

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
(Н И У « Б е л Г У »)

ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
КАФЕДРА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРА

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕКИ НЕЖЕГОЛЬ И
ПУТИ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ**

Выпускная квалификационная работа
обучающегося по направлению подготовки
05.03.06 «Экология и природопользование»
очной формы обучения, группы 81001403
Кулешова Игоря Вадимовича

Научный руководитель:
к.г.н., доцент
Соловьев А.Б.

БЕЛГОРОД 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКИ НЕЖЕГОЛЬ	5
1.1 Географическое положение и основные гидрологические характеристики реки	5
1.2 Основные формы хозяйственного использования реки Нежеголь	8
1.3 Использование реки в рекреационных целях	11
ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕКИ НЕЖЕГОЛЬ В ПРЕДЕЛАХ ШЕБЕКИНСКОГО РАЙОНА	13
2.1 Современные экологические проблемы реки	13
2.2 Основные источники загрязнения реки	15
2.3 Комплексная оценка загрязненности воды в реке Нежеголь по гидрохимическим показателям	24
ГЛАВА 3. ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕРОПРИЯТИЙ ПО МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РЕКИ НЕЖЕГОЛЬ	37
3.1 Пути решения основных экологических проблем реки	37
3.2 Рекомендуемые мероприятия по снижению антропогенной нагрузки на реку Нежеголь	39
3.3 Мероприятия по снижению уровня загрязнения реки промышленными предприятиями города Шебекино	41
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	44
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	46
ПРИЛОЖЕНИЯ	49

ВВЕДЕНИЕ

Вода на протяжении всей истории Земли, имела и имеет большое значение во всех процессах, совершающихся в природных комплексах, а также играет важную роль в хозяйственной деятельности человека. Не рациональное использование воды, при всем многообразии явлений и процессов, которые происходят в гидросфере, привело к обостренной водной проблеме. На сегодняшний день, вода является не бесплатным даром природы, а приобрела ранг "ресурсов".

Зачастую, экологическое состояние великих, крупных рек, зависит от качества водных ресурсов их притоков, небольших, но многочисленных малых и средних рек, они подвергаются мощному антропогенному загрязнению. Экологические системы малых рек довольно уязвимы и формируются под влиянием множества факторов, и в настоящее время в наибольшей степени определяются уровнем техногенной нагрузки.

В Шебекинском районе Белгородской области, протекает одна из самых живописных рек - Нежеголь. Данная река привлекла к себе внимание, за счет строительства новых предприятий в ее береговой зоне. Разработка комплексного подхода к изучению экологического состояния рек агропромышленных территорий потребовала применения адекватных методов исследования, а также соответствующего модельного объекта, в данной ситуации этим объектом стала река Нежеголь.

В связи с этим, в работе была сделана попытка с помощью анализа гидрохимических показателей, дать комплексную оценку экологического состояния природных вод бассейна реки Нежеголь, с учётом качества сбрасываемых в них вод промышленных предприятий Шебекинского района.

Актуальность работы: в настоящее время, развитие промышленного и агропромышленного комплекса приводит к чрезмерному потреблению ресурсов, в частности водных. В связи с этим, встает вопрос об изучении природных вод, в особенности малых рек, в интересах охраны среды и улучшения природопользования

Объект исследования - река Нежеголь, в пределах Шебекинского района, Белгородской области.

Предмет исследования – комплексная оценка загрязненности воды по гидрохимическим показателям.

Цель исследования – оценить степень загрязненности реки и разработать мероприятия по улучшению ее экологического состояния.

Поставленная цель исследования предусматривает решение следующих **задач**:

1. Изучить современную экологическую обстановку в бассейне реки Нежеголь.
2. Изучить и применить методику комплексной оценки загрязненности вод.
3. Оценить качество воды в рассматриваемом объекте по различным гидрохимическим показателям.
4. Произвести анализ полученных результатов.
5. Разработать комплекс мероприятий по улучшению нынешнего экологического состояния реки.

Методическую базу выпускной квалификационной работы составили методы: сравнительно-описательный, метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям, расчетный и научно - поисковый.

Данная дипломная работа состоит из введения, трёх глав, заключения, списка используемой литературы и приложения.

Полученные в ходе исследования данные могут быть использованы в качестве методических материалов, при изучении студентами кафедры природопользования и земельного кадастра, а также всеми желающими.

ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕКИ НЕЖЕГОЛЬ

1.1 Географическое положение и основные гидрологические характеристики реки

Река Нежеголь - является левым притоком реки Северский Донец, (относится к бассейну Дона) и располагается в Европейской части России, в пределах Белгородской области. Начало, река берёт на южном склоне Среднерусской возвышенности, у восточной окраины села Стрелица Шебекинского района, впадает в Северский Донец на расстоянии 97 км от истока. На реке в 5 километрах от её устья расположили областной центр, город Шебекино (рис 1.1).

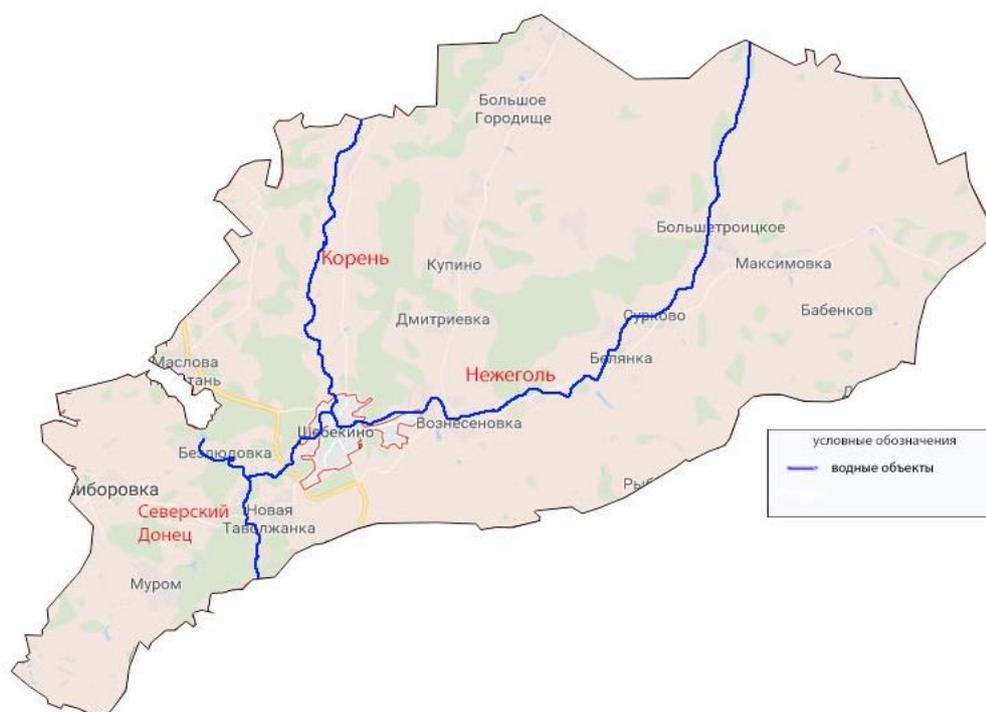


Рис.1.1. Расположение реки Нежеголь в Шебекинском районе

Площадь водосборного бассейна реки около 2940 км², а длина составляет 75 км, на всем протяжении, Нежеголь принимает большие и малые притоки, основными являются Корень (70 км) и Короча (91 км), оба притока довольно крупные и имеют правостороннее расположение. Помимо этого, в бассейн входят небольшие озёра, общая площадь которых - 210 тыс. м². Бассейн реки Нежеголь вытянут с северо - востока на юго - запад; абсолютное значение его высотных отметок вдоль водораздельных пространств варьирует от 240 до 275 м [16]. Урегулирование стока в районе села Стрелица осуществляется за счет водохранилища, объем которого составляет 2,4 км³.

Река протекает в выработанной долине, глубиной до 40 - 50 м в зоне лесостепи, имеет трапецеидальную форму. Русло реки широкопойменное (в верхнем течении, ширина долины достигает 500–600 м), имеет большую извилистость на протяжении всей длины реки (меандрирующая), в нижнем – ширина до 2 км. На некоторых участках можно встретить единичные разветвления. В верховье, ширина русла доходит до 5 - 7 м. Глубина в межень варьируется от 0,2 м, до 0,6 м. Скорость течения от 0,1 - 0,3 м/с, а в половодье, до 0,8 - 1,1 м/с. В нижнем течении ширина русла увеличивается почти в 10 раз и достигает 70 м, а что касается глубины, то она изменяется от 3 до 6 м. В летний период, русло подвергается интенсивному зарастанию макрофитами – высшей водной растительностью [2].

Питание у реки с Восточноевропейским типом водного режима имеет снеговой и дождевой характер, ярко выражено весеннее половодье. Питание река получает от атмосферных осадков 59,2% и подземных вод 40,8% (рис.1.2). Следует отметить, что подземные воды верхних водоносных горизонтов слабо защищены от поверхностного загрязнения за счет различных сбросов промышленных вод в естественные понижения рельефа и на поля фильтрации, что требует проведения мероприятий по их охране.

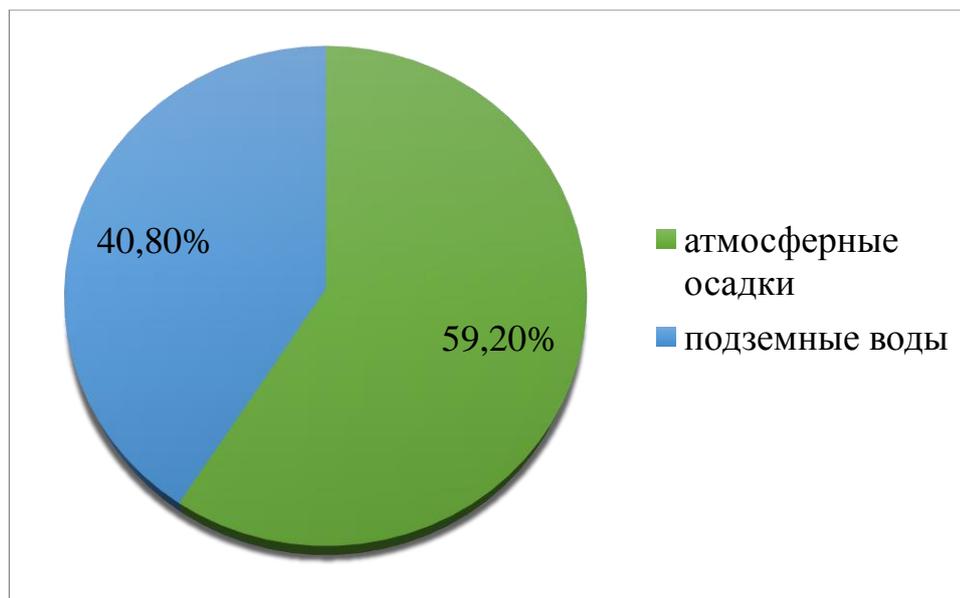


Рис. 1.2. Распределение питания реки, %

Устойчивостью, характеризуется летне - осенняя межень, прерываемая дождевыми паводками. Помимо этого во время зимней межени, происходит задержка паводками во время оттепели. Весьма важным элементом характеристики любого водного потока являются наблюдаемые в нем расходы воды. Расходом называют количество воды (в кубических метрах), протекающее через поперечное сечение водного потока в одну секунду. От изменения величины расхода воды зависят колебания уровня воды в реках, распределение в них скоростей, тот или иной характер размывающей и отлагающей их способности, мощность водных потоков. Средний расход воды за многолетний период в нижнем течении составляет $6,84 \text{ м}^3/\text{с}$ (объём стока $0,215 \text{ км}^3/\text{год}$). В весеннее время фиксируется до 45% среднегодового водного стока. Половодье начинается с середины марта, завершается в конце апреля. Продолжительность половодья в среднем 38 дней. К волне половодья с конца апреля могут добавляться дождевые паводки. Длительность паводковых явлений обычно не превышает 12 дней [20]. Наиболее многоводный месяц с максимальным расходом воды в $689 \text{ м}^3/\text{с}$, является март. Минимальный расход отмечается в период лета и осени, а также во время зимней межени. Уровень воды в низовьях реки изменяется в диапазоне

от 2 до 3 м. самый высокий уровень воды был замечен в конце марта. Выше села Большетроицкое, в верхнем течении возможно пересыхание и промерзание.

