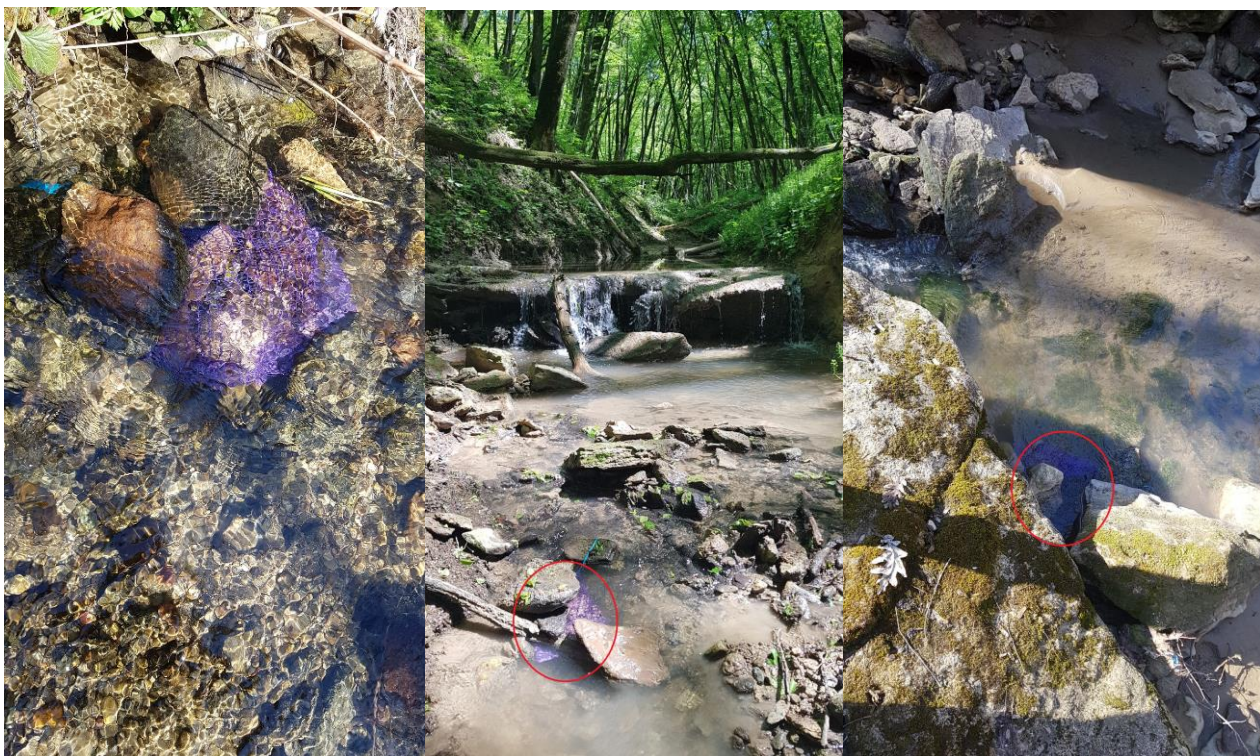


Рис. 9. Примеры расположения сеток с субстратами.

Был проведен визуальный осмотр мест расположения субстрата. Специальный режим осуществления хозяйственной деятельности, предотвращающий загрязнение и засорение реки Мамайка, не соблюдается.

Поймы и русла реки являются местом размещения стихийных свалок мусора. Дома расположены возле участка реки, ливневый сток с их территории отводится в реку без очистки, сюда же производится сброс недостаточно очищенных сточных вод из очистных сооружений.

Канализация в районе размещения индивидуального строительства отсутствует, при этом наблюдается сброс канализационных стоков,

посредством выхода труб из близлежащих домов вблизи территории протекания реки.

Основными антропогенными источниками загрязнения в водоохранной зоне являются: стихийные свалки в бассейне реки, образующиеся плотины из бытового мусора в русле реки, хозяйственно-бытовые стоки в селитебной зоне реки, мусор от пикников в рекреационной зоне реки.

