

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра ботаники и экологии

**ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ САМООЧИЩЕНИЯ
ВОДНОЙ СРЕДЫ ГОРОДСКИХ РЕК ГОРОДА САРАТОВА**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4 курса 424 группы

Направления подготовки 06.03.01 Биология

Биологического факультета

Тюрина Дениса Михайловича

Научный руководитель:

к.б.н., доцент

О.Н.Торгашкова

Зав. кафедрой ботаники

и экологии, д.б.н., профессор

В.А.Болдырев

Саратов 2017

ВВЕДЕНИЕ

Природно-техногенные системы становятся неотъемлемой частью биосферы. Особенно актуально изучение и использование человеком этих систем в городах, где наблюдаются все виды антропогенного воздействия. Экологическое благополучие города во многом зависит от состояния городской реки или водоема, принимающего сточные воды. В городских реках наиболее распространенными загрязнителями являются тяжелые металлы, токсичные органические вещества, нитритные и аммонийные соли азота. В первую очередь от них страдают речные экосистемы. Возрастает роль диффузного загрязнения рек от донных отложений и с поверхностными водами с окружающих территорий.

Реки, протекающие по территории города Саратова, в том числе река Волга, представляют собой пример городских водотоков, испытывающих на себе многообразие антропогенных воздействий: разнообразие стоков, изменение гидрологического и температурного режима и др. Различные антропогенные источники загрязнения сбрасывают отходы своей деятельности в реки. Это промышленные предприятия, объекты сельского хозяйства, транспорт др. Не малый вклад в загрязнение рек вносит инфраструктура города. Значительное количество загрязняющих веществ поступает в реки со свалок бытовых и промышленных отходов, которые часто расположены на склонах и интенсивные дожди смывают в них вредные вещества [2]. Следовательно, речные экосистемы находятся под большой антропогенной нагрузкой, эта нагрузка происходит постоянно, а процессы самоочищения рек, за счет ассимиляционного потенциала территории малозначительны в виду того, что загрязнение происходит по всей территории рек, начиная с самых истоков и вплоть до устья.

Водные объекты, а особенно реки, являются одной из важнейших экологически значимых составных частей экосистем и изучаются как при проведении комплексных экологических исследований, так и в качестве самостоятельного объекта при природоохранных исследованиях. Одним из

направлений таких исследований является выявление основных закономерностей экологической организации среды водоемов. Это обуславливает актуальность данной работы.

Цель работы выявление основных закономерностей гидрохимического режима реки Волги и ее самоочищения в пределах города Саратова.

Для решения данной цели, были поставлены следующие задачи:

- 1) провести органолептический и гидрохимический анализ количественного и качественного составов загрязняющих веществ в водной среде;
- 2) оценить степень загрязнения водной среды в районе исследования по различным индексам загрязнения;
- 3) оценить загрязнения водной среды на основе методов биоиндикации;
- 4) провести оценку степени самоочищения исследованного участка реки и установить закономерности самоочищения реки в динамике в связи с изменением нагрузки от города.

Структура и объем работы. Работа изложена на 62 страницах машинописного текста и включает в себя введение, четыре главы с тремя таблицами и тремя рисунками, выводы. Список использованных источников содержит 50 наименований.

Краткое содержание работы

Во введении сформулирована актуальность работы, поставлены цель и задачи исследований, определены научная новизна и научная значимость. Первая глава посвящена обзору литературы по изучаемым вопросам. Вторая глава «Краткая характеристика района исследования» посвящена физико-географической характеристике Саратова. В третьей главе «Материалы и методы исследования», описывается материал, который был в распоряжении автора, а также методы гидрохимического и биоиндикационного анализа водных экосистем, методика расчета различных индексов загрязнения и степени самоочищения. Основой для работы послужили пробы, собранные в четырех точках на реке Волга в 2016 г.