Процесс промерзания реки начинается в конце ноября, спустя 10 - 13 дней льдом полностью покрывается большая часть реки. Продолжительность ледовых явлений около 3 - х месяцев. Вскрытие реки приурочено к середине весны (конец марта, апрель). После непродолжительного ледохода (до 5–6 суток) река освобождается ото льда. В целом, длительность ледовых явлений около 97 суток.

Мутность воды варьируется в диапазоне 150 - 250 г/м³. Расчётный годовой модуль стока взвешенных наносов 14,0 т/км², это соответствует величине стока наносов реки 41,2 тыс. т/год [21]. Основная часть наносного стока наблюдается во время половодий и паводков, в период межени - только 5%. Минерализация воды в сроки повышенного стока, меньше 200 мг/л, в летне - осеннее время и зимнюю межень, превышения достигают 500 - 700 мг/л. По химическому составу река Нежеголь характеризуется как гидрокарбонатная, кальциевой группы, ложе песчаное, меловое, глинистое

1.2 Основные формы хозяйственного использования реки Нежеголь

Окружающая природная среда Белгородской области испытывает возрастающее воздействие хозяйственной деятельности, техногенных и антропогенных факторов. Распахиваются склоновые земли, засорению и загрязнению подвергается почва, тем самым нарушается среда обитания многих животных и птиц. На качественное состояние воздуха большое влияние оказывают не только природные факторы, такие как лесные пожары, но и техногенные, к которым относятся выбросы вредных веществ в атмосферу промышленными предприятиями. При этом наибольшее загрязнение атмосферы осуществляют предприятия горнорудной и

металлургической промышленности, а также осуществляющие производство и распределение газа, электроэнергии и воды.

Значительные техногенные нагрузки испытывают и водные объекты Белгородской области, в которые ежегодно сбрасывается до двух сот кубометров сточных вод. Проблема усугубляется малоэффективной работой очистных сооружений, отсутствием ливневых канализационных систем в населенных пунктах области. Многие предприятия сельского и коммунального хозяйства, промышленности оказывают отрицательное воздействие на состояние подземных и поверхностных вод. Наиболее высокую степень загрязнения по санитарно-химическим показателям имеют водоемы Ровеньского, Красногвардейского, Алексеевского и Борисовского районов. На многих промышленных предприятиях ведется неэффективная работа по обеззараживанию сточных вод. К таким предприятиям, в частности, относятся: ОСК МУП «Ремводстрой» и ООО «Белгородская сыроваренная компания» [9].

Шебекинский район не стал исключением из списка и также подвергся антропогенному влиянию, за счет развития промышленности в данном регионе. Административный центр Шебекино, по своему экономическому потенциалу на протяжении многих лет является одним из основных промышленных городов Белгородской области. Всего в городе насчитывается более ста предприятий и организаций. На территории района функционируют такие предприятия, как: «ЦиБел», Шебекинский лакокрасочный завод «Краски Белогорья», Шебекинский завод пенообразователей для пожаротушения, машиностроительный завод, завод кормовых концентратов, «Ржевский сахарник» и др. Ниже приведена таблица с различными предприятиями, осуществляющими хозяйственную деятельность, используя реку Нежеголь (табл. 1.1). ЗАО «Завод премиксов №1», не включен в список, так как по данным отдела водных ресурсов Донского БВУ, он еще не внесен в реестр и на данный момент идет

согласование о возможности сброса отходов производства этого предприятия в реку Нежеголь.

Таблица 1.1

Организация хозяйственной деятельности на реке Нежеголь

Наименование организации	Цель водопользования
Закрытое акционерное общество "Коммунальное предприятие "Логовое" город Шебекино	Забор (изъятие) водных ресурсов, сброс сточных вод
Открытое акционерное общество "Ржевский сахарник"	Забор (изъятие) водных ресурсов
ШМУП "Городское водопроводно-канализационное хозяйство"	сброс сточных вод
ЗАО "Краски" г. Шебекино	Забор (изъятие) водных ресурсов

Особое внимание заслуживают: ШМУП «Городское ВКХ» и ЗАО «Завод Премиксов №1». ШМУП "Городское ВКХ" с 1996г. обеспечивает услугами по водоснабжению, водоотведению и очистке сточных вод большую часть населения, предприятий и организаций г. Шебекино. Завод премиксов - новое инновационное предприятие по производству лизина и дополнительных продуктов на основе глубокой переработки зерна. В большинстве случаев, река Нежеголь используется в качестве источника забора воды, для последующего использования в технологическом процессе производства различной продукции. Как правило, использованную во время производства воду, сбрасывают прямиком в то же место, откуда и производился забор. Помимо всего прочего, водный объект - Нежеголь, используют для рыбозабора, но в последнее время, рыбные ресурсы заметно истощились. Данный факт не оставляет без внимания местные

средства массовой информации и зачастую появляются новости о нахождении мертвых скоплений рыбы.

1.3 Использование реки в рекреационных целях

Река Нежеголь, как и многие другие водные объекты Белгородской области, используется в рекреационных целях. Важной частью всего рекреационного потенциала Шебекинского района является природный парк «Нежеголь» (по совместительству оздоровительный комплекс и база отдыха НИУ БелГУ), расположенный непосредственно возле реки Нежеголь, вблизи села Титовка. В летнее время, сюда приезжает большое скопление людей, для проведения как культурного, так и активного отдыха. Благодаря близкому расположению к воде, оборудована пляжная зона. Кроме того, река пользуется большим спросом у различных организаций, акватории используются не только в рекреационных, но и оздоровительных целях. В таблице (1.2) приведены некоторые организации, использующие водный объект в рекреационных целях. Представленные организации включены в реестр отдела водных ресурсов Донского БВУ, за ними ведется тщательный контроль.

Таблица 1.2

Организация рекреационной деятельности на реке Нежеголь

Наименование организации	Вид использования
ООО "Санаторий "Первое Мая"	Использование акватории водного объекта для рекреации
МБУ ДОЛ "Электроника"	Использование водного объекта для организованного отдыха детей, ветеранов, граждан пожилого возраста, инвалидов

Шебекинское муниципальное бюджетное учреждение "Центр административно - хозяйственного обеспечения"	Использование акватории водного объекта, в том числе для рекреационных целей
ООО "Нежеголь"	Использование акватории водного объекта, в том числе для рекреационных целей

За счет того, что город Шебекино расположен вдоль реки, существует немалое количество прибрежных зон отдыха. На сегодняшний день, в городе имеется несколько перспективных мест для развития рекреационных зон. Одно из них расположено в селе Купино (приложение 4), а второе в южной части города на месте бывшего песчаного карьера, здесь уже построена дорога и выполнен удобный съезд. Сейчас это довольно обширный водоем с зонами купания рыбной ловли. Территория рекреационной зоны позволяет разместить на ней небольшой пляж с детским игровым оборудованием, спортивную зону. Также, на базе данной пляжной территории предполагается организовать сплавы на байдарках и катание на лодках. Еще в 1913 году здесь была открыта лодочная станция, которая прекратила свою работу в годы Великой отечественной войны, поэтому возрождение водного туризма считается перспективным направлением. Нежеголь - Северскодонская рекреационная зона используется для пляжно - купального, рыболовного и прогулочно - промыслового туризма и располагает возможностями для развития водного, религиозного, научного, учебного и спортивного туризма [15].

ГЛАВА 2. ОСНОВНЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕКИ НЕЖЕГОЛЬ В ПРЕДЕЛАХ ШЕБЕКИНСКОГО РАЙОНА

2.1 Основные источники загрязнения реки

Промышленность района и города представляют 15 крупных предприятий. Структура промышленности определяется тремя основными отраслями: машиностроение и металлообработка (Машиностроительный завод, ЗАО "Белогорье", завод автоспецоборудования), химическая промышленность (Завод моющих средств, Биохимический завод, Завод кормовых концентратов), производство строительных материалов (Меловой завод, Завод железобетонных конструкций). Развита также и пищевая промышленность (2 сахарных завода, макаронный комбинат, маслодельный завод). Основными источниками загрязнения реки Нежеголь являются хозяйственно - бытовые и промышленные сточные воды, ливневой сток, загрязненные грунтовые воды за счет проникновения загрязнителей с полей фильтрации, занимающих большую площадь (72.6 % территории - сельхозугодья). Основными сельскохозяйственными предприятиями являются: ПОБЕДА - село Белянка, НИВА - село Первое Цепляево, ВОСХОД - село Бершаково и производственное предприятие РАССВЕТ - село Максимовка. Расположение этих промышленных и агро - промышленных предприятий можно увидеть на карто - схеме (рис.2.1). Охранная береговая линия реки Нежеголь в черте города и на прилегающих к нему территориях соблюдается недостаточно, так как здесь имеет место неблагоустроенная застройка, допускается образование неорганизованных свалок мусора, захламление берега. Места массового отдыха нуждаются в реконструкции. Комплекс инженерно-геологических и гидрологических исследований по р. Нежеголь к настоящему времени с учетом смешанного характера загрязнения и опасными проявлениями антропогенного воздействия на водоем

недостаточен: не проработан вопрос возможности расчистки русла реки без нарушения гидрологического режима [6].