Все это негативно влияет на экологическое состояние реки. На протяжении всей реки присутствует резкий канализационный запах, что говорит о загрязнении реки канализационными и бытовыми стоками. Так же были обнаружены места с большой концентрации белой пены в воде неизвестного происхождения (рис. 10).



Рис. 10. Отходы в реке Мамайка.

При этом в госзакупках города Ставрополя был обнаружен тендер на выполнение работ по санитарной очистке русла и устья реки Мамайка от ул. Герцена до ул. Космонавтов, 12 зона отдыха «Корыта», на территории

Промышленного района города Ставрополя, что является подтверждением того, что город обеспокоен загрязнением природных водных источников, но меры проводимые администрацией, не показывают положительного результата, так как в данное время русло реки находится в неудовлетворительном состоянии.

На данный момент (май 2020 года) на участке реки Мамайка, в районе Ставропольского Гарнизонного госпиталя проходят работы по укреплению береговой линии, что так же сказывается на бедности биологического разнообразия на данном участке реки. В районе проведения работ замечено обмеление реки (рис. 11).



Рис. 11. Участок реки Мамайка

В реке Ташла практически на всей ее протяженности в черте города Ставрополя имеются несанкционированные сброс скопления отходов населения. При осмотре местности можно обнаружить стихийные свалки в бассейне реки, образующиеся плотины из бытового мусора в русле реки, хозяйственно-бытовые стоки в селитебной зоне реки, мусор от пикников в



рекреационной зоне реки. На протяжении участка реки от истока до пруд Комсомольский, территория является умеренно-загрязненной, встречаются небольшие несанкционированные свалки в самой реке, вода без запаха, прозрачная, что видно на представленном ниже рисунке 12.



Рис. 12. Несанкционированное размещение отходов на территории р. Ташла.

После пересечения ул. Вавилова ситуация меняется в худшую сторону. Река становится мутного цвета, и приобретает канализационный запах, что указывает, на то, что населением ближайших домов происходит систематический сброс хозяйственно-бытовых стоков. В месте заложения субстрата в точке № 3, в реке присутствовал резкий канализационный запах на расстоянии 5 метров от реки. При осмотре местности была обнаружена

масштабная несанкционированная свалка. В некоторых местах берега реки «укреплены» покрышками и мешками с мусором (рис. 13).



Рис. 13. Несанкционированная свалка в р. Ташла в месте заложения субстрата в точке №3

### 3.2 Гидробиологический анализ поверхностных вод г. Ставрополя.

Субстраты устанавливались на месяц в реках каждый сезон на протяжении года. По прошествии времени субстрат изымается из водоема, и помещается в ведро.



Рис. 14. Субстрат после месяца нахождения в воде

После ведро с субстратом заполняется на  $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$  водой. Поднятую сеточку с субстратом помещают в ведро, заполненное водой, как указывалось выше, разрезают. Каждый кусок субстрата "прополаскивается" в ведре с тем, чтобы животные смылись в воду.



Рис. 15. Ведро с субстратом

Субстрат обследуется, все гидробионты, обнаруженные в нем, помещаются в баночку со спиртом.



Рис. 16. Обнаруженные гидробионты

Далее гидробионтов считают и определяют видовой состав.



Рис. 17. Пример рассмотрения пробы гидробионтов

Первые субстраты были заложены 18 июня 2019 года, и 29 июля были найдены и содержимое их изучено. Гидробионты были крупных размеров, количественный и видовой состав в каждой пробе заметно отличались.

Таблица 3

Видовой состав и количество водных беспозвоночных животных в летний период

	№ точки	Отр. Поденки и (Ephemeroptera) –	Отр. Веснянки ( <i>Plecoptera</i> )	Отр. Бокоплавы ( <i>Amphipoda</i> ) Род. <i>Gammarus</i>	Отр. Ручейники ( <i>Trichoptera</i> )	Класс Волосатики и (Nematodes, или Gordiacea)	Класс ресничные черви ( <i>Turbellaria</i> ) Планария бурая - <i>Planaria torva</i>
--	---------	----------------------------------	-------------------------------------	--	---------------------------------------	---	---