1 Загрязнение и самоочищение водоемов (обзор литературы)

Приводится общая характеристика современного состояния вопроса о загрязнении водоемов. Особое внимание уделяется процессам самоочищения воды в водных экосистемах; рассматривается сущность процесса самоочищения водоемов, роль высшей водной растительности как фактора самоочищения воды.

2 Краткая характеристика района исследования

Волга – основная водная артерия, протекающая по территории области с севера на юг и разделяющая ее на две части: Правобережную и Левобережную. В пределах Саратовской области на Волге расположены два водохранилища: Саратовское и Волгоградское.

2.1 Рельеф и геологическое строение

В связи с затоплением прибрежных участков и притоков Волги образуется извилистая береговая линия водохранилища значительной протяженности - около 2500 км. Рельеф дна связан с характером затопляемой территории и постепенно с течением времени выравнивается. Затопленная прибрежная зона в самой северной части водохранилища представлена пойменной террасой Волги, в средней части саратовского участка - склоном первой надпойменной террасы и нижним склоном второй. Берега Волгоградского водохранилища ассиметричны. Рельеф восточного склона Приволжской возвышенности характеризуется крупной ярусностью (ступенчатостью). Береговая полоса правого берега Волги имеет не широкую зону, в пределах которой развиты комплексы четвертичных террас, долины и береговые оползни.

2.2 Климат

Климатические особенности рассматриваемого района приобретают черты резкой континентальности, значительной засушливости и большой изменчивости погодного режима от года к год. Температура воды в верховьях Волги +17° +20°С летом (в середине июля) и от +7°С до +14°С зимой и в межсезонье, в

районе Астрахани $+25^{\circ}\text{C}$ летом и $+7^{\circ}\text{C}$ зимой. Количество осадков зависит от высоты местности: на плато и водоразделах их суммы больше, чем в долинах. В Саратове в среднем за год выпадает 416 мм осадков, из них около 35% приходится на холодный период (ноябрь-март). Общая циркуляция атмосферы обуславливает преобладание в Саратове северо-западного, западного и южного ветров.

2.3 Гидрография города

Гидрографическая сеть городской территории представлена реками: Елшанка, Курдюм, 1-я и 2-я Гуселки, Черниха, а также ручьями: Слепышев, Минаев, Дудаковский, Алексеевский, Сеча, Маханный, Глебучев, Белоглинский, Хмелевский, Трещиха, Токмаковский, Залетаевский и Мутный Ключ. В основные водотоки впадают притоки. Все основные водотоки берут начало из родников и впадают в Волгоградское водохранилище, которое является основным источником питьевого водоснабжения г. Саратова и имеет важное рекреационное и рыбохозяйственное значение.

2.4 Почвы

В пределах поймы различают почвы прирусловой, центральной и притеррасной частей. В прирусловой части поймы на прирусловых валах под ивняками образуются слабо сформированные рыхлопесчаные дерновые почвы. В более увлажненных ложбинах, разделяющих прирусловые валы, под травянистой растительностью располагаются более мощные дерновые почвы. В центральной части поймы под покровом богатой растительности формируются аллювиальные луговые почвы и черноземовидные почвы большой мощности. В притеррасной части поймы, где уровень грунтовых вод расположен близко к поверхности, под зарослями черной ольхи развиваются аллювиальные болотные почвы. Почвы прирусловой зоны - это почвогрунты, находящиеся в периоде своего формирования, т.е. постепенного нарастания.

