

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ**

**Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

**Кафедра сельскохозяйственной биотехнологии, экологии  
и радиологии**

# **СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ**

*Методические указания по выполнению  
курсовой работы для студентов  
специальности*

*1- 33 01 06 Экология сельского хозяйства*

**Горки  
БГСХА  
2022**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра сельскохозяйственной биотехнологии, экологии  
и радиологии

# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ

*Методические указания по выполнению  
курсовой работы для студентов  
специальности*

*1-33 01 06 Экология сельского хозяйства*

Горки  
БГСХА  
2022

УДК 613.95(072)

*Рекомендовано методической комиссией агроэкологического факультета 27.06.2022 (протокол № 10)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *М.М. Добродькин*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Н.Ю. Лещина*

Рецензент:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *И.Ю. Грищенко*

**Сельскохозяйственная экология:** методические указания по выполнению курсовой работы / М.М. Добродькин [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 33 с.

Приведены методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Сельскохозяйственная экология».

Для студентов специальности 1-33 01 06 Экология сельского хозяйства.

## ВВЕДЕНИЕ

Малые водные объекты, к которым относятся естественные водотоки и водоемы, – наиболее распространенный и многочисленный вид водных экосистем на планете.

На берегах малых рек и озер проживает подавляющее большинство сельского и городского населения, которые издавна используют их для питьевого, хозяйственно-бытового водоснабжения, орошения огородов, лугов и других сельскохозяйственных угодий, для купания и отдыха у воды, туризма, рыбной ловли и охоты, а заливные пойменные луга – для выпаса скота и заготовки кормов.

Хозяйственное освоение водосборов рек и озер способствует росту биогенной нагрузки. Избыточное поступление биогенных веществ ускоряет жизненные процессы водных организмов. Происходит усиленное развитие высших водных растений и фитопланктона. Вода приобретает неприятный запах и привкус, ее прозрачность снижается, увеличивается цветность. Повышается содержание растворенных и взвешенных органических веществ. Перенасыщение воды органическими соединениями стимулирует развитие сапрофитных бактерий (в том числе особо опасных – болезнетворных), водных грибов, резко обостряя эпидемиологическую обстановку на водных объектах.

Эвтрофирование имеет и биогеоценотическое значение. Антропогенное воздействие нарушает естественный режим стока, меняет характер русловых процессов и жизнедеятельности сообществ водных организмов. Негативные последствия на малых водных экосистемах проявляются раньше и резче, чем на средних и крупных.

Рост населения и интенсификация хозяйственной деятельности на водосборах малых рек и озер, все более широкое использование их водных ресурсов, сброс сточных производственных и бытовых вод неизбежны как в настоящее время, так и в будущем. Но это вовсе не означает, что это неминуемо приведет к деградации водной среды.

Имеется немало примеров того, как интенсивная деятельность человека прекрасно сочетается с разумно обустроенными природными территориями, устойчивыми к неблагоприятным антропогенным воздействиям. Повышение стабильности водных экосистем, увеличение их самоочищающей способности могут быть достигнуты не слишком трудоемкими и дорогостоящими мероприятиями. Снижение биогенной

нагрузки источников – это одно из направлений охраны и рационального использования ресурсов поверхностных вод. Большие объемы соединений азота и фосфора поступают от сельскохозяйственных объектов. Загрязнение и эвтрофирование поверхностных вод обусловлено главным образом стоками с полей и территорий животноводческих ферм, комплексов, продуктов эрозионных процессов на полях, а также неочищенных вод населенных пунктов и других объектов агропрома.

**Цель курсовой работы:** оптимизация сельскохозяйственного производства на водосборной территории участка водной экосистемы с экологическими ограничениями.

**Основные задачи:**

- дать характеристику источников поступления биогенных веществ;
- определить экологическую нагрузку на экосистему водного объекта или его участок каждого источника загрязнения;
- выявить экологически опасные источники загрязнения;
- разработать мероприятия по оптимизации биогенной нагрузки.

Перед выполнением курсовой работы студенты получают задание по ее подготовке, рекомендации преподавателя и данные методические указания. По теме курсовой работы студент подбирает литературу, изучает ее и самостоятельно выполняет работу. В процессе выполнения работы преподаватель дает консультации.

Качество работы зависит не только от содержания, но и от аккуратности и грамотности ее написания, наличия иллюстраций и правильности оформления в соответствии с существующим стандартом.

## **1 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

При оценке курсовой работы принимается не только логичность и ясность изложения материала, но и качество ее оформления. Студент обязан самостоятельно отредактировать текст работы.

Курсовая работа выполняется на белой бумаге формата А4 с полями следующих размеров: слева – 30 мм, справа – 10 мм, сверху и внизу – 20 мм. Текст должен быть набран в редакторе Word for Windows, шрифт Times New Roman 14 пт, через 1,5 интервала.

