

С.А. Гагарин
О.В. Гагарина
И.Ю. Рубцова

**Методические рекомендации по
производственной практике и научно-
исследовательской работе по теме
«Исследование факторов и процессов
разбавления сточных вод в водных объектах
урбанизированной территории»
студентов направления подготовки
05.04.06 «Экология и природопользование»**



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
Институт естественных наук
Кафедра экологии и природопользования

С.А. Гагарин
О.В. Гагарина
И.Ю. Рубцова

**Методические рекомендации по
производственной практике и научно-
исследовательской работе по теме
«Исследование факторов и процессов
разбавления сточных вод в водных объектах
урбанизированной территории»
студентов направления подготовки
05.04.06 «Экология и природопользование»**



Ижевск
2019

УДК 520/504:001.8(075)
ББК 20.1я73
Г 367

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ

Рецензенты: д.г.н., профессор И.И. Рысин;
к.г.н, доцент А.Ф. Кудрявцев

Гагарин С.А., Гагарина О.В., Рубцова И.Ю.

Г 367 Методические рекомендации по производственной практике и научно-исследовательской работе по теме «Исследование факторов и процессов разбавления сточных вод в водных объектах урбанизированной территории» студентов направления подготовки 05.04.06 «Экология и природопользование» – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2019. – 54 с.

ISBN 978-5-4312-0688-7

В методических рекомендациях изложены содержание, структура и методические принципы проведения производственной практики и научно-исследовательской работы магистров 2-го курса обучения направления подготовки «Экология и природопользование». Отражены особенности научного исследования, его методологическая и методическая составляющие, связывающие производственную практику магистров с современными прикладными областями знаний.

УДК 520/504:001.8(075)
ББК 20.1я73

ISBN 978-5-4312-0688-7

© Гагарин С.А., Гагарина О.В., Рубцова И.Ю., 2019
© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	5
I. Цели, задачи проведения НИР и формируемые компетенции	9
II. Требования по технике безопасности	14
III. Методологическая основа научно-исследовательской работы	18
IV. Теоретические и методические основы научно-исследовательской работы	21
V. Структура научно-исследовательской работы	27
5.1. Подготовительный этап	27
5.2. Этап полевых исследований	30
5.3. Камеральный этап	33
Список использованных источников	47
Приложение 1	49
Приложение 2	50

Введение

Научная деятельность – одна из многих форм самовыражения личности обучающегося.

Она всесторонне развивает интеллектуальные, творческие способности человека, навыки к поиску, синтезу и анализу необходимой информации.

Важнейшими особенностями научной деятельности студентов являются:

1) соподчиненность ее целей и задач с целями и задачами учебного процесса; 2) ее основными мотивами является познание; 3) она осуществляется под руководством преподавателей; 4) в процессе научной работы у студентов формируется профессиональная самостоятельность, способность к творческому решению задач.

Научно-исследовательская работа (далее в тексте, НИР) – вид научных занятий, в процессе которых студент самостоятельно решает научно-исследовательские задачи.

В структуре научной деятельности специалисты выделяют два основных компонента: деятельность по познанию окружающего мира (теоретико-прикладная) и практико-ориентированная деятельность в адрес среды [1].

В теоретико-прикладной деятельности можно выделить следующие направления: познавательное, прогнозирующее, проектирующее, просветительское. В рамках научно-исследовательской работы студенты занимаются:

- определением проблем, задач и методов научного исследования;
- получением новой информации на основе наблюдений, опытов, научного анализа, эмпирических данных;
- реферированием научных трудов, составлением аналитических обзоров накопленных сведений в мировой науке и производственной деятельности;

- обобщением полученных результатов в контексте ранее накопленных в науке знаний;

- формулированием выводов и практических рекомендаций на основе репрезентативных и оригинальных результатов исследований;

- проведением комплексных исследований отраслевых, региональных, национальных и глобальных экологических проблем, разработкой рекомендаций по их разрешению;

- оценкой состояния, устойчивости и прогнозом развития природных комплексов;

- оценкой состояния здоровья населения и основных демографических тенденций региона по имеющимся статистическим отчетным данным;

- просвещением окружающих, воспитанием экологической культуры населения;

- распространением опыта научно обоснованной экологически безопасной практико-ориентированной деятельности при организации собственной жизнедеятельности и среды обитания для людей [1].

Само понятие «исследование» означает процесс поиска и формирования новых научных знаний. Исследование всегда содержит в себе активное начало – наблюдение, изучение, эксперимент и т. д. Таким образом, исследование — это действия человека, направленные на получение нового знания.

Результатом научно-исследовательской деятельности является новое достоверное знание о мире.

И если в структуре бакалавриата при выполнении курсовых и дипломных работ основное место имеет, как правило, *обучающее исследование*, то в формировании профессионального самосознания, в частности исследовательской культуры магистранта, основную роль играет *исследующее обучение*.

Процесс исследующего обучения осуществляется в пять этапов, последовательность их может меняться по мере изменения субъекта и объекта исследования. Эти этапы магистранты

многократно циклически реализуют от начала исследования до вступления в стадию эксперимента, а также повторяют их в процессе анализа экспериментальных данных и вновь - в стадии рефлексии всей исследовательской работы [2]:

- дивергенция - расширение границ предметно-проблемного поля путем увеличения числа аспектов рассмотрения познаваемого объекта. На этом этапе субъект исследования определяется в своих исследовательских потребностях и возможностях и получает теоретическое обоснование для дальнейших исследовательских действий, обосновывает для себя актуальность, новизну и будущую теоретическую значимость своей работы;

- интерпретация - возможность на основе одного текста создавать другие, используя методы целевой репрезентации;

- трансформация - разработка инновационных принципов и концепций, позволяющих осуществить переход от познания, исследования проблемы к методологии изменения, преобразования объекта;

- конвергенция - сближение позиций и точек зрения научного руководителя и молодого исследователя, выбор оптимального варианта решения проблемы из множества альтернативных. На этом этапе молодой исследователь уточняет компоненты гипотезы, продуцирует идеи по построению модели решения проблемы на основании изученного содержания источников и под влиянием управляющих вопросов руководителя;

- конструирование собственных моделей, проектов и программ с последующим их внедрением в образовательный процесс.

Магистрант проводит мысленный эксперимент, прогнозируя результаты внедрения авторской концепции или модели; определяет комплекс критериев оценки результатов и внешние показатели, маркеры, позволяющие отследить движение к цели исследования — решению значимой теоретической проблемы [2].

Научно-исследовательская работа по теме *«Исследование факторов и процессов разбавления сточных вод в водных объектах урбанизированной территории»* призвана развить интеллектуальные, творческие способности студентов, привить им навыки к поиску информационных и электронных ресурсов, к синтезу, анализу и обработке всей необходимой информации для решения прикладных задач в области охраны водных ресурсов.

Данная тема исследования выбрана с учетом нескольких объективных причин.

Во-первых, в контексте данного исследования уже существуют многолетние работы, проводимые кафедрой экологии и природопользования. Накопленный пласт научных трудов по рассматриваемым проблемам городских водных объектов – приемников сточных вод всегда содержит предпосылки для нового исследования.

Во-вторых, по данной тематике можно найти большое количество источников, что облегчает самостоятельную работу студента.

В третьих, эта тема имеет практическую значимость – в промышленном городе водные объекты испытывают мощнейшую техногенную нагрузку от организованных источников загрязнения (в Ижевске порядка двух десятков разрешенных выпусков сточных вод в поверхностные водные объекты).

И, наконец, в четвертых, выбранная тема исследования отвечает целям данного образовательного направления подготовки студентов 05.04.06 «Экология и природопользование».

Сведения об использованных источниках в данном пособии располагаются в порядке появления ссылок на эти источники в тексте.