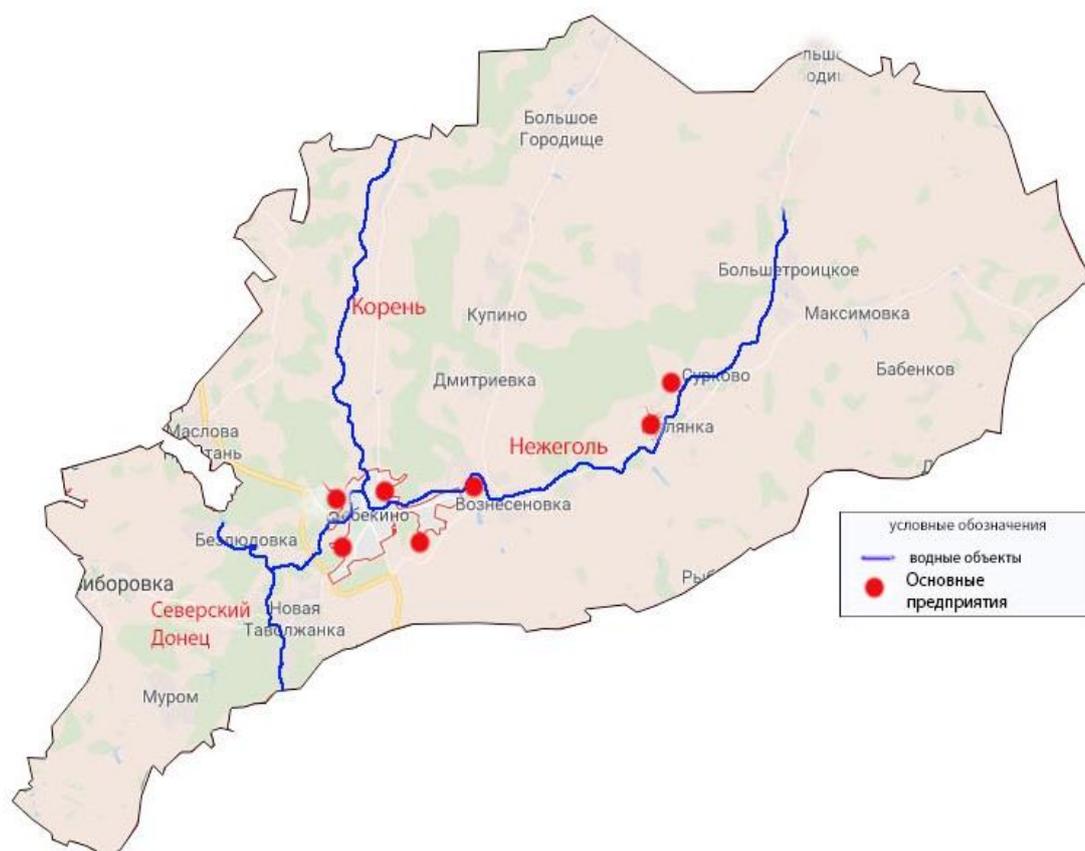


Рис 2.1. Распределение вдоль реки промышленных и агропромышленных предприятий

Водоохранные зоны в районах развития грунтовых вод с установлением здесь строгих правил хозяйственной и строительной деятельности не разрабатывались. Не соблюдаются нормативные показатели качества воды водозабора, не определены зоны санитарной охраны [23].

Контроль качества воды поверхностных водоемов осуществляется ШМУП ГЭЛ («Городская экологическая лаборатория») и лаборатория ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Белгородской области в Шебекинском районе».

В 2000 - 2006 г.г. исследования воды рек Северский Донец и Нежеголь на нефтепродукты и исследование воды рек Короча и Корень по основным показателям не проводились из - за недостаточного финансирования ГЭЛ .

Начиная с 2006 года и по сегодняшний день, на всю зону рекреации реки Нежеголь оказывали негативное влияние недостаточно очищенные и не обезвреженные стоки ОС ШМУП «ГВКХ», они не имели типовых обеззараживающих установок [30]. Из - за влияния на режимы реки сбросов, отмечается низкая самоочищаемость реки Нежеголь, особенно на участке мелового завода.

Из - за отсутствия типовых хлораторных, проблема дехлорирования сточных вод не стоит. Лабораторный контроль осуществляют лаборатории ШМУП «ГВКХ», МУП «Горводоканал» г.Белгород, филиала ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Белгородской области в Шебекинском районе» в объемах и по показателям СанПиН; ведомственный контроль качества очистки на Ос ЗАО «КП «Логовое», «Агрин» по минимуму показателей (Т, рН, органолептика, сухой остаток). Полные анализы, включая микробиологические анализы - на основе договоров с ФГУЗ «ЦГиЭ» [1].

Нарушение гидрологических структур и наличие постоянного источника загрязнения воды - полей фильтрации, служат причиной загрязнения грунтовых и подземных вод.

Практически загрязнение водоносных горизонтов грунтовых вод имеется в пределах, как водоохраной зоны, так и на расстоянии до 2 км в сторону от реки до полей фильтрации [28]. Эта зона расширяется в пределах всей поймы реки в обе стороны во время весенних паводков.

2.2 Современные экологические проблемы реки

В настоящее время проблема загрязнения водных объектов (рек, озер, морей, грунтовых вод и т.д.) является наиболее актуальной, так, как всем

известно - выражение «вода - это жизнь». Без воды человек не может прожить более трех суток, но, даже понимая всю важность роли воды в его жизни, он все равно продолжает жестко эксплуатировать водные объекты, безвозвратно изменяя их естественный режим сбросами и отходами. Городская среда - сложное образование, продукт взаимодействия природы и человеческой деятельности. Эта среда насыщена промышленными предприятиями, транспортными средствами, объектами жилищно-коммунального хозяйства, которые воздействуют на природный ландшафт и человека, определяя обострение всех экологических проблем. Сегодня воды, пригодной для питья, промышленного производства и орошения, не хватает во многих районах мира.

Помимо всего прочего, с увеличением площадей орошаемых земель увеличивается объем дренажных (сточных) вод. Они образуются в результате периодических поливов, когда отмечается избыточный сток вод. Другая проблема - вымывание (рассоление) почв. В этих случаях повышается минерализация речных вод. Следует иметь в виду, что с дренажными водами, которые стекают в реку, при водоотведении выносятся биогенные вещества, пестициды и другие химические соединения, оказывающие вредное воздействие на качество поверхностных вод реки Нежеголь [27].

Резкое ухудшение качества воды в реке, происходит зачастую при избытке таких веществ, как нитраты и нитриты, при попадании в воду из сельскохозяйственных удобрений на полях или из сточных вод, загрязненных моющими средствами. Эти биогенные вещества стимулируют рост водорослей, которые начинают потреблять много кислорода, а когда его становится недостаточно, они гибнут. Органические отбросы, биогенные вещества становятся помехой для нормального развития пресноводных экологических систем. Но в последние годы на экологические системы обрушились огромные количества абсолютно чужеродных веществ, от которых они не знают защиты. Пестициды, применяемые в сельском хозяйстве, металлы и химикалии из промышленных сточных вод сумели

проникнуть в пищевую цепь водной среды, что может иметь непредсказуемые последствия. Виды, стоящие в начале пищевой цепи, могут накапливать эти вещества в опасных концентрациях и становятся еще более уязвимыми для других вредных воздействий.

Для Шебекинского района как и для других районов Белгородской области в последние полвека характерна интенсификация аграрного природопользования и развитие промышленности. Многие предприятия химического производства уже прекратили свою деятельность, но постоянно этот пробел в экономике закрывает строительство более совершенных, более производительных заводов. Вместе с этим увеличивается и количество сбросов и выбросов в окружающую среду, за счет больших объемов производства.

Особое внимание заслуживает ЗАО «завод Премиксов №1». На сегодняшний день ЗАО «Завод Премиксов № 1» современное предприятие, объединяющее два направления производственной деятельности: 1) Производство премиксов для всех видов животных, птицы и рыбы; 2) Производство аминокислот (L-лизин сульфата мощностью 57 тыс. тонн в год) и дополнительных продуктов на основе глубокой переработки зерна. Лизин - одна из четырех незаменимых аминокислот, которая не может синтезироваться в организме животного или птицы и должна поступать в организм в готовом виде с кормом. Лизин, являясь составляющей частью многих белков, используется организмом во время роста, восстановления мышечных волокон, создания гормонов, создания антител, поддержания здоровья костей, укрепления иммунной системы.

Производство лизина основано на ферментации сахаросодержащего сырья специализированными штаммами микроорганизмов. Принимая решение о выборе технологии и штамма для производства лизина, предприятие в первую очередь руководствовалось требованиями безопасности продукции для здоровья животных и человека. Именно

поэтому за основу взят штамм-продуцент лизина *Corynebacterium glutamicum* (коринебактериум глютамикум).

Однако данный объект привлек к себе внимание после многочисленных жалоб населения о негативном воздействии завода на окружающую среду города и реку Нежеголь в частности, в первую очередь на неприятный запах.

Первое проявление загрязнения, сбросы отходов лизина, представляющие собой подобие жидкого теста, состоящее из органических остатков производства, производились в непосредственной близости с заводом, в поле для посадки. На предприятии были предусмотрены сооружения по очистке переработанного сырья и имели локальный характер. Первая станция обеззараживала стоки, применяя термическую обработку, а вторая производила физико-химическую очистку. Данная система очистки не оправдала ожиданий со стороны руководства, когда завод начал выходить на запланированную проектную мощность. Белая субстанция распространялась в сторону дороги и впоследствии могла достигнуть местного ручья, которым пользовалось множество горожан.

Вторым немаловажным местом, являются так называемые иловые карты, расположенные в паре километров от завода вдоль трассы, ведущей к центру города. Именно сюда сливалась основная масса отходов после перехода на проектную мощность, по словам очевидцев почти вся растительность, контактирующая с отходами, была поражена, но самое главное то, что отходы, как выяснилось, попадали в ближайший ручей, который впадал в реку Нежеголь. В июле 2016 года, была обнаружена ниже по течению массовая гибель рыбы. Этот месяц был аномально жарким (температура колебалась вплоть до +40 градусов), прошли ливневые дожди и в связке с загрязняющими веществами 4 класса опасности привели к массивному мору рыбы. Мною был произведен отбор и анализ проб в трех выбранных точках: 1) выше по течению, от места впадения ручья связанного с иловыми картами завода, 2) в месте впадения ручья и 3) ниже по

течению. Отбор производился на расстоянии около 1 км от места впадения. Анализ проводился по 4 - м показателям: ХПК, БПК - 5, фосфаты и растворенный в воде кислород.

Показатели: ХПК (химическое потребление кислорода)

Количество кислорода, потребляемое при химическом окислении содержащихся в воде органических и неорганических веществ под действием различных окислителей. Показатель используется для нормативной оценки качества воды в природных водоёмах и в сфере водопользования.

ХПК является общепринятым, важным и достаточно быстро определяемым показателем для характеристики загрязнения природных и сточных вод органическими соединениями. Величины ХПК (бихроматной окисляемости) поверхностных вод в зависимости от общей биологической, продуктивности водного объекта, степени его загрязнения, а также от содержания органических веществ естественного происхождения колеблются от долей до десятков миллиграммов в кубическом дециметре. ХПК сточных вод может достигать сотен миллиграммов в кубическом дециметре. Различают ХПК фильтрованных проб, свидетельствующее о содержании растворенных органических веществ и нефилтрованных, указывающего на общее содержание органических веществ. Норма ХПК в открытых водоемах - 30 мг/л.