При оформлении основного текста необходимо использовать следующие параметры абзаца: выравнивание строк – по ширине, отступы слева и справа от текста – 0 пт, отступ первой (красной) строки – 1 см, интервал перед и после абзаца – 0 пт, автоматическая расстановка переносов (за исключением заголовков).

В конце работы приводится список использованной литературы, который должен содержать не менее 20 научных источников.

Пояснительная записка состоит из следующих структурных частей: «ВВЕДЕНИЕ», «ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР», «ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ», «ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ».

Все страницы, кроме первой, нумеруются по порядку арабскими цифрами. Цифры проставляются внизу страницы по центру листа. На второй странице размещают содержание с указанием страниц. Введение обычно нумеруют третьей страницей.

Текстовый материал делится на разделы и подразделы, которые нумеруются по порядку арабскими цифрами. В конце заголовка точку не ставят. Каждый раздел начинается с новой страницы. Если в разделе имеются подразделы, то нумерация идет в пределах каждого раздела. Например: «1.2 Критерии допустимого воздействия загрязнителей и критерии качества воздуха» – второй подраздел первого раздела.

Цифровой материал работы сводится в таблицы или представляется в виде рисунков, графиков, диаграмм, которые должны иметь название. Перед названием в правом верхнем углу помещают надпись «Таблица 3.1 – Характеристика источников...», где 3 – порядковый номер раздела, 1 – порядковый номер таблицы в разделе.

На все таблицы должны быть даны ссылки в тексте работы. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера. Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист (страницу). В случае переноса в конце первой части таблицы

нижняя, ограничивающая ее черта, не проводится. Головку таблицы заменяют номерами граф. Слева над другой частью пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» и указывают номер таблицы.

Подписи к иллюстрациям размещаются ниже графика или рисунка. Например: «Рисунок 3.2 – Карта промышленной зоны» – второй рисунок в третьем разделе. Слово «Рисунок», номер и название иллюстрации печатают полужирным шрифтом, размер которого уменьшен на 1 пункт по сравнению с основным текстом. На все иллюстрации в тексте должны быть даны ссылки.

Таблицы и иллюстрации обязательно сопровождаются пояснительным или аналитическим текстом. Примеры математических расчетов также приводятся в тексте. В конце каждого подраздела основной части подводится итог, который оформляется в виде краткого вывода.

Ссылки на использованные литературные источники приводятся в конце предложения в квадратных скобках с номером источника по списку. Например: [5] – пятый источник. Если информация взята из нескольких источников, то запись производится следующим образом: [1, 4, 10]. Список использованной литературы размещается в конце курсовой работы в алфавитном порядке.

## **Примеры библиографических описаний**

### **Однотомные издания**

#### *Книга одного автора*

Бунин, И. Л. Черноморская Цусима: ист. хроника / И. Л. Бунин. – М.: Яуза; Эксмо, 2004. – 448 с.

Лу к ъ я н о в, П. Г. История Совета Экономической Взаимопомощи: монография / П. Г. Лукьянов; науч. ред. В. С. Кошелев. – Могилев: МГУ, 2004. – 124 с.

#### *Книга двух авторов*

Б о г а т ы р е в а, В. В. Развитие учета амортизируемого имущества предприятия / В. В. Богатырева, С. Г. Вегера. – Минск: Технопринт, 2003. – 137 с.

*Книга трех авторов, учебное пособие*

Агафонова, Н. Н. Гражданское право: учеб. пособие для вузов / Н. Н. Агафонова, Т. В. Богачева, Л. И. Грушкова; под общ. ред. А. Г. Каплиха. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юристь, 2002. – 542 с.

**Книги под заглавием**

*Учебное пособие*

История России: учеб. пособие для студентов всех специальностей / В. Н. Быков [и др.]; отв. ред. В. Н. Сухов. – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: СПбЛТ-Л, 2001. – 231 с.

*Книга, имеющая более трех авторов*

Беларуская мова: тэорыя, тэсты: для школьнікаў і абітурэнтаў / Э. Д. Блінава [і інш.]. – Мінск: Вышэйш. шк., 2004. – 383 с.

Философия: учебник для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования / Ю. А. Харин [и др.]; под общ. ред. Ю. А. Харина. – 7-е изд., испр. и доп. – Минск: ТетраСистемс, 2005. – 447 с.

*Сборник работ с общим заглавием*

Сборник нормативных правовых актов, регламентирующих деятельность с драгоценными металлами и драгоценными камнями в Республике Беларусь / сост. К. В. Высоцкий, А. В. Кащей; под общ. ред. И. И. Заяша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2004. – 487 с.

*Справочник*

Интегральные микросхемы: справ. / под ред. Б. В. Табарина. – 2-е изд., испр. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 528 с.