I. Цели, задачи проведения НИР и формируемые компетенции

Целями научно-исследовательской работы *«Исследование факторов и процессов разбавления сточных вод в водных объектах урбанизированной территории»* являются:

а) формирование знаний, умений и навыков магистрантов по самостоятельному проведению научно-исследовательской работы для решения новых научных и прикладных задач в области экологии и природопользования, геоэкологии, охране водных ресурсов;

б) приобретение обучающимися студентами практических навыков и компетенций, опыта самостоятельной профессиональной деятельности.

Задачами научно-исследовательской работы являются:

- изучение научных направлений в области гидроэкологии и моделирования природно-технических систем и применение ;

- обеспечение становления профессионального научно-исследовательского мышления магистрантов, их готовности к профессиональному самосовершенствованию, развитию логического, инновационного мышления и творческого потенциала;

- формирование представления об основных профессиональных задачах и способах их решения;

- формирование методологических, методических и организационных навыков реализации научно-исследовательских работ;

- формирование у студентов навыков работы с прикладными программами и программными комплексами, умения анализировать полученные результаты и использовать их в

практической деятельности для решения насущных проблем экологии и природопользования.

По способу проведения данная практика относится к стационарным практикам и осуществляется на базе лаборатории экологии УдГУ, в пределах водных объектов города Ижевска.

Научно-исследовательская работа входит в вариативную часть ОП ВО магистратуры и адресована студентам 2 курса (3,4 семестры обучения) дневной формы обучения направления подготовки магистров 05.04.06 «Экология и природопользование».

Самостоятельная работа студентов по данному исследованию ведется непрерывно.

Проведение научно-исследовательской работы невозможно без формирования у студентов соответствующей научной базы.

Действительно, прохождению производственной практики по данной теме предшествует освоение студентами в период 1 и 2 семестров обучения следующих необходимых дисциплин: Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании, Методология научно-исследовательской работы, Экологическое нормирование, Современные проблемы экологии и природопользования.

Знания, умения и навыки, полученные при выполнении научно-исследовательской работы, используются каждым обучающимся при выполнении темы магистерской диссертации (выпускной квалификационной работы) и в профессиональной деятельности.

Прохождение НИР направлено на **формирование** у обучающихся следующих общекультурных (ОК), профессиональных (ПК), общепрофессиональных (ОПК) **компетенций** (табл.1).

**Перечень планируемых результатов обучения при
прохождении НИР**

Номер/ индекс компе- тенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате прохождения НИР обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	методологию и методику научно-исследовательской деятельности	1. выявлять и систематизировать и анализировать основные идеи в научных текстах; 2. критически и объективно оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника	1. навыками поиска, сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; 2. навыками выбора методов и средств решения задач для достижения цели исследования
ОК-3	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	возможные сферы и направления саморазвития и профессиональной самореализации, пути использования творческого потенциала	1. выявлять и характеризовать проблемы саморазвития, 2. формулировать цели профессионального и личностного развития, оценивать свои творческие возможности	1. основными методами самооценки профессиональной деятельности; 2. приемами к совершенствованию творческого потенциала

ОПК-6	<p>владение методами оценки репрезентативности материала, объема выборки при проведении количественных исследований, статистическими методами сравнения полученных данных и определения закономерностей</p>	<p>1. основные принципы обработки цифровой информации; 2. математико-статистические методы для обработки информации; 3. прикладные программы и программные комплексы в экологии и природопользовании</p>	<p>1. самостоятельно и профессионально использовать современные компьютерные технологии при статистической обработке информации; 2. анализировать и оценивать данные своей НИР с помощью математико-статистических методов</p>	<p>1. методами оценки репрезентативности материала, объема и качества выборок при проведении количественных исследований, 2. сравнительно-аналитическими методами сравнения</p>
ПК-1	<p>способность формулировать проблемы, задачи, методы научного исследования, получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа, обобщать полученные результаты и формулировать выводы и практические рекомендации</p>	<p>1. задачи и методы научного исследования; 2. правила оформления рефератов, научных отчетов и научных статей</p>	<p>1. составлять аналитические обзоры накопленных сведений в науке и производственной деятельности 2. формулировать проблемы, задачи и методы научного исследования; 3. получать достоверные факты на основе наблюдений, опытов и научного анализа; 4. реферировать научные труды и составлять аналитические отчеты</p>	<p>1. навыками научного анализа экологических проблем и процессов; 2. методами поиска, анализа и синтеза информации и данных, используемых в научной работе; 3. навыками применения новейших достижений в экологии и природопользовании при решении научных и практических задач</p>

ПК-2	<p>способность творчески использовать в научной и производственной технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры</p>	<p>фундаментальные и прикладные разделы специальных дисциплин программы магистратуры</p>	<p>самостоятельно и профессионально использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин программы магистратуры</p>	<p>интеллектуальным и творческим потенциалом для решения научных и прикладных задач</p>
ПК-3	<p>владение основами проектирования, экспертно-аналитической деятельности и выполнения исследований с использованием современных подходов и методов, аппаратуры и вычислительных комплексов</p>	<p>1. нормативные и теоретические основы проектирования и экспертно-аналитической деятельности; 2. современные подходы и методы, аппаратуру и вычислительные программные комплексы</p>	<p>1. применять основы проектирования и экспертно-аналитической деятельности в научно-исследовательской работе; 2. использовать современные программы и программные комплексы для решения проблем экологии и природопользования</p>	<p>1. методическими принципами проектирования и экспертно-аналитической деятельности в научно-исследовательской работе; 2. современными программами и программными комплексами для решения профессиональных задач</p>

II. Требования по технике безопасности

Поскольку, научно-исследовательская работа включает в себя в том числе и практику на водных объектах, перед ее выполнением должен быть проведен соответствующих инструктаж по технике безопасности.

Беседу со студентами проводит руководитель научно-исследовательской работы. Ниже изложены основные моменты этой беседы.

Все, допущенные к работам на водных объектах студенты должны знать и уметь применять способы спасения утопающих и способы оказания первой помощи при несчастных случаях, а также уметь пользоваться походной аптечкой, которая должна находиться на месте полевых работ. Надо всегда точно знать, в какой ближайшим медицинский пункт должен быть направлен пострадавший для оказания дальнейшей медицинской помощи после того как ему оказана первая помощь.

Очень серьезным является требование, чтобы все работающие на водном объекте студенты умели плавать.

Не допускается производить работы и плавать на участках рек ближе 0,5 км ниже различных затворов и лесных заломов ввиду опасности их внезапного прорыва [3].

При производстве работ надо остерегаться отвесных берегов, подверженных обрушениям.

При переходе через водные объекты [4]:

- запрещаются переправы: по плавнику, выступающим из воды камням и т.п.; с использованием неисправных или ненадежных переправочных средств и в условиях, не гарантирующих безопасность; по заламам и поваленным деревьям без шестов и охранных веревок; без обуви и шестов при переправах вброд; через водные преграды любой ширины во время

сильного дождя, тумана, при сильном ветре и большой волне, а переправы вброд, кроме того, и в паводки;

- к охранный веревке во всех случаях ее применения при переправах через реки вброд необходимо привязываться вспомогательным шнуром (скользящей петлей). Переходить реку необходимо с некоторым отклонением вверх по течению. При переходе рек вброд с рюкзаком ремни последнего должны быть ослаблены;

- переправы вброд пешком при температуре воды ниже 12°C могут быть допущены только при небольшой ширине реки;

- глубина брода при пешей переправе не должна превышать 0,7 м при скорости течения до 1 м/с; 0,5 м при скорости течения 2 - 3 м/с. Запрещается переход рек при больших глубинах или при большой скорости течения, а также рек, несущих крупную гальку и валуны;

- переправы вброд на автомобилях и другой технике допускаются только на участках с твердым и ровным дном. Предельная глубина брода при скорости течения реки 1,5 - 2,0 м/с не должна превышать для автомобилей 0,3 - 0,4 м. При переправах на автомобилях следует не допускать попадания воды в распределитель зажигания;

- уклоны спусков к броду и выездов не должны превышать для автомобилей 10°;

- запрещается идти и ехать близко от кромки берегового обрыва при подходе или подъезде к месту брода и после преодоления его. Преодолевать брод на автомобилях следует на небольшой скорости, без переключения передач и остановок;

- запрещаются переправы на отдельных бревнах и плохо связанных плотях. Прочность и грузоподъемность плота должны быть проверены пробной загрузкой.