Р. Ташла	1	Субстрат не найдет						
	2	37	7	15	0	0	7	
	3	0	0	0	0	16	0	
р. Мамайка	1	0	0	0	0	26	0	
	2	0	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	20	0	
р. Грушевая	1	27	0	42	0	7	0	
	2	12	0	15	0	3	0	
	3	0	0	28	0	0	0	
р. Бучинская Гремучка	1	0	0	510	1	0	0	
	2	20	0	220	20	0	0	
	3	26	0	300	20	0	0	

Большее количество гидробионтов (по количеству особей) наблюдается в р. Бучинская Гремучка. В первой точке реки Ташла субстрат не обнаружен. Так же в субстратах из реки Ташла были обнаружены *Cochlodina laminata*, но так как они не относятся к гидробионтам, то не были включены в исходную таблицу.



Рис. 18. *Cochlodina laminata* на субстрате в точке №2 в р. Ташла

По видовому разнообразию на первом месте реки Ташла и Грушевая. Во второй р. Мамайка гидробионтов не обнаружено.



Рис. 19. Ручейник в реке Бучинская Гремучка

Данные были проанализированы и на их основе сделана диаграмма.

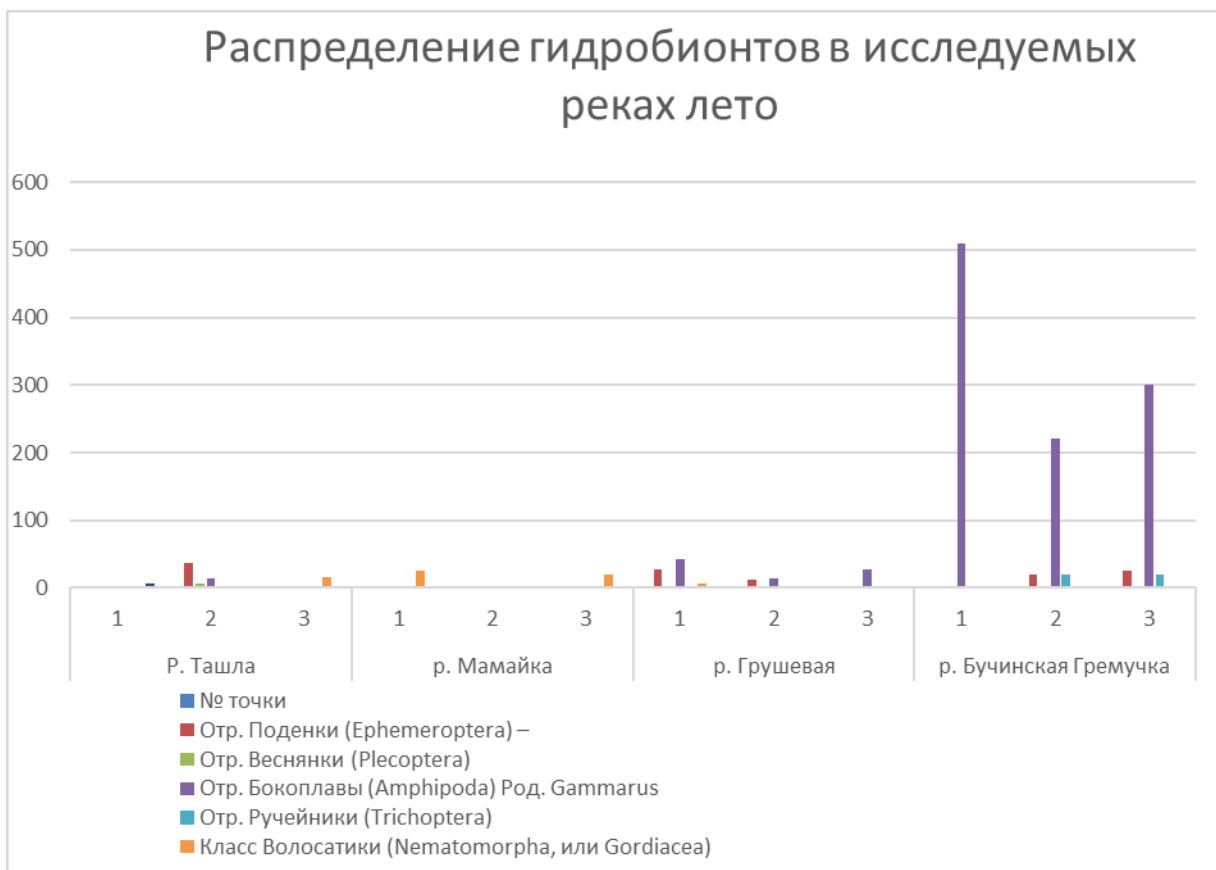


Рис. 20. Диаграмма численности гидробионтов в исследованных реках

Полученные данные были проанализированы по биотическому индексу Вудивиса.

Таблица 4

Характеристика точек в летний период по индексу Вудивиса

Р. Ташла	Точка №1	-
	Точка №2	Незначительное загрязнение водоемов
	Точка №3	Сильнозагрязненный водоем
р. Мамайка	Точка №1	Сильнозагрязненный водоем
	Точка №2	Сильнозагрязненный водоем
	Точка №3	Сильнозагрязненный водоем
р. Грушевая	Точка №1	Незначительное загрязнение водоемов
	Точка №2	Средняя степень загрязненности водоемов
	Точка №3	Средняя степень загрязненности водоемов
р. Бучинская Гремучка	Точка №1	Средняя степень загрязненности водоемов
	Точка №2	Незначительное загрязнение водоемов
	Точка №3	Незначительное загрязнение водоемов

Во второй период изучения субстраты были заложены 14 сентября 2019 года, и 18 октября были найдены и изучены. Гидробионты были средних

размеров, количественный и видовой состав в каждой пробе заметно отличались.