*Статистический сборник*

Население Республики Беларусь = Population of the Republik of Belagus: стат. сборник / М-во статистики и анализа Респ. Беларусь. – Минск: УП «ГВЦ Минстата Беларусі», 2003. – 281 с.

*Сборник научных трудов*

Геодезическое и информационное обеспечение земельного кадастра: сб. науч. тр. / Бел. гос. с.-х. акад.; отв. ред. А. С. Ярмоленко. Горки: БГСХА, 2003. – 93 с.

Интенсификация производства молока и говядины. – Горки: БСХА, 1985. – 82 с. (Сб. науч. тр. / Бел. с.-х. акад.; вып. 130 ).

### *Материалы конференций*

Личность, гражданское право и социальное государство: теория и практика: материалы 1-й науч.-практ. конф. студентов фил. МГСУ, Минск, 14 апреля 2004 г. / редкол.: Н. И. Гомель (отв. ред.) [и др.]. – Минск: Изд. центр БГУ, 2004. – 131 с.

Проблемы управления качеством высшего образования: материалы респ. науч.-практ. конф., Горки, 17 – 18 апреля 2003 г. / ред. кол.: А. Р. Цыганов (отв. ред.) [и др.]. Горки: БГСХА, 2003. – 78 с.

### *Учебно-методическое издание*

Основы пчеловодства: учеб.-метод. пособие по проведению лабораторных занятий для студентов специальности 1-75 01 01 / Бел. гос. техн. ун-т; сост. Н. П. Ковбаса, В. А. Ярмлович. – Минск: БГТУ, 2004. – 58 с.

Зарубежные системы образования и обучения: учеб. программа для слушателей пед. факультета / Бел. гос. с.-х. акад.; сост. А. Н. Карташевич. – Горки: БГСХА, 2003. – 13 с.

## **Нормативно-технические и технические документы**

Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования: ГОСТ Р 517721– 2001. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 27 с. : ил.

ГОСТ 53 – 2001. Издания. Международная стандартная нумерация книг. – Взамен ГОСТ 7.53–86; введ. 2002–07–01: - Минск. Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации; М. : Изд-во стандартов, 2002. – 3 с.

### *Сборник стандартов*

Система стандартов безопасности труда: сборник. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 102 с. : ил. – (Межгосударственные стандарты).

### *Нормы, правила*

СНиП 3.05–84. Технологическое оборудование и технологические трубопроводы: утв. Гос. ком. СССР по делам строительства 07.05.84; введ. 01.01.85 взамен СНиП 111–31–78 / ВНИИмонтажспецстрой Монтажспецстроя СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 30 с.

### *Инструкция*

Организация выявления и лечения внебольничной пневмонии в пенициллиновых учреждениях Республики Беларусь: утв. Департаментом

исполнения наказаний М-ва внутренних дел Респ. Беларусь. 16.11.04. – Минск, 2004. – 19 с.

#### *Патентные документы*

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> Н 04 В 1/38, Н 04 j 13/00. Приемопередающее устройство / В. И. Чугаева; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – №2000131736/06 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23. – 3 с. : ил.

или

Приемопередающее устройство, пат. 2187888 Российская Федерация: МПК<sup>7</sup> Н 04 В 1/38, Н 04 j 13/00 / В.И. Чугаева; заявитель и патентообладатель Воронеж, науч.-исслед. ин-т связи. – №2000131736/06; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23. – 3 с. : ил.

#### **Составные части документов**

##### *Статья из книги*

Д в и н я н и н о в а, Г. С. Комплимент: Коммуникативный статус или стратегия в дискурсе / Г. С. Двинянинова // Социальная власть языка: сб. науч. тр. / Воронежский межрегион. ин-т обществ. наук, Воронеж. гос. ун-т, фак. романо-герман. истории. – Воронеж, 2001. – С. 101–106.

##### *Статья из журнала*

У л а н о в а, Е. А. Метод экстракорпоральной иммунофармако-терапии в реабилитации пациентов с ревматоидным артритом/ Е. А. Уланова // Методико-социальная экспертиза и реабилитация. – 2004. – Вып. 6. – С. 286–290.

##### *Статья из газеты*

Д е м б о в с к а я, Т. Особенности исчисления НДС по нулевой ставке / Т. Дембовская // Национальная экономическая газета. – 2004. – 26 окт. – С. 14–18.

##### *Статья из сборника научных трудов (один автор)*

Б о н д а р е н к о, В. И. Роль кадров в управлении животноводством / В. И. Бондаренко // Совершенствование процессов управления в животноводстве. – Харьков, 1983. – С. 7–11 (Сб. науч. тр. / Харьк. с.-х. ин-т им. В. В. Докучаева; т. 294).