При промерах глубин лотом запрещается:

использовать лоты массой более 10 кг без применения механических лебедок;

наматывать лотлинь на руку;

выполнять промеры, стоя на борту или с сиденья лодки (катера), а также перегибаться за борт.

При работе поперек течения лот опускается с верхнего по течению борта лодки (катера).

Промер глубин по проложенным по дну реки (водоема) кабелям и дюкерам разрешается производить только эхолотами с соблюдением мер предосторожности на мелководье [5].

Все участники работ на акваториях в случае внештатной ситуации обязаны твердо усвоить нижеследующие правила:

- не плыть от опрокинувшейся лодки к берегу, а держаться за лодку и вместе с ней подплывать к берегу;

- постараться освободиться от всех лишних предметов, одежды, какие можно сбросить с себя;

- если с берега организуется действенная помощь, то не торопиться доплыть до берега, а беречь силы, стараться поддерживаться на плаву;

- при подошедшей на помощь лодке, не пытаться влезть в нее с борта, чтобы не опрокинуть ее [3].

После инструктажа по технике безопасности руководитель научно-исследовательской работы проводит подробный инструктаж по ходу ведения работ.

После полученных указаний, касающихся порядка и способов выполнения задания, каждый студент приступает к работе под наблюдением руководителя практики.

В течение всего учебного дня руководитель должен контролировать действия студентов-практикантов для ведения репрезентативного обследования водного объекта и применения верных приемов работы с гидрологическим оборудованием.

Залогом хорошей работы студентов в ходе полевых работ на водном объекте являются: четкое знание каждым практикантом своих обязанностей и следование им; строгая очередность выполнения всех этапов исследования; знание принципов работы с оборудованием; аккуратное и тщательное ведение полевой документации; соблюдение дисциплины и техники безопасности.

III. Методологическая основа научно-исследовательской работы

По мнению автора пособия, методологией данного исследования являются два метода: метод системного анализа и метод структурного анализа.

При использовании системного анализа пользуются схемой, которая успешно может быть применена и в данном исследовании:

- постановка задачи;
- выбор альтернативных путей ее решения;
- исследование всех ресурсов, расходуемых для решения задачи;
- составление модели;
- выбор критериев оценки модели;
- сравнение альтернатив и принятие решений [6].

В силу качественной разнородности явлений и частей сложных систем их нередко невозможно свести к знакам и числам, что ограничивает применение теории системного анализа, и тогда *системный метод выражается в виде структурного подхода*.

Структурный подход заключается в обнаружении структурных отличий и сходств между элементами и уровнями, позволяющем описать объект изнутри за счет новой организации обширного эмпирического материала.

В географических исследованиях структурный подход используется наиболее широко. С ним связано понятие геосистемного подхода как системно-ориентированной методологии научного поиска, когда природные ресурсы исследуются географическими методами одновременно как компонент природной среды и элемент производительных сил в процессах многофункционального природопользования. Отсюда основополагающая роль принадлежит понятиям структуры и

связей геосистемы. Современный этап в геоэкологических исследованиях характеризуется сочетанием двух четко проявляющихся тенденций: первая — углубление в области решения обособленных задач и связанное с этим множество подходов, вторая — все более осознаваемая необходимость разработки общенаучной методологии, призванной объективно ставить и решать задачи, связанные с устойчивостью природных систем, функционированием эколого-социально-экономических районов, развитием всей системы «природа—общество».

Именно такая необходимость возникает при составлении и обосновании природоохранных программ, планировании мероприятий по охране природы, снижению возможных экологических рисков [7].

Структурный анализ позволяет:

- выявить закономерности взаимосвязей компонентов системы;

- определить степень сложности данной системы, т.е. на каких уровнях находятся элементы относительно друг друга, равны ли они по значению друг другу или носят субординационный характер;

- сравнить данную систему с другими системами. При этом функционирование системы рассматривается в двух плоскостях: внутренней и внешней.

Внутреннее функционирование системы обусловлено взаимодействием ее элементов.

Внешнее – воздействием на систему извне. В рассматриваемом случае – воздействием на водные экосистемы со стороны внешних источников техногенных воздействий (выпуски производственных сточных вод, выпуски ливневой канализации города).

Основными принципами реализации системного подхода, уточняющими его сущность, являются:

- принцип целостности, который отражает специфику свойств системы, зависимость каждого элемента, свойства и отношения внутри системы от их места и функций внутри целого;
- принцип структурности, позволяющий описывать системы как структуры через раскрытие совокупности связей и отношений между ее элементами;
- принцип взаимозависимости внешних и внутренних факторов системы;
- принцип иерархичности, предполагающий рассмотрение объекта в трех аспектах: как самостоятельной системы, как элемента системы более высокого уровня, как системы более высокого иерархического уровня по отношению к ее элементам, рассматриваемых, в свою очередь, как системы;
- принцип множественности представления системы, означающий необходимость создания множества моделей для описания системного объекта;
- принцип историзма, требующий изучения системы и ее элементов не только как статических, но и как динамичных, имеющих историю своего развития [8].

IV. Теоретические и методические основы научно-исследовательской работы

Разбавление сточных вод - это процесс снижения концентрации загрязняющих веществ в водоемах, вызванный перемешиванием сточных вод с водной средой, в которую они выпускаются.

Разбавление сточных вод в водотоках зависит от совместного действия двух основных групп факторов: 1) гидрологических и гидродинамических условий реки; 2) конструктивных и технических характеристик выпусков сточных вод [9].

Область водного объекта, находящуюся под воздействием сточных вод, принято подразделять на зону загрязнения и зону влияния. Зона загрязнения, та зона, где в результате поступления сточных вод от выпуска происходит нарушение естественных биохимических процессов, содержание загрязнителя в природных водах при этом превышает установленные для водного объекта санитарно-гигиенические нормативы. Зона влияния выпуска – это область в водном объекте, в которой приход сточных вод из зоны загрязнения или непосредственно из выпуска сточных вод не приводит к нарушению нормативного качества воды [].

Достаточно полное перемешивание вод потока со сточными водами осуществляется на значительном расстоянии от места сброса сточных вод. Теоретически створ полного перемешивания в потоке оказывается на бесконечном расстоянии от места выпуска, поэтому достаточно говорить о створе достаточного перемешивания. Створ достаточного перемешивания наступает тогда, когда сточные воды на 80% смешиваются с водой водоема

Разбавление является одним из основных факторов обезвреживания сточных вод поступивших в водоем. Оно действует одинаково как на консервативные, так и на неконсервативные вещества.

Процесс разбавления сточной жидкости в речном потоке обусловлен смешением загрязненных струй со смежными более чистыми струями под влиянием турбулентного перемешивания [6].

На рис. 1 представлена схема распространения сточных вод в водоеме при рассредоточенном выпуске. Видно, что участок водоема от места выпуска сточных вод до сечения, где произошло полное перемешивание, условно делят на три зоны. В зоне I процесс начального разбавления происходит за счет увлечения жидкости водоема турбулентным потоком струи сточной воды, истекающей из выпускных устройств. Концентрация загрязнений уменьшается до тех пор, пока разность скоростей струй сточной воды и жидкости водоема не станет минимальной. В зоне II процесс основного разбавления происходит за счет турбулентного перемешивания. Градиент концентраций загрязнений по длине этой зоны значительно меньше, чем в первой зоне. В зоне III процесс разбавления закончен, снижение концентраций загрязнений в ней происходит только за счет биологических процессов.