Величина ХПК подвержена довольно значительным и закономерным сезонным колебаниям. В первой точке отбора (выше по течению) ХПК составило 40 мг/л. Во второй точке отбора (место впадения ручья) ХПК составило 260 мг/л. В третьей точке отбора (ниже по течению) ХПК составило 120 мг/л. Наибольшая концентрация ХПК обнаружена в месте сброса отходов органики.

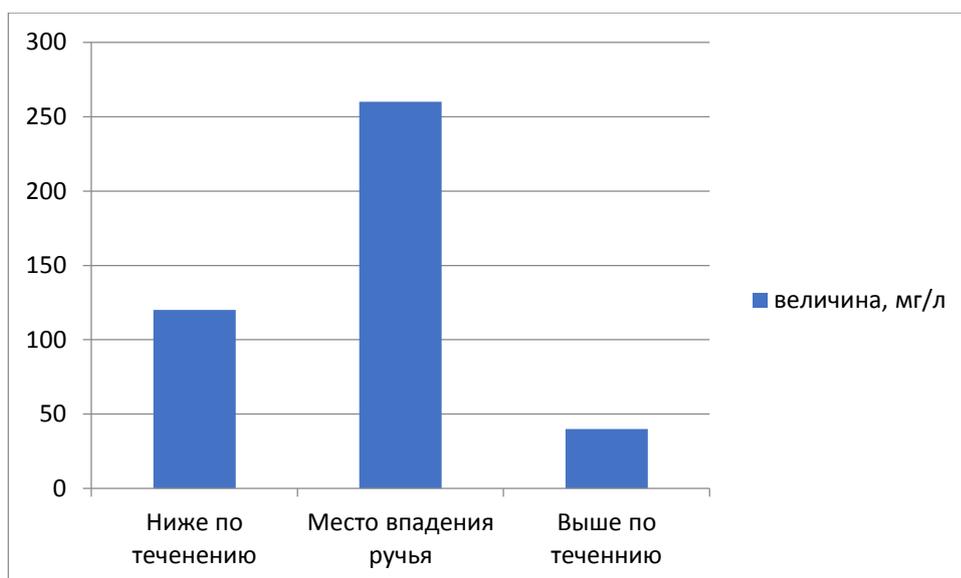


Рис. 2.2. Химическое потребление кислорода (ХПК)

БПК-5 (биологическое потребление кислорода)

Находящиеся в воде микроорганизмы в процессе своей жизнедеятельности используют растворенный в воде кислород для биохимического окисления органических соединений, в том числе загрязняющих веществ. Количество кислорода, израсходованное в определенный промежуток времени в процессе биохимического окисления органических веществ, содержащихся в анализируемой воде, называется биохимическим потреблением кислорода (далее - БПК). Этот показатель является некоторой условной мерой загрязнения вод органическими соединениями, в особенности достаточно легко подвергающимся биохимической деградации.

Норма БПК - 5 в открытых водоемах - не более 4 мг/л. В первой точке отбора (выше по течению) БПК - 5 составило 7,92 мг/л. Во второй точке отбора (место впадения ручья) БПК - 5 составило 4,97 мг/л. В третьей точке отбора (ниже по течению) БПК - 5 составило 8,45 мг/л. Наибольшая концентрация БПК-5 обнаружена ниже места сброса отходов органики.

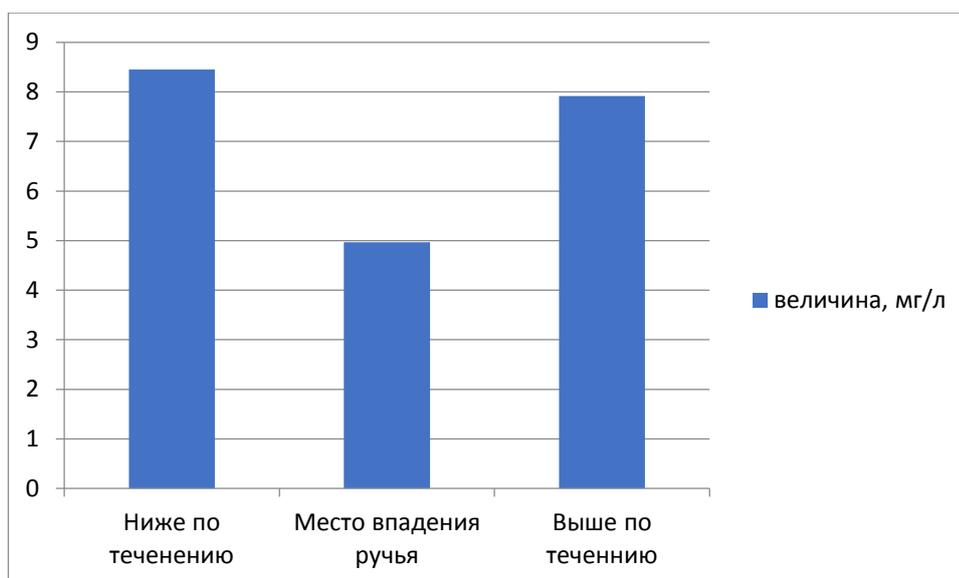


Рис. 2.3. Биохимическое потребление кислорода (БПК-5)

Фосфаты

Фосфор относится к числу биогенных элементов, имеющих особое значение для развития жизни в водных объектах. Соединения фосфора встречаются во всех живых организмах, они регулируют энергетические процессы клеточного обмена. При отсутствии соединений фосфора в воде рост и развитие водной растительности прекращается, однако избыток их также приводит к негативным последствиям, вызывая процессы эвтрофирования водного объекта и ухудшение качества воды.

Соединения фосфора попадают в природные воды в результате процессов жизнедеятельности и посмертного распада водных организмов, выветривания и растворения пород, содержащих фосфаты, обмена с донными осадками, поступления с поверхности водосбора, а также с бытовыми и промышленными сточными водами. Загрязнению природных вод фосфором способствуют широкое применение фосфорных удобрений, полифосфатов, содержащихся в моющих средствах, флотореагентов и др.

Неорганические соединения фосфора в природных водах представлены в виде ортофосфатов и полифосфатов. Норма содержания фосфатов в открытых водоемах - не более 3,5 мг/л. В первой точке отбора (выше по течению) содержание фосфатов составило 19,41 мг/л. Во второй точке отбора

(место впадения ручья) содержание фосфатов составило 47,3 мг/л. В третьей точке отбора воды (ниже по течению реки) содержание фосфатов составило 20,47 мг/л. Наибольшая концентрация фосфатов обнаружена в месте сброса отходов органики.

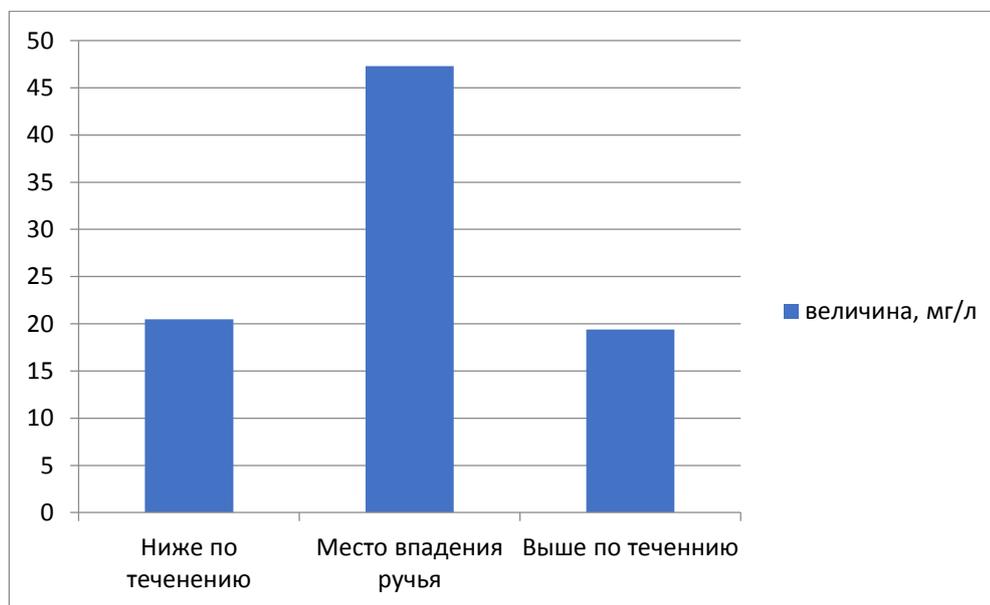


Рис. 2.4. Содержание фосфатов

Растворенный кислород

Кислородный режим в значительной степени определяет химико-биологическое состояние водных объектов и оказывает глубокое влияние на жизнь водоема. Источниками поступления кислорода в поверхностные воды являются абсорбция его из атмосферы и продуцирование в результате фотосинтетической деятельности водных организмов. Кислород также поступает в водные объекты с дождевыми и снеговыми водами.

Потребление кислорода обусловлено химическими и биохимическими процессами окисления органических и некоторых неорганических веществ, а также дыханием водных организмов. Растворенный в воде кислород находится в виде молекул O_2 . Растворимость его зависит от температуры, давления и минерализации. Растворимость кислорода при нормальном давлении называется нормальной концентрацией.

Насыщение воды кислородом, соответствующее нормальной концентрации принимается равным 100 %. Растворимость кислорода возрастает с уменьшением температуры и минерализации и увеличением давления.

Норма содержания растворенного кислорода в открытых водоемах - не менее 4 мг/л. В первой точке отбора воды (выше по течению) содержание растворенного кислорода составило 4,37 мг/л. Во второй точке отбора воды (место впадения ручья) содержание растворенного кислорода составило 7,13 мг/л. В третьей точке отбора воды (ниже по течению реки) содержание растворенного кислорода составило 2,6 мг/л. Наименьшая концентрация растворенного кислорода обнаружена ниже места сброса отходов органики.

Снижение концентрации растворенного кислорода свидетельствует об изменении биологических процессов в водоеме, о загрязнении водоема биохимически интенсивно окисляющимися веществами (в первую очередь органическими). Таким образом, был сделан вывод, что замор рыбы произошел из - за отсутствия кислорода в воде.