Ц ы г а н о в, А. Р. Влияние органических и минеральных удобрений на урожайность и качество картофеля на дерново-подзолистой легко-суглинистой почве / А. Р. Цыганов, И. Р. Вильдфлуш, А. С. Мастеров // Почвенные исследования и применение удобрений: межвед. темат. сб. / Бел.

науч.-исслед. ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2001. – Вып. 26. – С. 191–196.

*Тезисы докладов конференций*

С л е с а р а в и ч ю с, А. Генетические методы преобразования генома кормовых трав с целью создания продуктивных к болезням сортов / А. Слесаравичюс // Стратегия и новые методы в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур: тез. докл. науч. конф., Жодино, 25–27 янв. 1994 г. / Акад. аграр. наук Респ. Беларусь; Бел. науч.-исслед. ин-т земледелия и кормов. – Минск, 1994. – С. 11.

*Статья из энциклопедии*

Д о л м а т о в с к и й, Ю. А. Электромобиль / Ю. А. Долматовский // Большая Советская энциклопедия. – 3-е изд. – М., 1978. – Т. 30. – С. 72.

*Электронные ресурсы*

Художественная энциклопедия зарубежного классического искусства [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые, граф., зв. дан. и прикл. прогр. (546 Мб). – М.: Большая Рос. энцикл. [и др.], 1996. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – (Интерактивный мир).

Защита курсовой работы проводится перед комиссией, в которую входят преподаватели, ведущие занятия по данной дисциплине. Последний срок защиты – зачетная неделя.

## **2 МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1 ОБЗОР НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Экологические проблемы малых водных экосистем

1.2 Эвтрофирование водной среды

1.3 Сельскохозяйственные угодья как основные источники поступления биогенных веществ в водные экосистемы

1.4 Влияние животноводческих объектов на загрязнение водной среды

2 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Характеристика объектов загрязнения на водосборной территории

2.2 Вынос биогенных веществ в водную экосистему с сельскохозяйственных угодий

2.3 Вынос биогенов от объектов животноводства

2.4 Вынос биогенных веществ с территорий населенных пунктов

2.5 Вынос биогенных веществ с естественных экосистем

2.6 Оценка экологической нагрузки биогенных веществ на водный объект

3 ОБОСНОВАНИЕ ВОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Во введении дается информация об экологических проблемах водных ресурсов мира и Беларуси, а также обоснование актуальности затронутой темы. Завершается вводная часть обозначением целей и задач курсовой работы.

Литературный обзор. Анализ источников по поднятой экологической проблеме начинается с характеристики понятия «эвтрофирование водной среды» как естественного природного процесса. Далее раскрывается роль хозяйственной деятельности человека в активизации процессов старения водной экосистемы. Характеризуются причины антропогенного эвтрофирования, пути и источники поступления биогенных веществ в реки и озера. Особое внимание уделяется сельскому хозяйству как одному из источников, дающих основную нагрузку по биогенам на малые водные системы.

В разделе 1.3 следует показать те негативные моменты, которые проявились в природе в последние десятилетия в связи с интенсивным применением минеральных удобрений.

Анализ научных источников необходимо дать по следующей схеме:

- влияние минеральных удобрений на почву;
- влияние минеральных удобрений на атмосферу;
- влияние минеральных удобрений на водные экосистемы;
- влияние минеральных удобрений на качество сельскохозяйственной продукции.

В разделе 1.4 следует охарактеризовать экологические проблемы, которые появились в связи с переводом животноводства на промышленную основу, указать природу загрязняющих веществ, поступающих от данных объектов, влияние минеральных удобрений на изменения, происходящие в почве, водных объектах и атмосфере.

## **2.1 Характеристика объектов загрязнения на водосборной территории**

Согласно выданной карте-схеме, задания курсовой работы, вся водосборная территория у водного объекта разбивается на несколько субводосборов, на каждом из которых размещены различные объекты. Это могут быть естественные наземные экосистемы, такие как леса, болота, луга, а также созданные человеком искусственные экосистемы – поля, животноводческие объекты, населенные пункты, места складирования минеральных удобрений, пестицидов, животноводческих отходов и т. д. Все они являются источниками поступления биогенных веществ в водную среду.

С учетом масштаба необходимо определить занимаемую площадь каждого объекта и расстояние его до водной экосистемы.

Биогенная нагрузка, создаваемая каждым объектом и источником загрязнения, зависит от таких факторов, как тип почв, рельеф местности, удаленность от водной экосистемы, территории, занимаемой источником, количества выпадаемых осадков и т. д.

В задачу студента входит определение таких параметров, как площадь объекта загрязнений и его удаленность от водной экосистемы. Полученные данные заносятся в табл. 1.