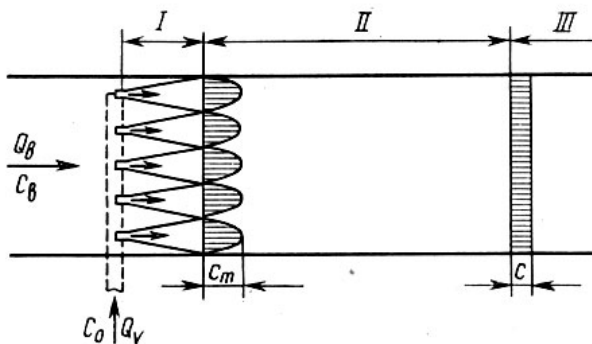


Рис. 1 Схема распространения сточных вод в водоеме [10]

Основным уравнением теории разбавления сточных вод является полученное В.М. Маккавеевым в 1931 году

дифференциальное уравнение турбулентной диффузии. Оно описывает перенос вещества в потоке под влиянием турбулентного перемешивания, и для консервативного вещества в общем случае имеет вид [6]:

$$v_x \frac{dc}{dx} + v_y \frac{dc}{dy} + v_z \frac{dc}{dz} - D_x \frac{d^2c}{dx^2} - D_y \frac{d^2c}{dy^2} - D_z \frac{d^2c}{dz^2} = - \frac{dc}{dt} ,$$

где x, y, z – координатные оси соответственно вдоль потока, нормально направлению потока в горизонтальной плоскости, например от левого берега к правому, и в вертикальной плоскости, например сверху вниз; v_x, v_y, v_z – компоненты скорости течения по соответствующим координатам; D – коэффициент турбулентной диффузии; c – концентрация компонента.

Практический метод расчета турбулентного перемешивания, который основан на численном способе решения дифференциального уравнения, был предложен А.В. Караушевым в 1946 г.

Этот метод позволяет получать поле концентраций вещества в пределах всей расчетной области от места выпуска до рассматриваемого створа.

Для условия пространственной задачи уравнение турбулентной диффузии в форме конечных разностей записывается в виде:

$$\frac{\partial_x S}{\partial X} = \frac{D}{V_p} \left(\frac{\partial^2_y S}{\partial Y^2} + \frac{\partial^2_z S}{\partial Z^2} \right).$$

Между продольным и поперечным размерами расчетных элементов устанавливается следующее соотношение:

$$\partial X = 0.25 V_p \partial Z^2 / D \text{ и } \partial Z = 0.5 Q_{cm} / (H_{cp} V_p),$$

где D - коэффициент турбулентной диффузии;

$Q_{ст}$ - расход сточных вод ($\text{м}^3/\text{с}$);

V_p - скорость течения реки ($\text{м}/\text{с}$);

$H_{ср}$ - средняя глубина водного объекта на расчетном участке (м).

Вся расчетная область потока делится плоскостями, параллельными координатным, на расчетные клетки, тем самым получив систему параллелепипедов со сторонами ∂x , ∂y , ∂z . Пронумеровав каждый параллелепипед вдоль оси X через 1, 2, ..., k-1, k, k+1, k+2 и т.д.; вдоль оси Y через 1, 2, ..., n-1, n, n+1, n+2 и т.д.; вдоль оси Z через 1, 2, ..., m-1, m, m+1, m+2 и т.д., Караушев получил выражение для определения концентрации вещества в расчетном параллелепипеде под номером k,n,m:

$$C_{k,n,m} = 1/4(C_{k-1,n-1,m} + C_{k-1,n,m-1} + C_{k-1,n+1,m} + C_{k-1,n,m+1}),$$

где C - концентрация вещества в каждом параллелепипеде.

Из этого выражения следует, что концентрация вещества в каждом расчетном параллелепипеде представляет собой среднее арифметическое из концентраций четырех параллелепипедов, граничащих с расчетным.

В результате расчетов, выполняемых от поперечника к поперечнику, получают поле концентраций на участке ниже места сброса загрязняющих веществ, т.е. формула Караушева позволяет установить расчетным путем концентрации веществ в параллелепипедах последующего сечения по распределению концентраций в параллелепипедах предыдущего сечения [6].

На основе уравнения турбулентной диффузии Караушевым получено решение для пространственной задачи, в которой изменение концентрации вещества учитывается по длине, ширине и глубине потока.

Детальный метод расчёта разбавления сточных вод применяется в случае, когда необходимо получить распределение концентраций загрязняющих веществ во всей области распространения сточных вод в водном объекте, т.е. построить стационарные поля загрязнения на расчетном участке реки [6].

Для проведения данного расчета была использована программа Зеркало++ (разработчик НПО «Логус», г. Москва) для моделирования процессов разбавления сточных вод от предприятия.

Данная программа обеспечивает прогноз количественных характеристик показателей химического состава воды относительно мест проектируемых или действующих выпусков сточных вод для трех типов водных объектов - проточных и замкнутых водоемов, прибрежных зон морей. Для проточных водоемов расчет разбавления может выполняться по методу Родзиллера и методу Караушева. Для замкнутых водоемов разбавление рассчитывается по методу Руффеля и методу Караушева.

Данная программная модель может учитывать расход природных вод, гидрометрию водного объекта на расчетном участке, коэффициент шероховатости дна реки, технические характеристики выпуска (диаметр оголовка, тип выпуска, глубину заложения и т.п.), т.е. параметры, влияющие на процесс турбулентного перемешивания потока струи стоков с речной водой. Программа так же позволяет распечатывать графическую и табличную информацию о распространении загрязняющих веществ в заданном участке водного объекта.

В результате проведенного моделирования по методу Караушева строятся поля концентраций, где с помощью изолиний наглядно изображено распространение загрязняющих веществ в водном объекте, а также графики, которые показывают изменение концентрации загрязняющего вещества по длине водного объекта в максимально-загрязненной струе водного объекта (т.е. наихудшее состояние по загрязненности воды).

V. Структура научно-исследовательской работы

Законченный цикл научно-исследовательской работы включает в себя три этапа работ: подготовительный, полевой и камеральный. По продолжительности эти этапы относятся друг к другу примерно как 1:1:2.

5.1. Подготовительный этап

Началом исследования является получение от преподавателя или самостоятельная постановка студентом задания, которое достаточно ясно определяет основную цель исследования и разработку программы практики.

После этого производится поиск (мобилизация) материалов, касающихся избранной территории и направления работ.

В аспекте рассматриваемой темы исследования, это, большей частью, картографические, фондовые, справочные, проектные материалы (том нормативов допустимых сбросов, отчеты по результатам инженерно-гидрометеорологических и экологических изысканий).

Перечень данных, которые необходимо собрать студентам для исследования процесса разбавления сточных вод и прогноза качества природных вод:

1. Результаты качественного химического анализа природных вод в фоновом створе мониторинга (выше по течению выпуска стоков);
2. Результаты качественного химического анализа сточных вод от источника загрязнения;
3. Водохозяйственный индекс водного объекта;
4. Морфометрическая характеристика водного объекта (средняя ширина русла водотока, средняя и максимальная глубина русла, шероховатость дна русла или шероховатость нижней

кромки льда при расчете в подледный период, коэффициент извилистости русла);

5. Гидрологическая характеристика водного объекта (средняя скорость течения воды в районе выпуска, расход воды 95% обеспеченности в летне-осеннюю и зимнюю межень);

6. Данные по выпуску сточных вод (расположение выпуска по берегу и от берега; конструкция выпуска, тип оголовка, диаметр выпуска, глубина заложения).

7. Данные по источнику загрязнения (среднегодовой, среднечасовой и максимально-часовой расходы сточных вод от источника загрязнения).

После процесса мобилизации всех материалов производится их тщательное изучение.

Место полевых работ перед выездом на водные объекты необходимо предварительно подробно изучить по картам крупного масштаба (1:10000, 1:25000) или по аэро-фотоснимкам и космоснимкам, для избежания работы в районе развития опасных геоморфологических, гидрологических и гидрогеологических процессов.

Кроме того, работа с картографическим материалом крупного масштаба даст студентам много нужных сведений о речной долине.

Так, на карте масштаба 1:10000 в пойме более или менее значительной реки хорошо читается по горизонталям грядистый рельеф.