2.5 Растительность

В результате различной напряженности процессов поемности и аллювиальности образуются обособленные эколого-генетические зоны: прирусловая, центральная и притеррасная. Волжская пойма характеризуется четкой выраженностью прирусловой и центральной частей, притеррасные условия на всем протяжении не выражена. В пойме распространение древесных пород и формирование типов леса связано в первую очередь с зональностью и затем в пределах каждой зоны тесно связано с рельефом и почвой. Открытые луга чередуются с дубовыми лесами и остатками их в центральной пойме, и ивовыми, вязовыми, осокоревыми лесами и их остатками в прирусловой пойме. До зарегулирования Волги в северной части долины реки преобладали леса и заливные луга, южнее облесенность снижалась, и большие площади были заняты остепненными лугами. После создания Волгоградского и Саратовского водохранилищ ситуация резко изменилась – исчезли массивы лесов и лугов, место которых заняли ивняково-тростниковые и рогозовые заросли. В настоящее время происходит зарастание мелководий зарослями рогоза и увеличение роли тростникового – рогозовых сообществ внутри островов. Среди водной флоры Волжской поймы имеется чрезвычайно много реликтов. К их числу относятся каспийский лотос (*Nelumbo speciosum* Willd.), альдровандия (*Aldrovandia vesiculosa* L.), валлиснерия (*Vallisneria spiralis* L.), водяные папоротники (*Salvinia natans* L., *Marsilia quadrifolia* L., *M. Strigosa* Willd. и *M. aegyptiaca* Willd.) и др.

3 Материал и методы исследования

Исследования проводились в 2016 г. в четырех пунктах: 1- в районе села Пристанное Саратовского района, 2 - в районе поселка Затон, 3 - рядом с железнодорожным мостом в районе поселка Увек, 4 - в районе поселка Красный Текстильщик. Отбор проб воды и определение ее качества воды производилось в соответствии с ГОСТ и инструкцией по отбору проб сточной воды. Обработку полученного гидрохимического и гидробиологического материала проводили по следующим основным направлениям расчет

комбинаторного индекса загрязнения (КИЗ), расчет общей суммарной степени загрязнения (ОССЗ), расчет общей степени самоочищения по отношению к основным биогенным элементам. Применяли стандартные методы статистической обработки результатов.

4 Оценка самоочищения водной среды некоторых участков реки Волги

4.1 Краткая характеристика участков исследования

Для исследования качества воды были выделены участки с различной степенью антропогенной нагрузки.

Пункт 1 располагается под мостом в пос. Пристанное. Берег песчаный и пологий. Из прибрежно-водных растений встречаются *Cyclachaena xanthiifolia*, *Phragmites australis*, из водных — *Potamogeton perfoliatus*, *P. crispus*, *P. lucens*, *Ceratophyllum demersum*. Отмечено значительное количество сине-зеленых водорослей.

Пункт 2 располагается вблизи пляжа в Затоне. Тип берега — полого-обрывистый. Берег песчаный. Пляжная зона. Из прибрежно-водных растений встречаются *Cyclachaena xanthiifolia*, *Carex acuta*, *Phragmites australis*. Из водных - *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. crispus*, *Ceratophyllum demersum*.

Пункт 3 располагается вблизи промышленного комплекса, рядом с железнодорожным мостом. Тип берега — пологий. Берег песчаный или илисто-песчаный. На большей части участка отсутствуют прибрежно-водные растения, их наличие наблюдается только в заливе — это *Sagittaria sagittifolia*, *Carex acuta*, *Cyclachaena xanthiifolia* и незначительное количество всходов *Populus tremula*. Из водных растений единично встречаются *Potamogeton perfoliatus*, *P. crispus*, *Ceratophyllum demersum*.

Пункт 4 находится в поселке Красный Текстильщик. Тип берега пологий. Берег каменистый, дно каменисто-песчаное. Прибрежно-водные растения представлены *Cyclachaena xanthiifolia*, *Xanthium strumarium*, *Miriophyllum spicatum*, *Humulus lupulus*, *Echinochloa crusgalli*, *Setaria sp.*, *Polygonum sp.*,

водные — *Najas marina*, *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. lucens*, *Spirogyra sp.* Отмечено существенное количество сине-зеленых водорослей.