Т а б л и ц а 1 - **Характеристика источников поступления биогенных веществ в водную экосистему**

Номер суб-водосбора	Наименование источника	Площадь, га	Расстояние до водной экосистемы, м	Тип почв (B <sub>1</sub> )	Уклон участка (B <sub>2</sub> )

В пояснительной записке следует дать краткое описание каждого элемента субводосбора. При этом необходимо обратить внимание на такие характеристики, как доля пашни, многолетних трав и пропашных культур в структуре источников.

## **2.2 Вынос биогенных веществ в водную экосистему с сельскохозяйственных угодий**

Одним из источников загрязнения поверхностных вод в бассейнах малых рек и озер, искусственных водоемов являются агроэкосистемы, в которых широко используются органические и минеральные удобрения. Для оценки влияния стока сельскохозяйственных угодий на качество вод водных объектов необходима информация о характере использования водосбора:

- физико-географические параметры субводосбора (площадь, рельеф, распаханность);
- вид сельхозугодий;
- типы почв;
- уклоны участков.

Биогенную нагрузку агроценозов определяют путем расчета приходной части соединений азота, фосфора и их расходной части. К **приходным статьям** баланса относят: внесение биогенов с минеральными и органическими удобрениями под сельскохозяйственные культуры, их поступление с атмосферными осадками и за счет естественного (фоновое) содержания в почвах. В **расходной части** учитывают вынос биогенов с урожаем. Избыток биогенов, формирующийся на каждом поле, определяют как разницу между приходной и расходной частями.

**Приход биогенных веществ с удобрениями.** Выполнение работы по разделу начинают с разработки плана применения минеральных и органических удобрений на территории водосбора под сельскохозяйственные культуры. Данные оформляют в табл. 2.

Таблица 2. **Внесение биогенных веществ с минеральными и органическими удобрениями под сельскохозяйственные угодья по субводосборам ( $W_{уд}$ )**

Номер субводосбора	С.-х. угодья	Пл ощадь, га	Минеральные удобрения				Органические удобрения				Внесено всего, кг		
			Доза, кг/га д. в.		Внесено биогенов		Доза, т/га	Содержание биогенов в 1т удобрения, кг		Внесено биогенов, кг		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
1	Ячмень												
	Картофель												
2	Пастбище												

**Внесение биогенов с минеральными удобрениями** определяют как произведение дозы вещества (в кг д. в. на 1 га) на площадь.

**Внесение биогенов с органическими удобрениями** рассчитывают по следующему произведению:

доза (т/га орг. удобр.)  $\times$  содержание вещества в 1 т орг. удобр, кг  $\times$  площадь, га.

Содержание биогенов в навозе берется из прил. 1.

**Общее внесение биогенного вещества** складывается из количества веществ, поступивших с минеральными и органическими удобрениями.

**Приход азота и фосфора с атмосферными осадками.** Расчет проводится по каждому субводосбору. Для этого используется следующая формула:

$$W_{a.o} = \left( \sum h_c \cdot k_c + \sum h_g \cdot k_g \right) \cdot F \cdot 10^{-5},$$

где  $W_{a.o}$  – количество биогенного вещества, поступающего с атмосферными осадками, кг;

$\sum h_c$  – сумма твердых осадков (снег), см<sup>3</sup>;

$k_c$  – концентрация вещества в снеговой воде, г/м<sup>3</sup> (прил. 2);

$F$  – площадь, га;

$\sum h_g$  – сумма жидких осадков, см<sup>3</sup>;

$k_g$  – концентрация вещества в жидких осадках, г/м<sup>3</sup> (прил. 2).

Полученная информация заносится в табл. 3.

Т а б л и ц а 3 - **Поступление биогенных веществ с атмосферными осадками по субводосборам ( $W_{a,о}$ )**

Номер субводосбора	Наименование поля	F, га	$\sum h_c$ , мм	$k_c$ , г/м <sup>3</sup>		$\sum h_g$ , мм	$k_g$ , г/м <sup>3</sup>		$W_{a,о}$ , кг	
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

**Приход биогенов за счет естественных поступлений.** Фоновое содержание биогенных элементов создает естественную дополнительную нагрузку на водосборную территорию. Количество азота и фосфора, формирующихся на субводосборах, рассчитывают по формуле:

$$W_{\phi} = F \cdot b \cdot t,$$

где  $W_{\phi}$  – фоновое поступление биогенного вещества, кг;

$F$  – площадь поля, га;

$b$  – поступление с 1 га, кг (для условий Беларуси фоновое поступление составляет: N – 1,4 кг/га, P – 0,04 кг/га;

$t$  – период времени, год.

Результаты оформления заносятся в табл. 4.

Т а б л и ц а 4 - **Фоновое поступление биогенных элементов по субводосборам ( $W_{\phi}$ )**

Номер субводосбора	Наименование поля	F, га	b, кг/га		$W_{\phi}$ , кг	
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

**Расход биогенных веществ.** Расходная часть – это вынос сельскохозяйственными культурами биогенных веществ из почвы основной и побочной продукцией.