На картах масштаба 1:25 000 это уже не всегда возможно и часто выделяется целиком участок грядистой поймы, т.е. целая совокупность взаимосвязанных урочищ.

На карте же масштаба 1:200 000 даже целиком всю пойму практически невозможно проследить по горизонталям, так как сечение горизонталей 20 м, а относительные превышения террас над поймой могут составлять 5-10 м. В этом случае, для определения границ между затапливаемой низкой поймой и надпойменной террасой помогают другие косвенные признаки, читаемые по топографической карте, например граница луга и пашни. Вдоль реки на карте показана заболоченность, позволяющая, как-бы, «нащупать» пойму. Может помочь и размещение населенных пунктов, которые, как правило, находятся вне поймы. Во всяком случае, многоэтажной застройки на пойме не будет нигде, если только это не искусственная насыпь на бывшей пойме. Шоссейная дорога «без нужды» также не пойдет по пойме, а пойдет по террасе или коренному берегу. Если же она пересекает речную долину, то ее отрезок на пойме выделится знаком насыпи [11].

Все участки для полевых работ необходимо закладывать в условиях доступности подъезда техники и свободного подхода к руслу реки студентов, с учетом безопасности проведения работ (учитывая крутизну и характер прилегающих склонов речной долины, проявление опасных природных процессов, таких как обрушение и осыпание склонов, подтопление и заболоченность местности и т.п.).

Условия проходимости определяют по следующим критериям:

- характер покрытия местности и направление дорог;
- рельеф местности — направление долин и оврагов по отношению к оси движения, абсолютные высоты, относительные превышения и крутизна скатов;
- почвенно-грунтовые условия;
- время года и состояния погоды;
- растительность (лес, кустарник);

- наличие водных преград на пути маршрута, их характеристики [3].

Необходимый для полевых работ картографический материал следует отсканировать, отсерокопировать или сфотографировать, если нет возможности взять в поле оригинал. Предпочтение нужно отдать более новым картам (схемам, снимкам) и картографическому материалу, близкому по масштабу к масштабу научного исследования.

Завершением предполевого изучения материалов может явиться предварительная карта речного бассейна с нанесенными на нее основными необходимыми элементами (трассировка полевого маршрута, участки безопасного спуска к водному объекту, створы гидрометрических и гидрологических работ и т.п.).

5.2. Этап полевых исследований

Полевые работы начинаются с рекогносцировочного обследования, прилегающего к выпуску сточных вод, участка речного бассейна и части речного русла, попадающего под воздействие организованного источника загрязнения.

Первая задача рекогносцировки - предварительное ознакомление с территорией и выбор основных участков речного бассейна и створов на русле реки, подлежащих детальному изучению;

Вторая задача - выявление степени соответствия материала, собранного студентами в предлевой этап из различных информационных и электронных ресурсов, действительной обстановке на водном объекте.

Третья задача - выработка единой для всех студентов методики наблюдений и фиксации их результатов.

После рекогносцировки осуществляется характеристика физико-географического и экологического состояния рассматриваемой территории. Пристальное внимание уделяется состоянию паводко-пойменного комплекса, который снижает скорость миграции загрязняющих веществ и способствует образованию локальных пятен загрязнения, которые впоследствии выступают в качестве источников вторичного загрязнения грунтовых вод, а впоследствии и речной воды.

До проведения гидрометрических и гидрологических работ в русле реки (когда возможно взмучивание воды) студенты оценивают загрязненность воды (наличие плавающих пятен и пленок нефтепродуктов, бытового и производственного мусора, пены у берегов и т.п.).

Определяются показатели шероховатости поймы и дна речного русла, механический состав донных отложений.

При этом осуществляются соответствующие фотоработы.

Только после этого приступают к работам в акватории водного объекта (определение ширины русла, средней и максимальной глубины русла, измерение скорости течения воды) в основных створах - створах, приближенных к организованным выпускам сточных вод.

Для исследования динамики процесса, гидрологические и гидрометрические работы в русле реки осуществляются в основные фазы водного режима.

Определение поверхностной и придонной скоростей течения воды может осуществляться гидрометрическими вертушками.

При их отсутствии поверхностные скорости течения фиксируются поплавковым методом.

Глубины русла определяются с помощью градуированной гидрометрической штанги или водомерной рейки (на ручьях и малых реках) или лота (эхолота) на средних и крупных реках.

Более подробно специфика данных работ описана в пособии «Геоэкологические исследования в рамках учебной...» [12].

Результаты полевых работ сводятся в таблицу. Пример подобной таблицы, заполненной в ходе подобной практики (таблицы лучше заготовить заранее, в виде множества бланков, удобных для заполнения в поле) приведен в прил.1.

При описании русла реки и поймы особое внимание уделяется параметрам, отвечающим за гидравлические условия смешения сточных вод с речными водами – скорость течения и шероховатость русла и поймы (прил.2).

5.3. Камеральный этап

Последовательность и время проведения отдельных видов работ камерального периода должны быть заранее строго продуманы и запланированы.

Результаты измерений и наблюдений, зафиксированные в поле и записанные на бланках, а также материал, собранный студентами в ходе подготовки к полевым работам, на данном этапе подвергают тщательной обработке.

Камеральный этап один из самых длительных в данном исследовании. По рассматриваемой тематике он может быть разбит на две стадии:

- моделирование процесса разбавления сточных вод в исследуемом водном объекте:
- составление научно-исследовательского отчета.

Первая стадия камеральной обработки материала осуществляется в компьютерном классе, оснащенном программными продуктами для моделирования разбавления сточных вод. В нашем случае – это оснащение программой «Зеркало++» (НПО «Логус»), используемой для моделирования

процессов разбавления сточных вод от организованных источников загрязнения.

Работая с этим программным продуктом, студенты, на основе собранных ими данных на подготовительном и полевом этапе исследования, формируют четыре базы информации:

1. свойства водного объекта;
2. характеристики выпуска сточных вод и самого источника загрязнения (промышленное предприятие);
3. фоновые концентрации загрязняющих веществ;
4. выбранные репрезентативные условия и методики расчета разбавления сточных вод.

Процесс формирования баз требует достаточно много времени. В зависимости от объема собранного материала, подготовленности студента к работе и его интеллектуальных способностей, он может занять от 2-3 до 4-5 академических часов.

После занесения всех баз, программой осуществляется расчет разбавления (от нескольких секунд до минуты), после которого снова начинается продолжительный по времени процесс – процесс визуализации студентами полученных результатов, анализ, оценка и прогноз ситуации на водном объекте – приемнике сточных вод.

В результате этой сложной работы происходит формирование информационной компетентности студентов.

Это очень важно, так как экспериментальные работы специалистов в этой отрасли знания [13] показывают, что существует тесная связь между уровнем информационной компетентности студентов, активностью их учебно-исследовательской деятельности и эффективностью их самостоятельной работы.

Основные результаты первой стадии камерального этапа исследования:

I. Поперечные профили глубин русла, скоростей течения воды (поверхностной и придонной) в разные гидрологические циклы.

Пример подобных профилей представлен ниже, на рис.2.

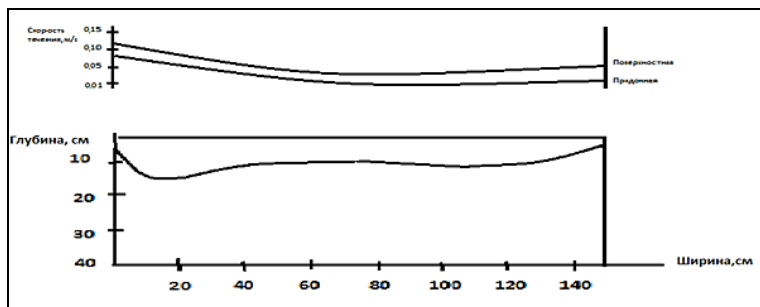


Рис. 2. Поперечный профиль глубин русла реки Карлутка и скорость течения воды в зимнюю межень в створе № 1 [14]

II. Выявление гидрологических и морфометрических особенностей рек – приемников сточных вод:

1. Изменчивость гидрологических и морфометрических характеристик русла реки в основные гидрологические циклы;
2. Особенности скоростного режима реки (изменение поверхностных и придонных скоростей течения воды).