Согласно полученным данным, температура воды в разных точках реки отличается на 1-4 °С, наблюдается понижение температуры с глубиной, но оно не значительно. Наибольшей температурой характеризуются участки, расположенные в районе поселка Пристанное и железнодорожного моста, наименьшей - в районе Затона и поселке Красный Текстильщик. Из рекогносцировочных исследований территории видно, что пункт 3 несет максимальную антропогенную нагрузку.

В последнее время сильные антропогенные воздействия на поверхностные водоемы часто приводят к различным изменениям в водных экосистемах. Загрязняющие вещества, попадая в природные водоемы, приводят к качественным изменениям воды, которые в основном проявляются в изменении физических свойств воды и в изменении химического состава воды.

Цвет воды обусловлен чаще всего примесями природного происхождения, но может также обуславливаться размножением водорослей и загрязнением сточными водами. Цвет в пунктах преимущественно желтого цвета, в пунктах 3 и 4 зелеными примесями. Наибольшая прозрачность вблизи Затона и Красного Текстильщика, что зависит от количества взвешенных частиц и от содержания химических веществ.

Интенсивность запаха пунктов превышает предельно-допустимые показатели в районе пункта 2, где отмечался болотный запах с интенсивностью 3 балла, и пункта 3 - запах имел гнилостно-нефтяной характер с интенсивностью 4 балла. В пункте 1 интенсивность запаха была низкая 1 балл, характер запаха — травяной, в пункте 2- интенсивность также 1 балл, характер запаха — неопределенный.

Активная реакция среды практически на всех участках — нейтральная. Изменения рН природных вод в кислую или щелочную среду свыше

нормативных негативно отражаются на гидробионтах, но активная реакция среды находится в пределах допустимых значений.

В пунктах вода мягкая, в пункте 3 увеличивается ее жесткость, но не превышает предельных значений.

Содержание нитритов и нитратов, хлоридов, сульфатов на всех участках не превышает предельно-допустимых значений. Меньшая концентрация хлоридов наблюдается на участке в поселке Красный Текстильщик.

Наиболее высокие показатели меди и азота нитритов – участок №3. Нитраты являются солями азотной кислоты. Повышенное содержание нитратов в воде может служить индикатором загрязнения водоема в результате распространения фекальных либо химических загрязнений (сельскохозяйственных, промышленных).

Концентрация взвешенных частиц связана с сезонными факторами и с режимом стока, зависит от таяния снега, пород, слагающих русло, а также от антропогенных факторов. Повышенное количество взвешенных веществ в речной воде отрицательно влияет на развитие водной фауны. Взвешенные вещества минерального происхождения оседают в водоемах на дне, губительно действуют на бентос, лишая тем самым планктон кормовых ресурсов. Содержание взвешенных частиц не превышает ПДК только вблизи пос. Красный Текстильщик.

Для объективного заключения о качестве среды необходима интегральная характеристика ее состояния – т.е. оценка всего комплекса воздействий всех факторов в их взаимодействии, взаимовлиянии и суммарном влиянии на природные объекты. Такую возможность дает только биологическая оценка.

Учитывая специфику состава, структуры и функционирования реки Волги, а также характер антропогенного воздействия на нее в качестве индикатора использовались макрофиты. Увеличение антропогенной нагрузки на Волгу отражается на состоянии и развитии сообществ макрофитов, которые накапливая загрязнители, информируют о загрязнении водной среды и служат индикатором

ее долгосрочных изменений. Для многих макрофитов характерны определенные особенности, которые индицируют изменения параметров среды.

В местах интенсивного поступления промышленных стоков (пункт 4) происходит гибель растительных сообществ, виды представлены небольшим числом экземпляров. Способность высших водных растений накапливать вещества в концентрациях, превышающих фоновые значения, зафиксированные в окружающей среде, обусловила их использование в системе мониторинга и контроля состояния окружающей среды.

При комплексной оценке степени загрязненности необходимо оценивать водную среду одновременно по широкому перечню ингредиентов и показателей качества воды и классифицировать воду по степени загрязненности.