Расчеты ведутся по уравнению:

$$W_y = F \cdot y \cdot k,$$

где  $W_y$  – вынос элемента культурой, кг;

$F$  – площадь культуры, га;

$y$  – урожайность культуры, ц/га;

$k$  – вынос элементов с 1 ц основной и соответствующим количеством побочной продукции (прил. 3).

Данные заносятся в табл. 5.

Т а б л и ц а 5. **Вынос биогенных элементов с урожаем культуры по субводосборам**

Номер субводосбора	С.-х. культура	Площадь, га	Урожайность, ц/га	К		W <sub>y</sub> , кг	
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	Ячмень						
	Картофель						
2	Овес						
	Пшеница						

### Потери биогенных веществ.

Потери биогенных веществ определяют балансовым методом. При этом приходная часть включает поступление биогенных элементов с минеральными и органическими удобрениями, атмосферными осадками и их фоновое содержание. Расходная часть – вынос с урожаем. На этом этапе вводятся поправочные коэффициенты на тип почв, рельеф местности, хозяйственное использование участков, водность года и среднюю удаленность субводосбора от водной экосистемы. Расчет потерь осуществляется по следующим зависимостям:

для фосфора:

$$P_{c,y} = [(W_{yд.} + W_{a.o} + W_{ф}) - W_y] \cdot a,$$

для азота:

$$P_{c,y} = [(W_{yд.} + W_{a.o} + W_{ф}) - W_y] \cdot B_1 \cdot B_2 \cdot B_3 \cdot a,$$

где  $P_{c,y}$  – потери биогенных веществ с сельскохозяйственных угодий, кг;

$W_{уд.}$  – количество биогенного вещества, поступившего с удобрениями, кг (табл. 2);

$W_{a.o.}$  – количество биогенного вещества, поступившего с атмосферными осадками, кг (табл. 3);

$W_{ф.}$  – фоновое поступление биогенного вещества, кг (табл. 4);

$W_{y.}$  – вынос биогенного элемента с урожаем культуры, кг (табл. 5);

$B_1$  – поправочный коэффициент на тип почв (прил. 4);

$B_2$  – поправочный коэффициент на рельеф (прил.4);

$B_3$  – поправочный коэффициент на использование угодий (прил. 4);

$a$  – коэффициент миграции в зависимости от водности года и удаленности участка от водного объекта (прил. 5).

Полученные данные сводятся в табл. 6.

Т а б л и ц а 6. **Вынос биогенных веществ сельскохозяйственными угодьями**

Номер суб-водо-сбора	С.-х. угодья	$W_{уд.}$ , кг		$W_{a.o.}$ , кг		$W_{ф.}$ , кг		$W_{y.}$ , кг		$B_1$	$B_2$	$B_3$	$a$	$P_{c.y.}$ , кг	
		N	$P_2O_5$	N	$P_2O_5$	N	$P_2O_5$	N	$P_2O_5$					N	$P_2O_5$
1	Ячмень														
	Картофель														
	ВОС														
2	Картофель														
	Лен														

## 2.3 Вынос биогенов от объектов животноводства

Существенным источником загрязнения вод являются отходы животноводства и стоки животноводческих ферм и комплексов. Биогенная нагрузка в этом случае зависит от мощности объекта, вида животных, объемов выхода отходов, технологий содержания животных.

В настоящее время в Беларуси применяют следующие способы удаления и утилизации навоза. С небольших животноводческих ферм отходы удаляются на площадку складирования, а затем вывозятся на поля. На комплексах экскременты животных с помещений удаляются гидросмывом.



Образующиеся жидкие навозные стоки поступают в отстойники. Твердая фракция отправляется на площадки приготовления компостов. Жидкая фракция может отводиться на биологическую очистку и затем сбрасывается в реку в виде сточных вод или используется при орошении на полях.

Соединения азота и фосфора поступают в водные объекты с подземным и поверхностным стоками с территорий хранения твердого навоза, с полей орошения и непосредственно при прямом сбросе сточных вод.

**Потери биогенных веществ с ферм.** Общее содержание биогенных элементов с этих объектов рассчитывается в следующей последовательности. Первоначально определяют годовой выход биогенных веществ с объекта по формуле:

$$W_{жс} = \frac{n \cdot m \cdot h \cdot t}{1000},$$

где  $W_{жс}$  – годовой выход биогенного вещества, кг;

$n$  – численность поголовья животных;

$m$  – масса выхода экскрементов на 1 животного в сутки, кг (прил. б);

$h$  – масса вещества в 1 т навоза, кг (прил. 1);

$t$  – расчетный период (185–215 дней).

Объемы поступления в водостоки и водоемы соединений азота с подземным стоком принимается в размере 2 % от исходного содержания их в навозе, а фосфора – 0,2 %.