III. Моделирование процесса разбавления сточных вод и получение *графиков* изменения концентраций загрязняющих веществ в максимально загрязненной струе (рис.3, 5) и *полей концентраций* загрязняющих веществ (рис.4, 6).

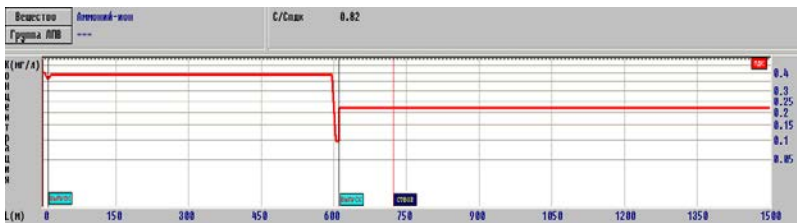


Рис.3. График изменения содержания аммоний-иона в речных водах в максимально загрязненной струе водного объекта

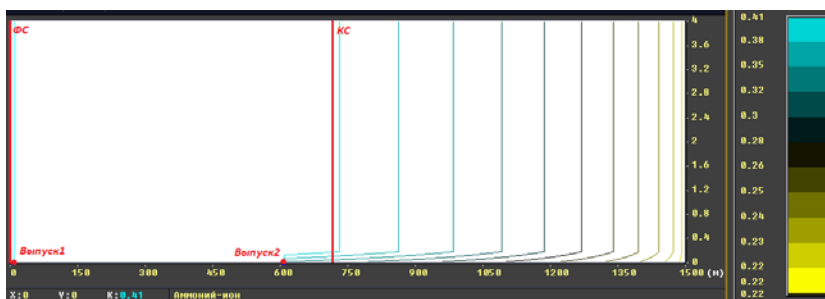


Рис.4. Поле концентрации аммоний-иона в водном объекте

На рисунках 3, 4 заметно снижение концентрации азота аммонийного в воде реки после выпусков предприятия. В данном случае выпуски сточных вод выступили в роли разбавляющего фактора.

В дальнейшем, на протяжении почти одного километра, возвращения концентрации аммоний-иона в воде реки к высоким фоновым значениям уже не происходит в силу заметного разбавления природных вод реки сточными водами. Расчетная концентрация аммония на уровне контрольного створа - 0,38 мг/л, что превышает фактически установленные значения на 0,1 мг/л. Несмотря на повышенный фон, все значения показателя ниже ПДК.

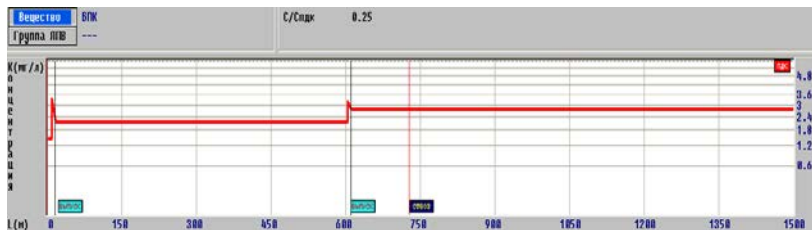


Рис.5. График изменения значения БПК_{полн.} речных вод в максимально загрязненной струе водного объекта

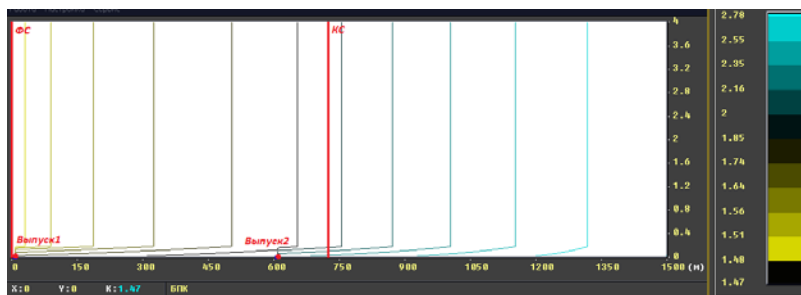


Рис.6. Поле концентрации значения БПК_{полн.} в водном объекте

Ситуация с БПК_{полн.} (рис.5,6) противоположна предыдущей. Отчетливо видно, что оба выпуска сточных вод увеличивают значения БПК_{полн.} речной воды и, следовательно, ухудшают фоновый показатель в реке.

В данном случае предприятие выступает уже как загрязнитель водотока, не превышая, однако, значений ПДК. Расчетное значение на уровне контрольного створа равно 2 мгО₂/л, а значение, полученное в ходе инструментальных замеров на контрольном створе мониторинга 1,85 мгО₂/л, что немного лучше полученной расчетной величины.

IV. Определение показателей разбавления сточных вод:

1. Формирование и размеры зон загрязнения и зон влияния выпусков сточных вод;

2. Удаленность зоны смешения сточных вод от организованного выпуска сточных вод;

3. Определение критических показателей качества воды (наиболее сильно изменяющих химический состав природных вод), по которым фоновая концентрация не достигается в пределах 500 м ниже выпусков сточных вод.

V. Формирование рекомендаций для предприятий, имеющих выпуски сточных вод.

Таковыми рекомендациями могут быть:

- улучшение локальной очистки стоков на промышленных объектах и ужесточение системы нормирования их содержания в отводимых сточных водах;

- оптимизация работы сети ведомственного гидрохимического мониторинга;

- комплексное обследование гидролого-гидрографических особенностей водного объекта – приемника сточных вод и с учетом этих особенностей подбор соответствующего метода расчета показателей разбавления;

- изменение расположения выпуска относительно русла реки (береговой тип выпуска заменяют на русловой тип); усложнение типа оголовка выпуска (сосредоточенный выпуск переводят в рассеивающий выпуск сточных вод);

- проведение очистки прибрежной полосы от макрофитов и расчистки русла вблизи выпуска сточных вод.

Задача всех вышеперечисленных мер – ускорить процесс смешения сточных вод с речными водами и избежать формирования устойчивых зон загрязнения, какие довольно часто наблюдаются в руслах малых рек при сбросе стоков у берега или на пойму реки [15].

Итогом, камерального этапа является составление отчет по научно-исследовательской работе.

Таким образом, студенты приступают к завершающей, второй стадии камерального этапа.

Структура и оформления научного отчета студента должны соответствовать ГОСТ 7.32 – 2001 [16].

Структурным элементами отчета о НИР являются:

- титульный лист;
- список исполнителей;
- реферат;
- содержание;
- нормативные ссылки;
- определения
- обозначения и сокращения;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Остановимся более подробно на некоторых вышеуказанных элементах, вызывающих некоторые трудности у студентов.

Реферат должен содержать: сведения об объеме отчета, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве частей отчета, количестве используемых источников; перечень ключевых слов (включает от 5 до 15 ключевых слов или словосочетаний из текста отчета, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание и обеспечивают возможность информационного поиска).

Текст реферата должен отражать:

- объект исследования и разработки;
- цель работы;
- метод и методологию проведения работы;

- результат работы;
- основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики;
- степень внедрения;
- рекомендации по внедрению или итоги внедрения результатов НИР;
- область применения;
- экономическую эффективность (при необходимости) и значимость работы;
- прогнозные предположения о развитии объекта исследования.

Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, список используемых источников и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы отчета о НИР.

При составлении отчета, состоящего из двух и более частей, в каждой из них должно быть свое содержание.

При этом в первой части помещают содержание всего отчета с указанием номеров частей, в последующих частях – только содержание соответствующей части.

Структурный элемент **«Нормативные ссылки»** содержит перечень стандартов, на которые в тексте стандарта дана ссылка. Перечень ссылочных стандартов начинают от слов: «В настоящем отчете о НИР использованы ссылки на следующие стандарты». В перечень включают обозначения стандартов и их наименования в порядке возрастания регистрационных номеров обозначений.