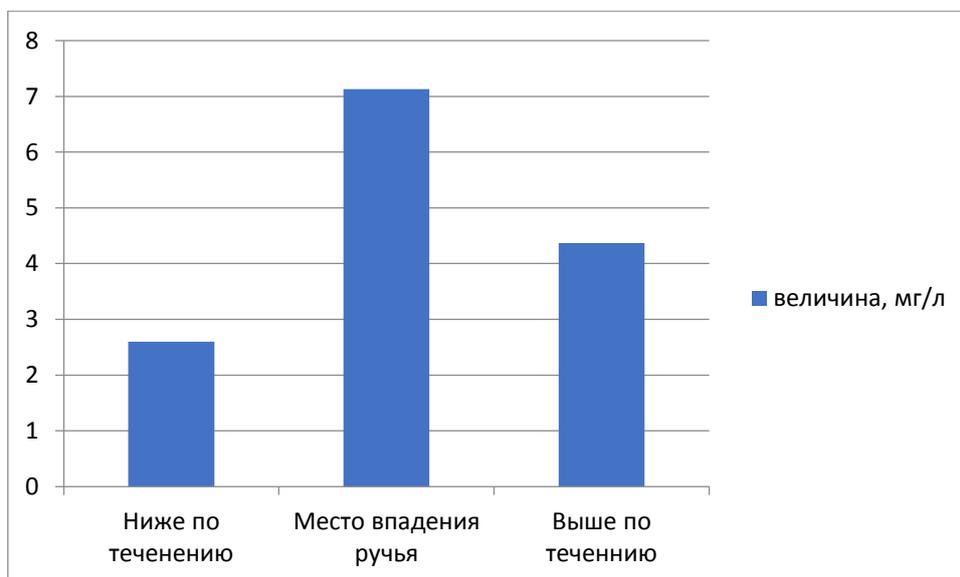


Рис. 2.5. Растворенный кислород

Помимо всего этого, в самом городе наблюдался сильный, неприятный запах, который с повышением температуры становился все более ощутимым.

По сей день это остается большой проблемой для горожан. Местные жители писали многочисленные жалобы в районную администрацию, но в качестве ответа следовало то, что строятся новые очистные сооружения, которые не могут ввести в эксплуатацию.

Население также обращалось в районную администрацию, чтобы там помогли с решением проблемы. В администрации им сказали, что сотрудники Роспотребнадзора по Белгородской области и управления экологической безопасности и надзора за объектами животного мира выехали к очистным сооружениям и зафиксировали «сильный неприятный запах, который распространяется в зависимости от направления ветра от лагуны, до места сброса отходов, которое использует ЗАО «Завод премиксов № 1». Администрацией ЗАО «Завод премиксов № 1» проводятся мероприятия по внесению в лагуну специальных ингредиентов, блокирующих появление неприятного запаха [5].

Завершение строительства новых очистных сооружений вышеуказанного предприятия было запланировано на февраль - март 2017 года. В настоящее время, новые очистные сооружения так и не были запущены. Помимо этого, по заверению отдела водных ресурсов по Белгородской области, предприятие планирует официально сбрасывать отходы своего производства в реку Нежеголь, что еще более усугубит экологическую обстановку рассматриваемого водного объекта. Все выше перечисленное повлияло на выбор объекта исследования и тем самым позволит внести вклад в решение возникшей проблемы.

2.3 Комплексная оценка загрязненности воды в реке Нежеголь по гидрохимическим показателям

В качестве основного метода исследования, мною был выбран комплексный метод оценки степени загрязненности поверхностных вод по

гидрохимическим показателям. Метод комплексной оценки степени загрязненности позволил однозначно скалярной величиной оценить загрязненность воды одновременно по широкому перечню ингредиентов и показателей качества воды, классифицировать воду по степени загрязненности, подготовить аналитическую информацию для представления государственным органам и заинтересованным организациям в удобной, доступной для понимания, научно обоснованной форме [13].

Этот метод дает возможность формализовать процессы анализа, обобщения, оценки аналитической информации о химическом составе воды и трансформировать ее в относительные показатели, комплексно оценивающие степень загрязненности и качество воды водном объекте.

Применительно к условиям и данным режимного мониторинга, для объективного установления качества воды водного объекта и достоверного определения степени их загрязненности использовалось сочетание дифференцированного и комплексного способов оценки [26]. Основными принципами метода является сочетание дифференцированного и комплексного способов оценки качества воды, что в свою очередь привело к целесообразности использования данной оценки, которая определяется шириной спектра загрязнения водных объектов и степенью загрязненности воды.

Методической основой комплексного способа является однозначная оценка степени загрязненности воды водного объекта по совокупности загрязняющих веществ: для данного водного объекта в точках отбора проб воды; за определенный промежуток времени; по выбранному набору гидрохимических показателей [18].

В качестве исходной информации использовались результаты химического анализа проб воды в 4 - х створах. При проведении расчетов комплексных показателей с целью сравнительной оценки качества воды в выбранных пунктах наблюдений, на различных участках водных объектов, использовались материалы равной репрезентативности, т.е. идентичный

перечень учитываемых ингредиентов, число взятых для рассмотрения результатов анализа.

В течении 4 - х месяцев (март, апрель, май, июнь) 2018 года, нами снова были отобраны пробы воды в реке Нежеголь. Места отбора проб были выбраны с учетом расположения основных загрязняющих производств и близости к рекреационным зонам Шебекинского района.

1) Первое место отбора проб находилось вблизи машиностроительного завода, на месте будущей пляжной зоны, перед впадением притока реки Корень на данный момент там велась реконструкция.

2) Вторая точка находилась в том же месте, где был обнаружен замор рыбы в 2016 году, ниже места впадения ручья, здесь также находится рекреационная зона, на момент взятия проб, присутствовали отдыхающие.

3) Третья, достаточно немаловажная точка отбора проб - вблизи завода «Ржевский сахарник», около 500 м ниже по течению от места расположения завода, в данной точке, в этом месте многие местные жители предпочитают заниматься ловлей рыбы.

4) Последнее место отбора проб, располагалось в селе Титовка, недалеко от базы отдыха НИУ БелГУ, примерно 2 км выше по течению реки. Все пробы отбирались в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592 - 2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» [8].

Я остановился на проведении анализа по индивидуальному перечню ингредиентов и показателей качества воды. В него входят: 1) Растворенный в воде кислород; 2) ХПК; 3) Нитриты; 4) Нитраты; 5) Аммоний ион; 6) Железо общее; 7) Хлориды; 8) Сульфаты [11].

С помощью комбинаторного индекса загрязненности воды оценивалась степень ее загрязненности по комплексу загрязняющих веществ, устанавливался класс качества воды. Комбинаторный индекс загрязненности воды может рассчитываться для любого створа, либо пункта наблюдений за состоянием поверхностных вод.

Значения ПДК для выбранных гидрохимических показателей в соответствии с ГН 2.1.5.1315 - 03 [14]

Наименование химического показателя	ПДК
Аммоний ион	0,5 мг/л
ХПК	30 мг/л
сульфаты	100 мг/л
Железо общее	0,1 мг/л
хлориды	300 мг/л
нитраты	40 мг/л
нитриты	0,08 мг/л
Растворенный кислород	Не меньше 4 мг/л

Расчет комбинаторного индекса загрязнения воды (КИЗВ)

По результатам анализа проб, проведенного при сотрудничестве с ФГБУ «Белгородская межобластная ветеринарная лаборатория», были получены следующие данные.

Таблица 2.2

Результаты анализа проб воды в первом створе

Дата		07.03.2018	10.04.2018	08.05.2018	06.06.2018
Концентрация показателей химического состава воды, мг/л	Аммоний ион	0,38	0,35	0,47	0,49
	ХПК	27,4	38,3	34,1	44,3
	сульфаты	58,5	53,4	61,9	65,7
	Железо общее	0,12	0,14	0,09	0,11
	хлориды	56,7	63,3	48,9	75,6
	нитраты	20,9	19,3	18,6	19,5
	нитриты	0,06	0,09	0,07	0,08

	Растворенный кислород	4,4	3,8	4,3	3,9
Общее количество нормируемых показателей		8	8	8	8
Количество показателей, содержание которых выше ПДК (табл. 2.1)		1	4	2	3

Наблюдения за химическим составом воды реки Нежеголь в первом створе проводился по 8 ингредиентам в течение 4 - х месяцев, по каждому показателю выполнены следующие вычисления и занесены в таблицу 2.3:

- 1) В таблицу занесены: количество определений и превышений, соответственно N_i и n_i
- 2) Определена повторяемость случаев превышения ПДК (a_i), исходя из данных N_i и n_i , значения также заносятся в таблицу, на примере расчета ($a_{\text{хпк}}$), по формуле (1.1)

$$a_{\text{хпк}} = \frac{n_{\text{хпк}}}{N_{\text{хпк}}} \times 100\% = \frac{3}{4} \times 100\% = 75\% \quad (1.1)$$

- 3) По значениям повторяемости, на основе данных (приложение А), определен частный оценочный балл (S_{a_i}), $S_{a_{\text{хпк}}} = 3$
- 4) Рассчитана кратность превышения ПДК ($C_{\text{хпк}}$), затем рассчитано среднее значение кратности превышения ПДК только по тем пробам, где есть нарушение нормативов ($\beta_{\text{ср. } i}$), на примере ($\beta_{\text{хпк}}$), по формулам (1.2; 1,3)

$$\sum \beta_{\text{хпк}} = \sum \frac{C_{\text{хпк}}}{\text{ПДК}_{\text{хпк}}} = 1,28 + 1,14 + 1,48 = 3,9 \quad (1.2)$$

$$\beta_{\text{ср.хпк}} = \frac{\sum \beta_{\text{хпк}}}{n_{\text{хпк}}} = \frac{3,9}{3} = 1.3 \text{ мг/л} \quad (1.3)$$

- 5) По значениям средней кратности превышения ПДК на основании приложения рассчитан частный оценочный балл ($S_{\beta i}$), с учетом доли частного оценочного балла, приходящегося на единицу кратности превышения ПДК для каждого ингредиента (Приложение В), например $S_{\beta \text{ хпк}} = 1,3$
- 6) Далее были рассчитаны обобщенные оценочные баллы по каждому ингредиенту, на примере ($S_{\text{хпк}}$), по формуле (1.4), получившиеся значения, также заносятся в таблицу.

$$S_{\text{хпк}} = S_{a \text{ хпк}} \times S_{\beta \text{ хпк}} = 1,3 \times 3 = 3,9 \quad (1.4)$$

- 7) После этого, значения комбинаторного индекса загрязненности воды в первом створе определены как сумма обобщенных оценочных баллов по каждому ингредиенту (S_1), по формуле (1.5).

$$S_1 = 3,9 + 3,6 + 2,2 + 8,1 = 17,8 \quad (1.5)$$

- 8) В конце вычислен удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (S'_1), по формуле (1.6).

$$S'_1 = \frac{S_1}{8} = \frac{17,8}{8} = 2,23 \quad (1.6)$$

- 9) По значениям обобщенных оценочных баллов и условию $S_i \geq 9$ нашли число КПЗ (F). $F = 0$

- 10) Вычислен коэффициент запаса (K), по формуле (1.7).

$$K = 1 - 0,1 \times F = 1 - 0,1 \times 0 = 1 \quad (1.7)$$

- 11) Исходя из всех произведенных расчетов, определен класс загрязненности воды, на основании табличных данных (приложение С), где: L – пределы в

которых находится значение комбинаторного индекса загрязнения воды, K - коэффициент запаса, N - число ингредиентов, взятых для расчета S_i , x - натуральное от 1 до 11, в зависимости от класса и разряда. Тем самым, было выяснено, что воду в первом створе по комплексу изучаемых ингредиентов можно охарактеризовать, как загрязненная 3 - го класса.