**Потери биогенных веществ с комплексов.**

При расчете нагрузки по биогенным веществам вначале находят массу экскрементов, выделяемых за год животными, по формуле:

$$Q_{жс} = \frac{m \cdot n \cdot t}{1000},$$

где  $Q_{жс}$  – годовой выход экскрементов, т;

$m$  – масса выхода экскрементов на 1 животного в сутки (прил. б), кг;

$n$  – численность поголовья животных;

$t$  – расчетный период (365 дней).

Затем рассчитывается объем воды, расходуемый для смыва экскрементов

$$Q_в = \frac{n \cdot c \cdot t}{1000},$$

где  $Q_6$  – годовой расход воды, т;

$n$  – численность поголовья животных;

$c$  – суточный расход воды, кг; для крупнорогатого скота в среднем на 1 голову используется 30 кг воды в сутки, для свиней – 10 кг;

$t$  – расчетный период (365 дней).

После этого определяется годовая масса сточных вод ( $Q_c$ ), для этого суммируют массу экскрементов и расход воды для смыва (в тоннах):

$$Q_c = Q_{жс} + Q_6.$$

Далее рассчитывают массу твердой ( $M_m$ ) и жидкой ( $M_{жс}$ ) фракций. Для этого используются следующие уравнения:

$$M_m = \frac{Q_{жс} \cdot V_t}{V_3},$$

где  $M_m$  – масса твердой фракции, т;

$Q_{жс}$  – годовой выход экскрементов, т;

$V_m$  – влажность твердой фракции, % (показатель в диапазоне от 82 до 86 %);

$V_3$  – влажность экскрементов, % (показатель в диапазоне от 87 до 92 %).

$$M_{жс} = Q_c - M_m,$$

где  $M_{жс}$  – масса жидкой фракции, т;

$Q_c$  – масса сточных вод, т;

$M_m$  – масса твердой фракции, т.

Твердая фракция складывается на отведенных территориях, с которых также выносятся биогенные вещества. Их количество в навозе и потери рассчитываются как с ферм. Что касается концентрации азота и фосфора в 1 т навоза, то необходимо учесть их частичный переход в жидкую фракцию. Так, в сточных водах комплексов КРС содержание азота в 1 т составляет 0,9–2,1 кг, фосфора – 0,3–1,1 кг; для свинокомплексов – 0,1–0,7 кг и 0,4–0,5 кг. Количество веществ в твердой фракции определяют как разность между общим содержанием (прил. 1) и содержанием в жидкой фракции.

Жидкая фракция в хозяйствах используется по разному:

– идет на орошение полей, где возделываются сельскохозяйственные культуры;

– отправляется на биологическую очистку и отводится в реки.

Если жидкая фракция направляется для орошения сельскохозяйственных культур, то поступление загрязняющих примесей определяется по формуле:

$$P_{жс} = 4,21 \cdot M_{жс} \cdot W \cdot J \cdot (1 - П),$$

где  $P_{жс}$  – поступление биогенного вещества в водный объект с жидкой фракцией за 1 год, кг;

$M_{жс}$  – масса жидкой фракции, т;

$W$  – содержание биогенного вещества в жидких отходах, кг в 1 т;

$J$  – коэффициент, учитывающий динамику поступления возвратных вод (принято 0,25 – 0,4);

$П$  – количество примесей, задерживаемых почвой, в долях от единицы (прил. 9);

4,21 – переходный коэффициент к годовому выходу навоза.

В случаях, когда жидкая фракция отводится в биологические пруды с последующим сбросом в водные экосистемы, вынос биогенных веществ в ней ведется по следующей зависимости:

$$P_{жс} = M_{жс} \cdot W \cdot Z \cdot (1 - P),$$

где  $P_{жс}$  – годовой вынос биогенных веществ сточными водами в водную среду, кг;

$M_{жс}$  – масса жидкой фракции, т;

$W$  – содержание биогенного вещества в жидких отходах, кг в 1 т;

$Z$  – коэффициент, учитывающий долю элемента, оставшегося после отстаивания или механического разделения (прил. 7);

$P$  – эффективность биологической очистки сточных вод (прил. 8).

## 2.4 Расчет поступления биогенных веществ с естественных растительных сообществ

Естественные природные системы (луга, болота, леса) служат дополнительными источниками поступления биогенных веществ в водные объекты суши. Основными загрязнителями являются соединения азота и фосфора.

Величина миграции этих веществ с лесного опада зависит от типа растительного покрова. Поэтому при расчете выноса БВ необходимо учитывать видовой состав растений.