Таблица 5

Видовой состав и количество водных беспозвоночных животных в осенний период

	№ точек и	Отр. Поденки (Ephemeroptera) –	Отр. Веснянки (Plecoptera)	Отр. Бокоплавы (Amphipoda) Род. Gammarus	Отр. Ручейники (Trichoptera)	Класс Волосатики (Nematomorpha, или Gordiacea)
Р. Ташла	1	38	0	13	0	3
	2	13	0	6	0	0
	3	0	0	0	0	15
р. Мамайка	1	0	0	0	0	12
	2	Субстрат не обнаружен				
	3	0	0	0	0	9
р. Грушевая	1	27	0	39	3	0
	2	15	0	27	0	0
	3	0	0	28	0	5
р. Бучинская Гремучка	1	0	0	350	7	0
	2	0	0	140	1	0
	3	0	0	180	0	0

Большее количество гидробионтов (по количеству особей) наблюдается в р. Бучинская Гремучка в 1 точке. По видовому разнообразию на первом месте 1 точка реки Ташла и 1 точка Реки Грушевая.

В третьей точки р. Ташла и р. Мамайка гидробионтов не обнаружено.





Рис. 21. Гидробионты реки Ташла

Данные были проанализированы и на их основе сделана диаграмма.



Рис. 22. Диаграмма численности гидробионтов в исследованных реках осенью

Полученные данные были проанализированы по биотическому индексу Вудивиса.

Таблица 6

Характеристика точек в осенний период по индексу Вудивиса

Р. Ташла	Точка №1	Незначительное загрязнение водоемов
	Точка №2	Средняя степень загрязненности водоемов
	Точка №3	Сильнозагрязненный водоем
р. Мамайка	Точка №1	Сильнозагрязненный водоем
	Точка №2	Сильнозагрязненный водоем
	Точка №3	Сильнозагрязненный водоем
р. Грушевая	Точка №1	Незначительное загрязнение водоемов
	Точка №2	Незначительное загрязнение водоемов
	Точка №3	Средняя степень загрязненности водоемов
р. Бучинская Гремучка	Точка №1	Средняя степень загрязненности водоемов
	Точка №2	Средняя степень загрязненности водоемов
	Точка №3	Средняя степень загрязненности водоемов

В 2020 году зима в городе Ставрополь была теплой, что повлияло на состояние гидробионтов в реках. Субстраты были заложены 4 января 2020 года, и 2 февраля были найдены и изучены. Особи были небольшого размера.