Структурный элемент **«Определения»** содержит определения, необходимые для уточнения и установления терминов, используемых в НИР. Перечень определений начинают со слов: « В настоящем отчете о НИР применяют следующие термины с соответствующими определениями».

Структурный элемент « **Обозначения и сокращения**» содержит перечень обозначений сокращений, применяемых в данном отчете о НИР. Запись обозначений и сокращений проводят в порядке приведения их в тексте отчета с необходимой расшифровкой и пояснениями.

При этом допускается определения, обозначения и сокращения приводить в одном структурном элементе «**Определения, обозначения и сокращения**».

Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой научной проблемы, основание и исходные данные для разработки темы, обоснование необходимости проведения НИР, сведения о планируемом научном уровне разработки исследования, сведения о метрологическом обеспечении НИР.

Во введении должны быть показаны актуальность и новизна темы, связь данной работы с другими научно-исследовательскими работами, цели и задачи исследования.

Основная часть содержит данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненной НИР.

Основная часть должна содержать: а) выбор направления исследований, включающий обоснование направления исследований, методы решения задач и их сравнительную оценку, описание выбранной общей методики проведения НИР; б) процесс теоретических и (или) экспериментальных исследований, включая определение характера и содержания теоретических исследований, методы исследований, методы расчетов, обоснование необходимости проведения экспериментальных работ, принципы действия разработанных объектов, их характеристики; в) обобщение и оценку результатов исследований, включающий оценку полноты решения поставленной задачи и предложения по дальнейшим проведениям работ, оценку достоверности полученных результатов и их сравнение с аналогичными

результатами отечественных и зарубежных работ, обоснование необходимости проведения дополнительных исследований, отрицательные результаты, приводящие к необходимости прекращения дальнейших исследований.

Заключение должно содержать:

- краткие выводы по результатам выполнений НИР или отдельных ее этапов;
- оценку полноты решений поставленных задач;
- разработку рекомендаций и исходных данных по конкретному использованию результатов НИР;
- оценку эффективности внедрения результатов исследования;
- оценку уровня выполнений НИР в сравнении с лучшими достижениями в данной области.

Список используемых источников содержит сведения об источниках, используемых при составлении отчета.

Сведения об источниках проводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1 – 2003 СИБИД. Библиографическая запись. Библиографическое описание.

Данный стандарт распространяется на описание документов в каталожных карточках, которое составляется библиотеками и другими библиографирующими учреждениями.

По ГОСТ 7.1-2003 описание документа содержит ряд областей:

- **область заглавия и сведений об ответственности (название и ФИО автора или редактора);**
- **область издания (особенности данного издания по отношению к предыдущему изданию того же произведения);**
- область специфических сведений;
- **область выходных данных (место издания, издательство, дата издания);**
- **область физической характеристики (объем материала, размеры и пр.);**

- область серии (заглавие серии, ФИО редактора серии);
- международный стандартный номер серии ISSN и др.;
- область примечания;
- область стандартного номера (или его альтернативы) и условий доступности.

В большинстве студенческих работ не все эти области востребованы. Как правило, достаточны области 1, 2, 4 и частично 5 (они выделены автором полужирным начертанием).

Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте и нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа.

Список ссылок на источники регламентируется специальным ГОСТом - ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления», который особо разграничивает список ссылок и список литературы.

В **приложение** рекомендуется включать материалы, связанные с выполненной НИР, которые по каким-то причинам не включены в основную часть отчета.

В приложении могут быть размещены:

- промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты;
- таблицы вспомогательных цифровых данных;
- протоколы (в рассматриваемом случае еще и полевая документация);
- описание аппаратуры и приборов, применяемых при проведении работ;
- инструкции, методики, разработанные в процессе выполнения НИР;
- иллюстрации вспомогательного характера.

Ориентировочный объем отчета составляет 20-30 страниц (в расчете на шрифт 12, одинарный интервал).

Приложения не регламентируются и в указанный объем не входят.

Рекомендованная литература для самостоятельного изучения студентами темы данного исследования:

1. ГОСТ 17.1.1.02 – 77 Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов [Текст]. - М.: Изд-во стандартов, 2000.

2. Приказ Минсельхоза от 13 декабря 2016 года № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». Приложение. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения.

3. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей [Текст] / утв. приказом МПР России от 17.12.2007 № 333.

4. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод [Текст] / Под ред. А.В. Караушева - Л.: Гидрометеоиздат, 1981. – 176 с.

5. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод. Издание 2-е переработанное и дополненное [Текст] / Под ред. А.В. Караушева - Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 285 с.

6. Нежиховский Р.А. Гидролого-экологические основы водного хозяйства / Р.А. Нежиховский. - Л.: Гидрометеоиздат, 1990. - 229 с.

7. Рекомендации по размещению и проектированию рассеивающих выпусков сточных вод [Текст] / Государственный

гидрологический институт (ГГИ) - Л.: Изд-во ГГИ, 1981.

8. Государственные доклады о состоянии окружающей природной среды Удмуртской Республики: Государственный доклад. [Текст] – Ижевск: Изд-во ИЖГТУ.

9. Лапшев Н. Н. Расчеты выпусков сточных вод. [Текст] / Н. Н. Лапшев. - М.: Стройиздат, 1977. – 87 с.

10. Мелиорация и водное хозяйство. Т5. Водное хозяйство: Справочник [Текст] / И. И. Бородавченко, Ю. А. Килинский, И. А. Шикломанов и др.; под ред. И. И. Бородавченко. М.: Агропромиздат, 1988. – 399 с.

11. Родзиллер И. Д. Прогноз качества воды водоемов – приемников сточных вод. [Текст] / И. Д. Родзиллер - М.: - 1984. – 263 с.

12. Гагарина О. В. О разбавлении сточных вод промышленных предприятий в речных водах с высоким гидрохимическим фоном в пределах урбанизированных территорий [Текст] / О.В. Гагарина, М.А. Чувашева // Сборник «Наука Удмуртии», 2014. - №2 (68), июль. – С.123-133.

13. Гагарина, О.В. О влиянии городов на качество речных [Текст] / О.В. Гагарина // Природопользование и геоэкология Удмуртии / С. В. Алёшкин, А. А. Артемьева, О. Г. Баранова [и др.], ФГБОУ ВПО "Удмуртский государственный университет"; под ред. В. И. Стурмана. - Ижевск: Удмуртский университет, 2013. - 383 с.

14. Гагарина О.В. Исследование факторов разбавления сточных вод в речных руслах вблизи организованных выпусков (на примере реки Карлутка) [Текст] / О.В. Гагарина, А.Г. Куртеева // Наука Удмуртии. - 2017. - № 4. - С. 19-31.

15. Гагарина, О. В. Исследование разбавления сточных вод в городских реках, попадающих под воздействие организованных источников загрязнения в условиях повышенного гидрохимического фона (на примере реки Карлутка в пределах города Ижевска) [Текст] / О. В. Гагарина, А. Г. Куртеева // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. - 2017. - Т. 27, вып. 4. - С. 427-436.

16. СП 11-103-97. Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства.

17. СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик».

18. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6. Часть II. Гидрологические наблюдения и работы на малых реках.

19. Научно-прикладной справочник: Основные гидрологические характеристики рек бассейна Камы [Электронный ресурс] / Коллектив авторов ГГИ; под ред. Георгиевского В.Ю. – Ливны: Издатель Мухаметов Г.В., 2015. – 135 с.

20. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям.

21. РД 52.24.609-2013 «Методические указания. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов».