Таблица 2.3

Расчет комбинаторного индекса загрязненности воды по первому створу

Показатели загрязненности	N_i	n_i	$a_i, \%$	S_{ai}	$\sum \beta_i$	$\beta_{cp. i}$	$S_{\beta i}$	S_i
Аммоний ион	4	0	0	0	0	0	0	0
ХПК	4	3	75	3	3,9	1,3	1,3	3,9
сульфаты	4	0	0	0	0	0	0	0
Железо общее	4	3	75	3	3,7	1,2	1,2	3,6
хлориды	4	0	0	0	0	0	0	0
нитраты	4	0	0	0	0	0	0	0
нитриты	4	1	25	2	1,1	1,1	1,1	2,2
Раст. кислород	4	2	50	3	15	7,5	2,7	8,1

По аналогии с первым створом, были рассчитаны и определены классы загрязненности воды в остальных точках отбора проб, все данные вынесены в таблицы (2.4 - 2.9).

Таблица 2.4

Результаты анализа проб во втором створе

Дата		07.03.2018	10.04.2018	08.05.2018	06.06.2018
Концентрация показателей химического состава воды, мг/л	Аммоний ион	0,32	0,46	0,51	0,53
	ХПК	28,4	27,7	32,1	40,2
	сульфаты	76,3	79,1	84,9	107,6
	Железо общее	0,07	0,13	0,11	0,09
	хлориды	38,8	46,1	53,2	48,7

	Нитраты	18,6	21,3	21,9	20,1
	нитриты	0,07	0,09	0,1	0,08
	Растворенный кислород	3,7	4,2	3,1	3,2
Общее количество нормируемых показателей		8	8	8	8
Количество показателей, содержание которых выше ПДК (табл. 2.1)		1	2	4	4

Результаты расчета по второму створу (табл. 2.5):

$$S_2 = 19,5; S'_2 = 2,44; K = 1$$

Вода во втором створе характеризуется, как загрязненная, 3 - го класса. Превышения ПДК в течение рассматриваемого периода наблюдалось по следующим ингредиентам: аммоний - ион, ХПК, сульфаты, железо общее, нитриты и растворенный кислород. На основании частных оценочных баллов по повторяемости выявлено, что основной вклад в загрязнение вносит: растворенный кислород. Остальные показатели имели среднюю повторяемость и низкие значения обобщенного оценочного балла в диапазоне от 2 до 3. По хлоридам и нитратам, превышений не обнаружено.

Таблица 2.5

Расчет КИЗВ по второму створу

Показатели загрязненности	N_i	n_i	$a_i \%$	S_{ai}	$\sum \beta_i$	$\beta_{cp. i}$	$S_{\beta i}$	S_i
Аммоний ион	4	2	50	2	2,1	1,05	1,05	2,1
ХПК	4	2	50	2	2,3	1,15	1,15	2,3
сульфаты	4	1	25	2	1,1	1,1	1,1	2,2
Железо общее	4	2	50	2	2,4	1,2	1,2	2,4
хлориды	4	0	0	0	0	0	0	0

нитраты	4	0	0	0	0	0	0	0
нитриты	4	2	50	2	2,35	1,2	1,2	2,4
Раст. кислород	4	3	75	3	22,5	7,5	2,7	8,1

Таблица 2.6

Результаты анализа проб в третьем створе

Дата		07.03.2018	10.04.2018	08.05.2018	06.06.2018
Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/л	Аммоний ион	0,51	0,38	0,4	0,49
	ХПК	27,1	38,9	40,1	29,2
	сульфаты	73	85,5	102,6	94,1
	Железо общее	0,07	0,05	0,08	0,09
	хлориды	26,2	28,9	35,1	35,8
	нитраты	20,8	21,9	20,9	19,8
	нитриты	0,03	0,09	0,08	0,07
	Растворенный кислород	4,4	3,8	3,5	3,1
Общее количество нормируемых ингредиентов		8	8	8	8
Количество ингредиентов, содержание которых выше ПДК (табл. 2.1)		2	3	3	3

Результаты расчета по третьему створу (табл. 2.7):

$$S_3 = 18,4; S'_3 = 2,3; K = 1$$

Вода в третьем створе характеризуется, как загрязненная, 3 - го класса. Превышения ПДК по: аммоний иону, сульфатам, общему железу и нитритам имели единичный характер. Наибольший показатель по значению обобщенного оценочного балла, у растворенного кислорода. Хлориды и нитраты - в пределах нормы.

Расчет КИЗВ по третьему створу

Показатели загрязненности	N_i	n_i	$a_i, \%$	S_{ai}	$\sum \beta_i$	$\beta_{cp. i}$	$S_{\beta i}$	S_i
Аммоний ион	4	1	25	2	1	1	1	2
ХПК	4	2	50	3	2,6	1,3	1,3	3,9
сульфаты	4	1	25	2	1	1	1	1
Железо общее	4	1	25	2	1.1	1.1	1.1	2,2
хлориды	4	0	0	0	0	0	0	0
нитраты	4	0	0	0	0	0	0	0
нитриты	4	1	25	2	1.1	1.1	1.1	2.2
Раст. кислород	4	3	75	3	22,5	7,5	2,7	8,1

Таблица 2.8

Результаты анализа проб в четвертом створе

Дата		07.03.2018	10.04.2018	08.05.2018	06.06.2018
Концентрация ингредиентов и показателей химического состава и свойств воды, мг/л	Аммоний ион	0,36	0,41	0,44	0,39
	ХПК	32,4	25,1	33,3	26,6
	сульфаты	68,4	71,1	60,5	66,1
	Железо общее	0,13	0,11	0,11	0,09
	хлориды	29,1	34,9	32,6	40,2
	нитраты	20,5	22,9	19,8	21,1
	нитриты	0,03	0,03	0,07	0,08
	Растворенный кислород	5,2	4,6	3,8	4,5
Общее количество нормируемых ингредиентов		8	8	8	8
Количество ингредиентов, содержание которых выше ПДК (табл. 2.1)		2	2	3	2

Результаты расчета по четвертому створу (табл. 2.9):

$$S_4 = 12,3; S'_4 = 1,5; K = 1$$

Вода в четвертом створе характеризуется, как слабо загрязненная, 2 - го класса. Превышения ПДК зафиксированы по ХПК, железу и растворенному кислороду и имеют степень повторяемости выше средней. Значения обобщенного оценочного балла варьируется от 3,3 до 5,4. По показателям: аммоний ион, сульфаты, хлориды, нитраты и нитриты превышений не выявлено. Наибольший оценочный балл по повторяемости наблюдается по железу.

Таблица 2.9

Расчет КИЗВ по четвертому створу

Показатели загрязненности	N_i	n_i	$a_i \%$	S_{ai}	$\sum \beta_i$	$\beta_{cp. i}$	$S_{\beta i}$	S_i
Аммоний ион	4	0	0	0	0	0	0	0
ХПК	4	2	50	3	2,2	1.1	1.1	3,3
сульфаты	4	0	0	0	0	0	0	0
Железо общее	4	3	75	3	3,5	1,2	1,2	3,6
хлориды	4	0	0	0	0	0	0	0
нитраты	4	0	0	0	0	0	0	0
нитриты	4	0	0	0	0	0	0	0
Раст. кислород	4	1	25	2	7,5	7,5	2,7	5,4

По результатам всех расчетов и полученных данных можно сделать выводы о том, максимальный вклад в загрязнение воды в реке Нежеголь приносят показатели растворенного кислорода, ХПК и общего железа. На это указывают оценочные баллы по повторяемости превышений, а также общие оценочные баллы, превышения были обнаружены во всех анализируемых створах. По хлоридам и нитратам превышения не наблюдались, ни в одном из пунктов отбора проб. Превышения по сульфатам найдены только во втором и третьем створе и имели не существенный

характер, повторяемость была на низком уровне. Также, во втором и третьем анализируемом пункте, имелись не значительные превышения по аммоний - иону. Повышенные концентрации нитритов наблюдались в первых трех створах, и также имели незначительный характер, в четвертом, значения были приближены к значениям ПДК, но, тем не менее, оставались в пределах нормы [4].

Значения комбинаторного индекса загрязнения воды показывают следующее (рис. 2.5). В первом створе значение УКИЗВ достигает 2,23, что характеризует воду как загрязненную, место отбора проб было выбрано с учетом расположения в непосредственной близости машиностроительного завода, помимо этого, здесь ведется реконструкция городского пляжа. Наибольшее значение УКИЗВ выявлено во втором створе отбора проб, в месте, где в 2016 году был обнаружен мор рыбы, ниже по течению, от места впадения ручья. Ручей протекает через поперечное сечение города Шебекино, от иловых картов завода Премиксов. В третьем створе значение УКИЗВ равняется 2,3. В данном месте отбора проб вблизи расположен завод «Ржевский сахарник», в 2010 году из - за утечки из пруда накопителя, здесь также произошла массовая гибель рыбы, по результатам исследования проб воды, были превышения по некоторым химическим показателям в 2 - 6 раз, как сообщила пресс - служба Роспотребнадзора. В четвертом створе, значение УКИЗВ резко падает до 1,5 и является минимальным показателем.

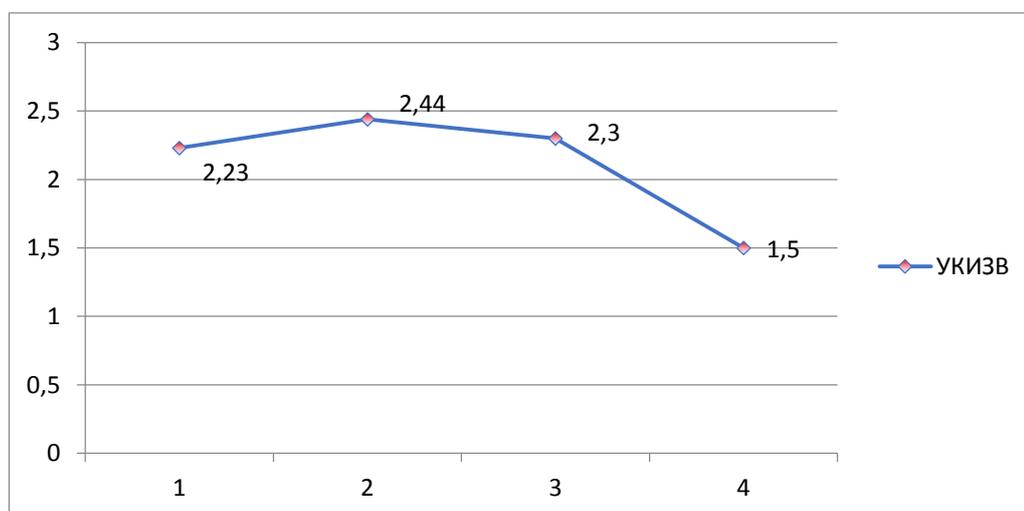


Рис. 2.6. График распределения значений УКИЗВ по створам

Такое резкое снижение удельного комбинаторного индекса объясняется тем, что ниже по течению реки от первого створа отбора проб, огромное влияние имеет приток реки Нежеголь - река Корень. Расход воды в 3 км от устья достигает $0,95 \text{ м}^3/\text{с}$, что является отличным показателем среди малых рек. Тем самым, в месте впадения реки Корень в реку Нежеголь, происходит процесс смешения водных масс, благодаря чему происходит разбавление концентраций химических показателей.