Видовой состав и количество водных беспозвоночных животных в  
зимний период

	№ точк и	Отр. Поденки (Ephemeroptera ) –	Отр. Веснянки (Plecoptera )	Отр. Бокоплав (Amphipoda ) Род. <i>Gammarus</i>	Отр. Ручейники (Trichoptera )	Класс Волосатики (Nematomorph а, или Gordiaceae)
Р. Ташла	1	17	0	28	0	0
	2	12	0	10	0	0
	3	Субстрат не обнаружен				
р. Мамайка	1	Субстрат не обнаружен				
	2	0	0	0	0	11
	3	0	0	0	0	4
р. Грушевая	1	9	0	39	3	0
	2	0	0	42	0	10
	3	0	0	19	0	0
р. Бучинска я Гремучка	1	0	0	150	1	0
	2	20	0	170	17	0
	3	0	0	180	9	3

Большее количество гидробионтов (по количеству особей) наблюдается в реке Бучинская Гремучка в 3 точке. По видовому разнообразию на первом место 3 точка реке Бучинская Гремучка и 1 точка Реки Грушевая. Субстрат отсутствовал в 3 точке р. Ташла и 1 точке р. Мамайка. Данные были проанализированы и на их основе сделана диаграмма.



Рис. 23. Диаграмма численности гидробионтов в исследованных реках зимой

Полученные данные были проанализированы по биотическому индексу Вудивиса.

Характеристика точек в зимний период по индексу Вудивиса

Р. Ташла	Точка №1	Незначительное загрязнение водоемов
	Точка №2	Незначительное загрязнение водоемов
	Точка №3	-
р. Мамайка	Точка №1	-
	Точка №2	Сильнозагрязненный водоем
	Точка №3	Сильнозагрязненный водоем
р. Грушевая	Точка №1	Средняя степень загрязненности водоемов
	Точка №2	Средняя степень загрязненности водоемов
	Точка №3	Средняя степень загрязненности водоемов
р. Бучинская Гремучка	Точка №1	Средняя степень загрязненности водоемов
	Точка №2	Незначительное загрязнение водоемов
	Точка №3	Средняя степень загрязненности водоемов

Субстраты в весенний период были заложены 18 апреля 2020 года, и 22 мая были найдены и изучены. Гидробионты были небольшого размера

Таблица 9

Видовой состав и количество водных беспозвоночных животных в весенний период

	№ точк и	Отр. Поденки (Ephemeroptera ) –	Отр. Веснянки (Plecoptera )	Отр. Бокоплавы (Amphipoda ) Род. <i>Gammarus</i>	Отр. Ручейники (Trichoptera )	Класс Волосатики (Nematomorph a, или Gordiaceae)
Р. Ташла	1	43	14	47	0	2
	2	60	6	68	0	0
	3	Субстрат не обнаружен.				
р.	1	0	0	0	0	0

Мамайка	2	0	0	0	0	13
	3	0	0	0	0	18
р. Грушевая	1	Субстрат не обнаружен				
	2	Субстрат не обнаружен				
	3	Субстрат не обнаружен				
р. Бучинская Гремучка	1	0		310	28	0
	2	14	0	420	10	0
	3	42	0	210	13	0

Большее количество гидробионтов (по количеству особей) наблюдается в реке Бучинская Гремучка в 3 точке. Субстраты в р. Грушевой в каждой точке отсутствовали. По видовому разнообразию на первом месте расположена р. Бучинская Гремучка, в р. Мамайка, наблюдается бедное видовое разнообразие.



Рис. 24. Пример гидробионтов субстрата с реки Мамайка

Данные были проанализированы и на их основе сделана диаграмма.



Рис. 25. Диаграмма численности гидробионтов в исследованных реках весной  
Полученные данные были проанализированы по биотическому индексу Вудивиса.