Список использованных источников

1. Несговоркина, Н.П. Организация научно-исследовательской деятельности студентов: теоретико-прикладной аспект. Учебное пособие [Текст] / Н.П. Несговоркина, Г.В. Иванцова, Н.А. Неумывакина, В.Г. Савельев. – Курган: Изд-во Курганский государственный университет, 2017. – 352 с.
2. Эванс Элисон, Быстрицкая, Е.В. Модели организации научного исследования магистрантов в России и США. Часть 1. Теоретический этап [Текст] / Эванс Элисон, Е.В. Быстрицкая // Мир психологии, номер 2(94). – Москва: Изд-во Московский психолого-социальный университет, 2019. – С. 272-281.
3. Васильев, А.В. Водно-технические изыскания. Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Гидрология суши» [Текст] / А. В. Васильев, С. В. Шмидт. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1978. – 287 с.
4. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах /ПТБ-88/. – Москва. – Недра, 1991. - 77 с.
5. СП 11-104-97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства.
6. Родзиллер И. Д. Прогноз качества воды водоемов – приемников сточных вод. [Текст] / И. Д. Родзиллер - М.: - 1984. – 263 с.
7. Оборин, М. С. Системный подход в реализации природоохранной и геоэкологической деятельности / М.С. Оборин // Вестник Нижневартковского государственного гуманитарного университета, номер 1. – Нижневартовск: Изд-во Нижневартковского государственного университета, 2012. – С. 69-73.

8. Бухтеева, Е.Е. Значение методологии системного подхода в научном исследовании / Е.Е. Бухтеева // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. – №14. - Новосибирск: Изд-во ООО «Центр развития научного сотрудничества», 2014. – С. 48-52.
9. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод. Издание 2-е переработанное и дополненное [Текст] / Под ред. А.В. Караушева. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 285 с.
10. Лапшев Н. Н. Расчеты выпусков сточных вод. [Текст] / Н. Н. Лапшев - М.: Стройиздат, 1977. – 87 с.
11. Жучкова, В.К. Методы комплексных физико-географических исследований : учеб. пособие для вузов, обуч. по геогр. спец. [Текст] / В.К. Жучкова, Э.М. Раковская. - М : Академия, 2004. - 366 с.
12. Гагарина О.В., Малькова И.Л., Адаховский Д.А., Рубцова И.Ю. Семакина А.В. Геоэкологические исследования в рамках учебной (по получению первичных профильных умений и навыков) практики профильной студентов направления подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование» (профиль «Природопользование»): учеб. пособие. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2016. – 70с.
13. Вязанкова, В.В. Современные модели формирования информационной компетентности студентов [Текст] / В.В. Вязанкова // Наука. Техника. Технологии (Политехнический Вестник), № 4. – Краснодар: Изд-во ООО "Издательский Дом - Юг", 2014. – С. 208-215.

14. Куртеева, А. Г. Исследование условий и процессов разбавления сточных вод в речных руслах вблизи организованных выпусков (на примере реки Карлутка г. Ижевска) / А. Г. Куртеева ; науч. рук. О. В. Гагарина // Итоговая студенческая научная конференция (44; Апрель, 2016) XLIV итоговая студенческая научная конференция : материалы конф. (апр. 2016 г.). - Ижевск : [Удмуртский университет], 2016. - С. 44-46.

15. Гагарина, О. В. Исследование разбавления сточных вод в городских реках, попадающих под воздействие организованных источников загрязнения в условиях повышенного гидрохимического фона (на примере реки Карлутка в пределах города Ижевска) [Текст] / О. В. Гагарина, А. Г. Куртеева // Вестник Удмуртского университета. Сер. Биология. Науки о Земле. - 2017. - Т. 27, вып. 4. - С. 427-436.

16. ГОСТ 7.32 – 2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ.

17. СП 33-101-2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик.

Приложение

Приложение 1

Пример оформления бланка для занесения гидрометрических и гидрологических характеристик реки в исследуемом створе

Показатели		Створ №
Средняя ширина русла, см	Устойчивая летне-осенняя межень	
	Летне-осенняя межень, прерываемая паводками	
	Зимняя межень	
	Весеннее половодье (спад)	
	Абсолютная изменчивость показателя по гидрологическим циклам	
Средняя глубина русла, см	Устойчивая летне-осенняя межень	
	Летне-осенняя межень, прерываемая паводками	
	Зимняя межень	
	Весеннее половодье (спад)	
	Абсолютная изменчивость показателя по гидрологическим циклам	
Средняя поверхностная скорость течения воды, м/с	Устойчивая летне-осенняя межень	
	Летне-осенняя межень, прерываемая паводками	
	Зимняя межень	
	Весеннее половодье (спад)	
	Абсолютная изменчивость показателя по гидрологическим циклам	
Средняя придонная скорость течения воды, м/с	Устойчивая летне-осенняя межень	
	Летне-осенняя межень, прерываемая паводками	
	Зимняя межень	
	Весеннее половодье (спад)	
	Абсолютная изменчивость показателя по гидрологическим циклам	

Шкала шероховатости (n) речных русел и пойм [17]

n	Равнинные реки	Полугорные и горные реки	Поймы
0,020	Прямолинейные русла канализированных рек в плотных грунтах с тонким слоем илистых отложений	-	-
0,025	Естественные земляные русла в благоприятных условиях, чистые, прямые, со спокойным течением	Искусственные отводы русел, высеченные в скале	Ровная чистая пойма с низкой травой без сельскохозяйственного использования
0,030	Гравийно-галечные русла в тех же условиях	Гравийно-галечные русла в благоприятных условиях (чистые, прямые).	Ровная пойма под пашней без посевов и пастбищем с низкой травой
0,040	Сравнительно чистые русла постоянных водотоков с некоторыми неправильностями в направлениях струй, неровностями дна и берегов и влечением донных наносов	Земляные русла периодических водотоков (сухих логов) в благоприятных условиях. Правильные хорошо разработанные галечные русла в нижнем течении.	Ровная пойма, занятая зрелыми полевыми культурами, пастбищем с высокой травой и вырубками без побегов, небольшое количество староречий и мелких проток
0,050	Значительно засоренные русла больших и средних рек, частично заросшие пнями, каменистые, с беспокойным течением.	Значительно засоренные каменистые русла с бурным течением. Периодические водотоки с крупногалечным покрытием ложа.	Пойма, поросшая редким кустарником и деревьями (весной без листвы), изрезанная староречьями

0,065	Скалистые русла больших и средних рек. Русла периодических водотоков, засоренные и заросшие	Галечно-валунные русла с бурным течением. Засоренные периодические водотоки.	Пойма под редким кустарником и деревьями с листвой или вырубками с развивающейся порослью
0,080	Речные русла, значительно заросшие, с промоинами и неровностями дна и берегов	Валунные русла в средней и верхней частях бассейна и периодические водотоки с бурным течением и взволнованной водной поверхностью.	Поймы, покрытые кустарником средней и большой густоты (весной без листвы)
0,100	Русла рек, сильно заросшие, загроможденные стволами деревьев и валунами	Русла водопадного типа преимущественно в верховьях с крупновалунным ложем и бурным течением.	Поймы, занятые лесом при уровне ниже ветвей и кустарником средней и большой густоты с листвой
0,140	Реки болотного типа (заросли, кочки, во многих местах почти стоячая вода)	Русла с завалами из валунов и обломков скал и валунами.	Поймы, покрытые лесом при затоплении ветвей и густым ивняком
0,200	-	Русла с завалами из валунов и обломков скал	Глухие, сплошь заросшие, труднопроходимые поймы таежного типа

Для заметок

Учебное издание

Гагарин С.А.
Гагарина О.В.
Рубцова И.Ю.

**Методические рекомендации по производственной практике и
научно-исследовательской работе по теме
«Исследование факторов и процессов разбавления сточных вод
в водных объектах урбанизированной территории»
студентов направления подготовки
05.04.06 «Экология и природопользование»**

Авторская редакция

Подписано в печать 00.00.00. Формат 60x84 1/16
Усл.печ.л. 0,00 Уч.-изд.л.0,00
Тираж 00 экз. Заказ № 0000

Издательский центр «Удмуртский университет»
426034, Ижевск, Университетская, д.1, корп. 4, каб. 207
Тел./факс: +7 (3412) 500-295 E-mail: editorial@udsu.ru

ISBN 978-5-4312-0688-7