ГЛАВА 3. ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ МЕРОПРИЯТИЙ ПО МИНИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РЕКИ НЕЖЕГОЛЬ

3.1 Пути решения основных экологических проблем реки

С одной стороны, можно идти по пути сокращения расхода воды во всех сферах деятельности человека. С другой стороны, можно снижать наступление промышленных загрязнителей, либо изменяя технологию производства, либо совершенствуя способы очистки сточных вод.

Так, потребление и загрязнение природных вод можно значительно сократить, если шире вводить замкнутые циклы (т.е. многократно использовать воду в одном и том же производственном цикле без сброса в водоемы), повторно использовать сточные воды, а также переходить на технологии, основанные на меньшем потреблении воды [22].

В течении последних 5 лет вся производственная деятельность области организуется в рамках бассейновой концепции природопользования. В том числе реализуются мероприятия по благоустройству родников, расчистке заиленных участков рек, ремонту гидротехнических сооружений. Так, в регионе реализован проект по обустройству родников на территории Белгородской области, в результате расчищено и обустроено более 60 родников. Для предотвращения развития эрозионных процессов, способствующих заилению малых рек региона, землепользователями проводятся мероприятия по залужению ложбин на полях, внедрение травопольных севооборотов и посадка древесно-кустарниковой растительности на склоновых землях (только за 2016 - 2017 года облесено более 14,0 тыс. га), созданию защитных прибалочных и приовражных лесополос [12]. Среди успешно реализованных проектов и такой социально значимый проект как: «Организация использования водных объектов в рекреационных целях органами территориального общественного самоуправления», в рамках которого 178 ТОСов создали рекреационные

зоны на 203 водоемах области, зарыбив 189 из них по норме 210 кг рыбопосадочного материала на 1 га водного зеркала. Проект обеспечил возможность организации отдыха практически в шаговой доступности более чем для 500 тыс. белгородцев, включая Шебекинский район [3].

Администрацией городского поселения города Шебекино, принимаются различные методы и меры, для улучшения экологической обстановки в целом и в том числе реки Нежеголь в Шебекинском районе. За последнее время был организован ряд мероприятий по охране окружающей среды, благоустройству и улучшению санитарной культуры на территории города Шебекино и Шебекинского района. Вот некоторые из них:

1) были выполнены мероприятия по соблюдению режима зон санитарной охраны объектов водоснабжения (артскважины, водонапорные башни, подземные резервуары, водоразборные колонки, общественные шахтные, трубчатые колодцы общего пользования);

2) обеспечено безопасное размещение, хранение отходов производства, лакокрасочной продукции на предприятиях, расположенных вдоль реки Нежеголь (ООО «Завод моющих средств», ЗАО «Шебекино - мел», ОАО «Шебекинский машиностроительный завод», ООО «Краски Шебекино-Мел», ООО «Кожевенная химия» и др.;

3) приняты меры по ликвидации несанкционированных свалок;

4) были проведены массовые работы по благоустройству и озеленению, наведению санитарно-экологического порядка в лесных массивах, зонах отдыха, прибрежной зоны реки Нежеголь, городском парке, Титовском бору;

5) созданы и обустроены рекреационные зоны на берегах реки.

Данные мероприятия положили основу для улучшения экологической обстановки в Шебекинском районе и реки Нежеголь в частности, но тем не менее, как показывают исследования, этого недостаточно, для обеспечения благоприятного экологического состояния водного объекта. Но стоит отдать должное, ведь во многих районах Белгородской области, о состоянии окружающей природной среды вспоминают в последнюю очередь.

Администрация Шебекинского района стоит на правильном пути и показывает хороший пример в развитии области рационального природопользования.

3.2 Рекомендуемые мероприятия по снижению антропогенной нагрузки на реку Нежеголь

Играя огромную роль в развитии народного хозяйства, водные ресурсы подвержены значительному антропогенному влиянию. Определяющий фактор антропогенного воздействия на качество поверхностных вод - это локальный сброс в водоемы сточных вод.

На снижение негативного воздействия и улучшение состояния водных объектов направлены мероприятия, проводимые в регионе. Основная часть очистных сооружений - около 65%, работает с использованием биохимического метода очистки сточных вод. На предприятиях и очистных сооружениях района регулярно проводится капитальный ремонт систем очистки воды. Вводятся в эксплуатацию технологии оборотного водоснабжения, механического обезвоживания осадка сточных вод, предприятия региона оборудуются локальными очистными сооружениями (ЛОС), на которых воды проходят необходимую очистку до достижения критериев сброса по качеству стоков. Большая часть загрязняющих элементов поступает в водоем вместе со сточными водами крупных предприятий [24]. Очистка воды - один из путей решения проблемы загрязнения воды. Владельцы предприятий должны озаботиться установкой качественных очистных сооружений. Наличие таких устройств, конечно, не способно полностью прекратить выброс отравляющих веществ, но позволит значительно снизить их концентрацию. Соблюдение нескольких простых правил поможет в значительной степени снизить уровень загрязнения воды: Избегать попадания бытовых отходов в канализационную систему. По

возможности очищать от мусора близлежащие водоемы и пляжи. Не использовать синтетические удобрения. Лучше всего в качестве удобрений подойдут органические бытовые отходы, скошенная трава, опавшие листья либо компост. Утилизировать выбрасываемый мусор. Для очистки дренажных вод необходимо организовать их деминерализацию с одновременной очисткой от вредных примесей.

Развивая орошение, необходимо в его основу заложить водосберегающую технологию полива, способствующую резкому увеличению эффективности этого вида мелиорации. Но до сих пор коэффициент полезного действия оросительной сети остаётся невысоким, потери воды составляют примерно 30% от общего объёма её забора.

Существенным резервом нормированного использования влаги является правильный выбор и рациональное применение различных способов полива сельскохозяйственных угодий. Для экономии воды в развитых странах применяют полив методом дождевания, что обеспечивает почти 50% экономии воды.

Чтобы природные системы сумели восстановиться, необходимо прежде всего прекратить дальнейшее поступление отходов в реки. Для защиты вод от загрязнения необходимо знать характер и интенсивность возможного вредного влияния загрязнений при тех или иных их концентрациях и особенно предел допустимых концентраций (ПДК) загрязнений вод. Последний не должен иметь превышения, чтобы не нарушить нормальные условия культурно - бытового и рыбохозяйственного водопользования и не нанести ущерб как здоровью населения, так и местной флоре и фауне, расположенных ниже по течению от места выпуска сточных вод [29].

Исходя из всего вышесказанного, можно выделить основные меры по снижению уровня загрязнения в реке Нежеголь, а именно:

- 1) Ограничивать промышленные сбросы в реку.
- 2) Очищать русла и поймы реки от скопившегося мусора.
- 3) Совершенствовать технологии производства и технологии

утилизации отходов.

4) Осуществление жесткого контроля за сбросами с полей удобрений и ядохимикатов.

5) Довести качество сброса сточных вод городских очистных сооружений г. Шебекино до норм рыбохозяйственного значения.

6) Провести общественно - поучительные мероприятия по донесению до населения всей важности проблем, связанных с экологическим состоянием реки Нежеголь.

7) Обустроить водоохранные зоны и прибрежные полосы

3.3 Мероприятия по снижению уровня загрязнения реки промышленными предприятиями города Шебекино

Загрязнение рек, достаточно серьезная проблема в нынешних реалиях, водопотребление увеличивается с каждым годом, а качество вод постоянно ухудшается. Государственные органы на национальном и международном уровне создают требования к осуществлению деятельности предприятий и поведению людей [19]. Эти рамки находят отражение в документах, регламентирующих процедуры контроля воды и работы систем очистки. Выделим следующие способы очистки:

1) Механическая или первичная. Её задача - предотвратить попадание в водоёмы крупных предметов. Для этого на трубах, по которым идут стоки, устанавливают специальные решётки и фильтры, задерживающие их. Требуется своевременно проводить очистку труб, иначе засор может стать причиной аварии.

2) Специализированная. Призвана улавливать загрязнители какого-то одного типа. Например, существуют ловушки для жиров, нефтяных пятен, хлопьевидных частиц, которые осаждаются с помощью коагулянтов.

3) Химическая. Подразумевает, что сточные воды будут использованы повторно в замкнутом цикле. Поэтому, зная их состав на выходе, подбирают химические вещества, которые способны вернуть воду в первоначальное состояние. Обычно это техническая вода, а не питьевая.

4) Третичная очистка. Чтобы воду можно было использовать в быту, сельском хозяйстве, в пищевой промышленности, её качество должно стать безупречным. Для этого её необходимо обрабатывать специальными составами или порошками, способными в процессе многоэтапной фильтрации задержать тяжёлые металлы, вредные микроорганизмы и другие вещества [31].

Зачастую, не каждое предприятие может позволить себе строительство таких очистных сооружений, с полным циклом очистки, следовательно, необходим еще больший контроль за такими предприятиями,

Также важным аспектом является взимание платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ и перечисление взимаемых средств на разработку новых безотходных технологий и сооружений по очистке. Необходимо снижать размер платы за загрязнения окружающей среды предприятиям с минимальными сбросами, что в дальнейшем будет служить приоритетом для поддержания минимума сброса или его уменьшения [33]. Главный аспект в пути решения проблемы загрязнения водных ресурсов кроется, прежде всего, в области разработки развитой законодательной базы, которая позволила бы реально защитить окружающую среду от вредного антропогенного воздействия, а также изыскании путей реализации этих законов на практике.

Помимо этого, важной частью снижения степени загрязнения водного объекта является процесс проектирования новых промышленных предприятий, необходимо предусматривать мероприятия по резкому сокращению или предотвращению объемов сброса в водоемы загрязненных сточных вод, стремиться к улучшению технологических процессов на предприятиях агропромышленного комплекса, направленных на уменьшение количества отходов и отбросов, утилизировать их в процессе производств [25].

Основная стратегия снижения водопотребления в промышленности - увеличение степени оборачиваемости воды в производственном цикле. Однако, в итоге, после множественного использования в технологическом процессе, останется еще более загрязненная вода, и тогда встает далеко не тривиальный, но актуальный вопрос, как поступить дальше.

Самым главным вопросом в снижении уровня промышленного загрязнения, естественно является то, как контролируют рабочий процесс руководство заводов, как и сколько внимания они уделяют очистке и утилизации отходов производства.

Также, не меньшую роль играет компетентность, профессионализм и внимательность работников этих предприятий, ведь они являются ключевым звеном в функционировании каждого завода, от качества выполнения их работы зависит вероятность возникновения риска промышленного загрязнения, не говоря уже о чрезвычайных ситуациях, возникающих в основном из - за невнимательности сотрудников производств [10].