Комбинаторный индекс указывает, что вода участков 2 и 3 характеризуется как грязная и очень грязная и имеют 4 и 5 классы качества. Пункт 1 и 4 имеют 1 и 3 классы качества и вода характеризуется как условно чистая и загрязненная, то есть вода до города и после характеризуется более высоким качеством.

Общая суммарная степень загрязнения (**ОССЗ**) показала, что участок 1 и 4 имеют 4 класс качества - вода сильно загрязненная, участок 2 характеризуется переходным состоянием - 2 класс качества - вода слабо загрязненная и умеренно загрязненная, участок 3 - вода очень грязная и имеет 5 класс качества.

Гидробиоценозы представляют собой систему, противостоящую эвтрофикации и загрязнению водоемов, систему биологического самоочищения, направление и мощность работы которой в значительной мере определяют качество воды, ее биологическую полноценность. Способность водной растительности к накоплению и использованию этих веществ делает их активными участниками процесса самоочищения природных вод.

Накопление в воде разнообразных химических веществ, которые в большинстве случаев обладают токсическими свойствами, приводят к

нарушению процессов самоочищения природных вод и изменению продуктивности водных экосистем. Биологическое самоочищение водоемов осуществляется за счет жизнедеятельности растений, животных, грибов, бактерий и в большей мере прибрежно-водных растений.

При гидрохимическом исследовании было выявлено, что максимальным загрязнением характеризуется участок в районе Увека, то есть участок, находящийся в нижней части города. Ниже города в районе Красного Текстильщика отмечается улучшение качества воды и вода характеризуется как загрязненная, что связано с процессами самоочищения воды.

Наибольшая степень очистки характерна для взвешенных веществ, нитратов и железа. Во время исследования обнаружены макрофиты, участвующие в процессах самоочищения водоема, ряска трехдольная, кубышка желтая, водокрас лягушачий, тростник обыкновенный, рогоз узколистный, рдесты, роголистник погруженный, которые в значительном количестве встречаются выше и ниже Саратова. Эти растения прежде всего обеспечивают фитофильтрацию, под влиянием которой увеличивается прозрачность воды, снижается ее минерализация.

Основная роль принадлежит тростнику, рогозу, камышу, рдестам, элодее, роголистнику, урути, которые в значительном количестве встречаются в районе первого и от третьего до четвертого участка. Поверхность стеблей и листьев макрофитов обычно покрыта слизью, к которой прилипают содержащиеся в воде взвеси. Чем больше суммарная поверхность растения, тем эффективнее роль его как фильтра.

ВЫВОДЫ

1. Для участков, расположенных вблизи железнодорожного моста характерно снижение качества водной среды по критерию органолептических показателей.
2. Активная реакция среды практически на всех участках — нейтральная. Жесткость воды, содержание нитритов и нитратов, хлоридов, сульфатов на всех участках не превышает предельно-допустимых значений. Железо и медь превышают ПДК на всех участках, особенно в районе Увека. Содержание взвешенных частиц не превышает ПДК только вблизи пос. Красный Текстильщик.
3. Комбинаторный индекс показал, что наблюдается снижение качества воды в районе Увека до пятого класса качества. Биоиндикация показала тенденцию к ухудшению экологического состояния участков реки, что выражалось в изменении структуры гигрофитных сообществ, при этом наиболее загрязненные участки расположены также вблизи поселка Увек. Все изученные участки обладают высокой степенью загрязнения, наиболее загрязненным является участок реки Волги, расположенный вблизи железнодорожного моста.
4. Высшие водные растения (ряска трехдольная, кубышка желтая, водокрас лягушачий, тростник обыкновенный, рогоз узколистный, рдесты, роголистник погруженный и др.), участвуют в процессе формирования качества воды на изученном участке реки, поглощая и аккумулируя токсические загрязнители водной среды, в наибольшей такие как, взвешенные вещества, нитраты и железо.