Таблица 10

Характеристика точек в зимний период по индексу Вудивиса

Р. Ташла	Точка №1	Незначительное загрязнение водоемов
	Точка №2	Незначительное загрязнение водоемов
	Точка №3	-
р. Мамайка	Точка №1	Сильнозагрязненный водоем

	Точка №2	Сильнозагрязненный водоем
	Точка №3	Сильнозагрязненный водоем
р. Грушевая	Точка №1	-
	Точка №2	-
	Точка №3	-
р. Бучинская Гремучка	Точка №1	Средняя степень загрязненности водоемов
	Точка №2	Незначительное загрязнение водоемов
	Точка №3	Незначительное загрязнение водоемов

Для проведения анализа полученных результатов используем Метод Вудивиса (метод биотического индекса) – один из наиболее надежных и широко используемых в мире методов биологической оценки воды.

Результаты показывают, что река Ташла в Точке №1 характеризуется как водоем с незначительным индексом загрязнения водоема; в Точке №2 преобладает средняя степень загрязнения водоема (в некоторые периоды индекс опускается до незначительного загрязнения); в Точке №3 река Ташла характеризуется как сильнозагрязненный водоем.

Река Мамайка во всех точках исследования, на протяжении всего периода характеризуется как сильнозагрязненный водоем.

Река Грушевка в Точке №1 преобладает незначительный индекс загрязнения, в Точке №2 наиболее распространен средний индекс загрязнения, в Точке №3 река имеет среднюю степень загрязнения.

Река Бучинская Гремучка в Точке № 1 имеет среднюю степень загрязнения, в Точке №2 преобладает незначительное загрязнение водоемов, в Точке № 3 водоем в весенне-летний период характеризовался как незначительно загрязненный, в осенне-зимний как средне загрязненный.

Проведя анализ полученных результатов можно сказать, что наиболее загрязненной из всех исследованных рек является Мамайка, водное сообщество находится в сильно угнетенном состоянии. Наибольшее количество



экземпляров обнаружено в реке Бучинская Гремучка, которая находится за пределами города Ставрополь, при осмотре местности река была наименее загрязнена, но результаты по методу Вудивиса (метод биотического индекса) показали, что река характеризуется Средней степенью и Незначительной степенью загрязнения. Река Ташла в своем истоке имеет наибольшее разнообразие гидробионтов, при этом постепенно разнообразие уменьшается, и в районе Точки №3 река имеет уже сильнозагрязненный индекс, что свидетельствует о сильном антропогенном загрязнении. Река Грушевая, на протяжении всего участка имеет среднюю степень загрязнения.

Все исследованные реки подвергались антропогенному воздействию, что негативно повлияло на их экологическое состояние.

В ходе обследования рек были обнаружены: различный мусор от стоянок отдыхающих граждан, твердые бытовые отходы, врезки канализационных врезки труб, места несанкционированных свалок.

Для улучшения экологического состояния рек необходимо разработать мероприятия по снижению загрязнения рек. Одним из примеров таких мероприятий может являться расчистка русла от крупноразмерного мусора, а также расчистка образовавшихся плотин из мусора. С целью предотвращения повторного засорения русла реки мусором в рекреационной и смежной зоне оборудовать места для сбора отходов, так как в основном бытовые отходы были обнаружены именно в этих зонах.

По мере возможности провести регуляцию ливневых, дорожных и коммунально-бытовых стоков для исключения их попадания в русло реки. С целью нормализации экологического состояния бассейна рек необходимо оперативно выявлять источники загрязнения и ужесточить контроль за выпуском сточных вод с предприятий. Также необходимо осуществлять ежегодный мониторинг качества воды в реках и состояния водоохранной зоны.

Одной из главных проблем рек города Ставрополя являются несанкционированные врезки канализационных труб частных домов, где отсутствует центральная канализация. Для предотвращения данной проблемы

необходимо обеспечить жителей, живущих в водоохраных зонах рек центральной канализацией.