В Шебекинском районе, было зафиксировано немало случаев такого халатного отношения работников и руководства, данный факт, подтверждает большое количество новостей от местных средств массовой информации. Одной из последних новостей стало постановление суда о несоблюдение экологических требований при обращении с отходами производства и потребления ЗАО «Завод премиксов №1», в результате которого, суд обязал выплатить штраф в размере двухсот тысяч рублей, но тем не менее, иловые карты, из - за которых и был вынесен вердикт по - прежнему отравляют реку Нежеголь, так как суд не постановил, чтобы завод произвел очистку данных иловых картов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении, хочется отметить, что Шебекинский район и река Нежеголь в частности, подвержены постепенно возрастающему антропогенному влиянию, за счет развития промышленности в данном регионе. Административный центр Шебекино, по своему экономическому потенциалу на протяжении многих лет является одним из основных промышленных городов Белгородской области. Всего в городе насчитывается более ста предприятий и организаций.

Основу промышленности района и города представляют 15 крупных предприятий. Структура промышленности определяется тремя основными отраслями: машиностроение и металлообработка (Машиностроительный завод, ЗАО "Белогорье", завод автоспецоборудования), химическая промышленность (Завод моющих средств, Биохимический завод, Завод кормовых концентратов), производство строительных материалов (Меловой завод, Завод железобетонных конструкций). Развита также и пищевая промышленность (2 сахарных завода, макаронный комбинат, маслодельный завод). Основными источниками загрязнения реки Нежеголь являются хозяйственно - бытовые и промышленные сточные воды, ливневой сток, загрязненные грунтовые воды за счет проникновения загрязнителей с полей фильтрации, занимающих большую площадь (72.6 % территории - сельхозугодья). Основными сельскохозяйственными предприятиями являются: ПОБЕДА - село Белянка, НИВА - село Первое Цепляево, ВОСХОД - село Бершаково и производственное предприятие РАССВЕТ - село Максимовка.

Для Шебекинского района, как и для других районов Белгородской области в последние полвека характерна интенсификация аграрного природопользования и развитие промышленности. Многие предприятия химического производства уже прекратили свою деятельность, но постоянно этот пробел в экономике закрывает строительство более совершенных, более

производительных заводов. Вместе с этим увеличивается и количество сбросов и выбросов в окружающую среду, за счет больших объемов производства [32].

Помимо этого, в Шебекинском районе, река Нежеголь, как и многие другие водные объекты Белгородской области, используется в рекреационных целях. За счет того, что город Шебекино расположен вдоль реки, существует немалое количество прибрежных зон отдыха. На сегодняшний день, в городе имеется несколько перспективных мест для развития рекреационных зон.

В ходе исследования, были выполнены поставленные цели и задачи, а именно: оценена степень загрязненности реки и разработаны мероприятия по улучшению ее экологического состояния.

1. Изучена современная экологическая обстановка в бассейне реки Нежеголь.

2. Изучена и применена на практике методика комплексной оценки загрязненности вод, которая позволила определить точки наибольшей антропогенной нагрузки на водный объект.

3. Оценено качество воды в рассматриваемом объекте по различным гидрохимическим показателям.

4. Произведен анализ полученных результатов, на основе которого разрабатывался комплекс рекомендуемых мероприятий по снижению антропогенной нагрузки.

5. Разработан комплекс мероприятий по улучшению нынешнего экологического состояния реки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян А. Б., Широков В. М. Рациональное использование и охрана водных ресурсов. Екатеринбург: Изд - во «Виктор», 1994. - 319 с.
2. Авакян А.Б., Широков В.М. «Рациональное использование водных ресурсов». Екатеринбург: «Виктор», 1994.
3. Алексеевский Н. И., Евстигнеев В. М, Христофоров А. В., Храменков С. В. Общие подходы к оценке гидроэкологической безопасности территории речных бассейнов // Вестн. Моск. Ун - та. Сер. 5. География. 2000. № 1. С. 22 - 27.
4. Алексеевский Н. И., Жук В. А., Заславская М. Б., Фролова Н. Л. Кризисные экологические ситуации в водных объектах и методы их выявления // География и окружающая среда. М.: ГЕОС, 2000. С. 333-342.
5. Алексеевский Н. И., Фролова Н. Л., Жук В. А. Современные и ожидаемые гидрологические ограничения природопользования на Европейской территории России // Проблемы безопасности в водохозяйственном комплексе России. Краснодар, 2010. С. 8 - 20.
6. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Анализ рисков и управление безопасностью. М.: Знание, 2008. - 641 с.
7. Безопасность России. Экологическая безопасность, устойчивое развитие и природоохранные проблемы. М.: Знание. 1999. - 604 с.
8. Вода. Отбор проб для микробиологического анализа: ГОСТ Р 53415-2009 (ИСО 19458:2006). – Введ. 2011-07-01. – М.: Стандартинформ, 2010. – 16 с
9. Водные ресурсы России и их использование / под ред. И. А. Шикломанова. СПб.: Государственный гидрологический институт, 2008. - 600 с.
10. Водный кодекс Российской Федерации. Официальный текст. - М.: Издательская группа «Инфра М - КОДЕКС», 1996. – С 34 – 37.

11. Вредные химические вещества. Неорганические соединения I-IV групп: справ. изд./ Под ред. В.А. Филова. - Л.: Химия,1988. – С 35 – 40.
12. Временные методические рекомендации по оперативному прогнозированию загрязненности рек. - Л: Гидрометеиздат, 1981. - 102 с.
13. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы/ Под ред. Т.В. Гусевой. - М.: Форум, инфра - М, 2010.
14. ГН 2.1.5.1315 - 03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно - питьевого и культурно - бытового водопользования ». - Москва,2003.
15. Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2009 году». М.: НИА Природа, 2010. 288 с.
16. Давыдов, Л. К. Общая гидрология / Л. К. Давыдов, А. А. Дмитриева, Н. Г. Конкина. Л.: Гидрометеиздат, 1973. - С. -221 - 335.
17. Данилов - Данильян В.И., Лосев КС. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты. М.: Наука, 2006. - 141 с.
18. Емельянова В.П., Данилова Г.Н. К оценке качества воды водотоков// Гидрохимические материалы. - 1980. - Т. 68. - С. 118 - 125.
19. Знаменский, В. А. К оценке возможности использования водных объектов для сброса сточных вод / В. А. Знаменский. // Водные ресурсы. - М., 1980. /№3. - С. 76 - 78.
20. Знаменский, Вит. А. Динамика массотока в водотоке / Вит. А. Знаменский; ФГУП СибНИИГиМ. Красноярск, 2006. - С. 38 - 40.
21. Ильясова З. З. Санитарная гидробиология: учебное пособие: / З. З. Ильясова. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2015. – 122 с
22. Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 1997 год/ Гидрохимический институт. - СПб. : Гидрометеиздат, 2000. - 316 с.
23. Кумсиашвили Г. П. Гидроэкологический потенциал водных ресурсов. М.: Академкнига, 2005. - 268 с.

24. Методические основы оценки антропогенного влияния на качество поверхностных вод / под ред. проф. А. В. Караушева. - Л.: Гидрометеиздат, 1981.
25. Михеев, Н.Н. Предельно допустимые экологические нагрузки на водные объекты и принципы оптимизации комплекса водоохраных мероприятий / Н. Н. Михеев, С. В. Яковлев, А. П. Нечаев, Б. С. Набродов, Е. В. Мясникова, А. В. Максимов, С.Н. Шашков. // Инженерная экология. - 1997. - №2. - С. 19 - 28.
26. Никаноров А.М. Гидрохимия: учеб. пособие - Л.: Гидрометеиздат, 1989.
27. Никанорова А. М. Научные основы мониторинга качества вод. СПб: Гидрометеиздат, 2005. - 546 с.
28. Новикова, О. В. Санитария и гигиена в рыбоводстве/ О. В. Новикова. – М.: Агропромиздат, 2006. – 91 с.
29. Онищенко Г.Г. Вода и здоровье // Экология и жизнь. - 1999. - №4. - С. 95 – 97.
30. Перечень предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. М.: Изд-во «Мединор», 1995. - 220 с.
31. Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. - М., 1991. - С 15 - 21.
32. Проблемы безопасности в водохозяйственном комплексе России. Краснодар, 2010. - 429 с.
33. Христофоров А. В. Эколого-экономические основы водопользования. М.: Изд-во МГУ, 2010. - 191 с.
34. Черкинский С.Н. «Санитарные условия спуска сточных вод в водоёмы». Москва: «Стройиздат», 1977

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица 1

Классификация воды водных объектов по значению повторяемости случаев
загрязненности

Повторяемость, %	Характеристика загрязненности воды	Частный оценочный балл по повторяемости S_{ai}	Доля частного оценочного балла, приходящаяся на 1 % повторяемости
[1; 10)	Единичная	[1; 2)	0,11
[10; 30)	Неустойчивая	[2; 3)	0,05
[30; 50)	Характерная	[3; 4)	0,05
[50; 100)	Устойчивая	4	-

Классификация воды водных объектов по кратности превышения ПДК

Кратность превышения ПДК	Характеристика уровня загрязненности	Частный оценочный балл по кратности превышения ПДК $S_{\beta i}$	Доля частного оценочного балла, приходящаяся на единицу кратности превышения ПДК
(1; 2)	Низкий	[1; 2)	1,00
[2; 10)	Средний	[2; 3)	0,125
[10; 50)	Высокий	[3; 4)	0,025
[50; ∞]	Экстремально высокий	4	-

Классификация качества воды водотоков по значению комбинаторного
индекса загрязненности воды

Класс	Характеристика состояния загрязненности воды	Комбинаторный индекс загрязненности воды					
		без учета числа КПЗ	в зависимости от числа учитываемых КПЗ				
			1 (K = 0,9)	2 (K = 0,8)	3 (K = 0,7)	4 (K = 0,6)	5 (K = 0,5)
1-й	Условно чистая	$1N_j$	$0,9N_j$	$0,8N_j$	$0,7N_j$	$0,6N_j$	$0,5N_j$
2-й	Слабо загрязненная	$(1N_j; 2N_j]$	$(0,9N_j; 1,8N_j]$	$(0,8N_j; 1,6N_j]$	$(0,7N_j; 1,4N_j]$	$(0,6N_j; 1,2N_j]$	$(0,5N_j; 1,0N_j]$
3-й	Загрязненная	$(2N_j; 4N_j]$	$(1,8N_j; 3,6N_j]$	$(1,6N_j; 3,2N_j]$	$(1,4N_j; 2,8N_j]$	$(1,2N_j; 2,4N_j]$	$(1,0N_j; 2,0N_j]$
4-й	Грязная	$(4N_j; 11N_j]$	$(3,6N_j; 9,9N_j]$	$(3,2N_j; 8,8N_j]$	$(2,8N_j; 7,7N_j]$	$(2,4N_j; 6,6N_j]$	$(2,0N_j; 5,5N_j]$
5-й	Экстремально грязная	$(11N_j; \infty]$	$(9,9N_j; \infty]$	$(8,8N_j; \infty]$	$(7,7N_j; \infty]$	$(6,6N_j; \infty]$	$(5,5N_j; \infty]$



Рис. 1 Перспективная модель рекреационной зоны села Купино