Вышеуказанные мероприятия окажут положительное воздействие как на экологическое состояние реки, так и на гидробионтах, проживающих там. Уборка русел рек от крупногабаритного мусора будет способствовать ускоренному течению воды, что в свою очередь приведет к увеличенной способности самоочищения водного объекта. Создание оборудованных мест отдыха в рекреационной зоне будет способствовать уменьшению стихийных свалок, что в свою очередь уменьшит количество отходов, попадающих в воду.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате этой работы было проведен экологический мониторинг рек города Ставрополя методом гидробиологического анализа поверхностных вод и сделаны следующие выводы.

1. Качество поверхностных водоемов в черте города Ставрополя не удовлетворяет нормам, установленных для объектов хозяйственно-питьевого назначения. Водные объекты расположены в непосредственной близости от различных производств, а также расположены в естественных углублениях в которые попадают ливневые стоки. Объекты также подвергаются антропогенным, рекреационным нагрузкам.

2. В настоящее время в мировой практике используется большое число методов оценки качество вод по гидробиологическим показателям. Результаты применения методик выражают в виде некоторых количественных показателей – индексов. Мониторинг может проводиться по показателям, характеризующим разные уровни организации биосистем – организменный, популяционный, видовой, сообщества и экосистемы в целом. Для анализа загрязнения был использован метод Вудивиса (метод биотического индекса) – метод биологической оценки воды, который учитывает общее разнообразие беспозвоночных и наличие в водоеме организмов, принадлежащих к "индикаторным" группам.

3. Наиболее загрязненной из всех исследованных рек является Мамайка, водное сообщество находится в сильно угнетенном состоянии. Наибольшее количество гидробионтов обнаружено в реке Бучинская Гремучка, при осмотре местности река была наименее загрязнена, но результаты по методу Вудивиса показали, что река характеризуется Средней степенью и Незначительной степенью загрязнения. Река Ташла в своем истоке имеет наибольшее разнообразие гидробионтов, при этом постепенно разнообразие уменьшается, и в районе Точки №3 река имеет уже сильнозагрязненный индекс,

что свидетельствует о сильном антропогенном загрязнении. Река Грушевая, на протяжении всего участка имеет среднюю степень загрязнения.

## Список использованных источников

1. Абакумов В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 240 с.
2. Ахметгалиева Г. А. Тяжелые металлы в водной среде и их биологическое воздействие на живой организм, МИ Баумгартэна.-Кемерово, КузГТУ, 2014.-145 с. – 2014. – С. 13.
3. Буйволов Ю.А., Быкова И.В., Лазарева Г.А., Потютко О.М., Уваров А.Г. Современное состояние и перспективы развития мониторинга качества вод по гидробиологическим показателям в России.
4. Гольд З.Г., Гольд В.М. ОБЩАЯ ГИДРОБИОЛОГИЯ: учебно-методическое пособие. Красноярск: Сиб. федерал. ун-т, 2013.
5. Давыдова О. А., Климов Е. С., Ваганова Е. С., Ваганов А. С. Влияние физико-химических факторов на содержание тяжелых металлов в водных экосистемах – Ульяновск : УлГТУ, 2014. – 167 с.
6. Добровольский Г.В. Тяжелые металлы: загрязнение окружающей среды и глобальная геохимия. – М.: Изд-во МГУ, 1980.
7. Кондакова, Г.В. Биоиндикация. Микробиологические показатели: учеб. пособие. Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2007. – 136 с.
8. Логинова Е.В., Лопух П.С. Гидроэкология: курс лекций. Минск: БГУ, 2011.– 300 с.
9. Ляшенко О.А, Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие. СПб ГТУРП. - СПб., 2012. – 67 с
10. Львов В.Д., Черчесова С.К., Шаповалов М.И., Якимов А.В. О методике сбора бентоса в горных малых реках и ручьях Кавказа. Гидроэнтомология в России и сопредельных странах: материалы V Всероссийского симпозиума по амфибиотическим и водным насекомым. – Ярославль: Издательство «Филигрань», 2013. – С. 247 - 250.

11. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края. Доклад о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2016 году, Ставрополь, 2017.

12. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края. Доклад о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2017 году, Ставрополь, 2018.

13. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края. Доклад о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2018 году, Ставрополь, 2019.

14. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края. Доклад о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2012 году, Ставрополь, 2013.

15. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края. Доклад о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2009 году, Ставрополь, 2012.

16. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края. Доклад о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2015 году, Ставрополь, 2016.

17. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края. Доклад о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2014 году, Ставрополь, 2015.

18. Рындевич С. К, Определение экологического состояния водных экосистем на основе анализа видового состава беспозвоночных: практическое руководство — Барановичи, 2015, — 27 с.

19. Рябухина Е.В. Токсикология гидробионтов (Водная токсикология): Метод. руководство / Сост.; Яросл. гос. ун-т. Ярославль, 2001; 28 с.

20. Семерной, В.П. Общая гидробиология: Текст лекций – Яросл. гос. ун-т. – Ярославль: ЯрГУ, 2008. – 184 с.

21. Семерной В.П. Санитарная гидробиология: Учеб. пособие по гидробиологии . 2- е изд ., .Яросл. гос. ун - т . Ярославль, 2002.-147 с.

22. Смирнова Е.В. Мониторинг почв. – Казань: Казан.ун-т, 2015. – 50с.
23. Шалапенко Е. С., Мелешко Ж. Е. Краткий определитель водных беспозвоночных животных : учеб. пособие для студентов биол. фак. спец. Мн. : БГУ, 2005. — 243 с.
24. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
25. Goodyear K. L., McNeill S. Bioaccumulation of heavy metals by aquatic macro-invertebrates of different feeding guilds: a review //Science of the Total Environment. – 1999. – Т. 229. – №. 1-2. – С. 1-19.
26. Rainbow P. S. Trace metal concentrations in aquatic invertebrates: why and so what? //Environmental Pollution. – 2002. – Т. 120. – №. 3. – С. 497-507.
27. Yevtushenko N. Yu., Bren N. V., Sytnik Yu. M. Heavy metal contents in invertebrates of the Danube river. Waf. Sci. Tech. Vol. 22, No.5, pp. 119-125, 1990.
28. Гидрология и гидрография г. Ставрополя [Электронный ресурс] – Режим доступа [https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya\\_gidrografiya](https://studwood.ru/927784/pravo/gidrologiya_gidrografiya) (01.05.2020)
29. Критерии оценки качества вод по данным гидробиологического анализа [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Library/Book1/Content241/Content241.htm> (04.04.2020).
30. История развития методов биоиндикации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://static.livescience.ru/bereza/bereza.pdf> (Дата обращения: )
31. Икhtiотоксикология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/3549012/> (13.04.2020)
32. Метод Вудиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.baltfriends.ru/sites/default/files/RW\\_manual\\_Appendix\\_3\\_Bioindication.pdf](http://www.baltfriends.ru/sites/default/files/RW_manual_Appendix_3_Bioindication.pdf)(13.04.2020)
33. О МЕТОДИКЕ СБОРА БЕНТОСА В ГОРНЫХ МАЛЫХ РЕКАХ И РУЧЬЯХ КАВКАЗА. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

[https://www.researchgate.net/profile/M\\_Shapovalov/publication/260478153\\_ON\\_A\\_TECHNIQUE\\_FOR\\_BENTHOS\\_COLLECTING\\_IN\\_SMALL\\_MOUNTAIN\\_RIVERS\\_AND\\_MOUNTAIN\\_STREAMS\\_OF\\_THE\\_CAUCASUS/links/0deec531dea2c67860000000/ON-A-TECHNIQUE-FOR-BENTHOS-COLLECTING-IN-SMALL-MOUNTAIN-RIVERS-AND-MOUNTAIN-STREAMS-OF-THE-CAUCASUS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/M_Shapovalov/publication/260478153_ON_A_TECHNIQUE_FOR_BENTHOS_COLLECTING_IN_SMALL_MOUNTAIN_RIVERS_AND_MOUNTAIN_STREAMS_OF_THE_CAUCASUS/links/0deec531dea2c67860000000/ON-A-TECHNIQUE-FOR-BENTHOS-COLLECTING-IN-SMALL-MOUNTAIN-RIVERS-AND-MOUNTAIN-STREAMS-OF-THE-CAUCASUS.pdf)  
(13.04.2020)