Биогенную нагрузку определяют по зависимости:

$$P_{леса} = W \cdot L \cdot F \cdot a,$$

где  $P_{\text{леса}}$  – поступление биогенных веществ с лесных экосистем в водный объект, кг;

$W$  – удельное количество элемента, поступившего в лесную подстилку с растительным опадом, кг/га (прил.10);

$L$  – коэффициент естественных потерь элемента при разложении опада (для азота – 0,035; для фосфора – 0,008);

$F$  – площадь леса, га;

$a$  – коэффициент миграции в зависимости от удаления водного источника (прил. 5).

Вынос к водному объекту элементов при разложении лугового и растительного опадов вычисляют по формуле:

$$P_{\text{луга}} = W \cdot F \cdot a$$

где  $P_{\text{луга}}$  – поступление биогенных веществ травянистых сообществ в водный объект, кг;

$W$  – удельный вынос элемента при разложении растительного опада, кг/га (прил. 11);

$F$  – площадь луга, болота;

$a$  – коэффициент миграции в зависимости от удаления водного источника (прил. 5).

## 2.5. Вынос биогенных веществ с территорий населенных пунктов

К источникам загрязнения вод относят территории сельских населенных пунктов. Их влияние на качество воды водоприемников проявляется за счет поверхностного и внутрипочвенного стоков. Количество биогенных веществ в стоках зависит от площади застройки, численности населения, соотношения канализационного и неканализационного фонда, концентрации азота и фосфора в стоках и сточных водах.

Расчет поступления биогенных веществ с жилых объектов осуществляют по следующим уравнениям:

для стоков, не проходящих через очистные сооружения –

$$P_{\text{с1}} = W \cdot n \cdot a \cdot t \cdot 10^{-3},$$

для стоков, проходящих через очистные сооружения –

$$P_{\text{с1}} = W \cdot n \cdot (1 - p) \cdot a \cdot t \cdot 10^{-3},$$

где  $P_{\text{с1}}$  – вынос биогенных веществ с жилых объектов, кг;

$W$  – удельное поступление элемента с бытовыми стоками (для азота – 2,62 г/сутки на человека, для фосфора – 1,45 г/сутки);

$n$  – численность населения;

$t$  – расчетный период, сут;

$p$  – коэффициент, характеризующий эффективность очистки бытовых стоков от элемента (прил. 12);

$a$  – коэффициент миграции (прил. 5).

Объем загрязнений, формирующийся в результате стоков с застроенной части сельских населенных пунктов, рекомендуется рассчитывать по зависимости:

$$P_{C2} = (W \cdot F \cdot t \cdot a)10^{-3},$$

где  $P_{C2}$  – вынос элемента, кг;

$W$  – удельное поступление элемента с хозяйственных застроек (для азота – 16,62 г, для фосфора – 8,22 г);

$t$  – расчетный период, сут;

$F$  – площадь, занятая под хозяйственными застройками, га;

$a$  – коэффициент миграции (прил. 5).

Общий вынос для каждого элемента:

$$P_c = P_{C1} + P_{C2}.$$

## 2.6. Оценка экологической нагрузки биогенных веществ на водный объект

Биогенную нагрузку на реки, озера, водохранилища оценивают по концентрации элементов в стоках. Обычно определяют среднесуточную концентрацию соединений азота и фосфора от конкретного источника. Для сельскохозяйственных угодий, населенных пунктов, естественных экосистем, территорий хранения навоза и площадей утилизации жидкой фракции среднюю экологическую нагрузку рассчитывают по следующим уравнениям:

$$C_N = \frac{4,5 \cdot 10^3 P \cdot \mu \cdot \Phi}{V \cdot F \cdot t};$$

$$C_{P_2O_5} = \frac{P \cdot 10^3 \cdot \Phi}{V \cdot F \cdot t},$$

где  $C$  – концентрация биогенного вещества, мг/л;

$P$  – вынос элемента от источника загрязнения, кг;

$\mu$  – коэффициент, характеризующий содержание общего азота в стоке (0,92);

$\Phi$  – модульный коэффициент для перехода от среднегодовых концентраций к максимальным (0,92);

$V$  – объем поверхностного стока, м<sup>3</sup>/га;

$F$  – площадь, занимаемая источником загрязнения, га (площадь под орошение жидкой фракции берется исходя из вида животных и их численности по прил. 13);

$t$  – время, сутки.

Концентрацию биогенных элементов в сточных водах животноводческого комплекса при прямом сбросе в водоприемники определяют по формуле:

$$C = \frac{P_{ж} \cdot 10^3}{Q_{в}}$$

где  $C$  – концентрация биогенного вещества в сточных водах, мг/л;

$P_{ж}$  – поступление биогенного вещества за год, кг;

$Q_{в}$  – годовой расход воды, л.

Полученные результаты по разделу заносят в табл. 7.

Таблица 7 – Экологическая нагрузка источников загрязнения водной среды биогенными веществами

Но- мер суб- во- дос- бо- ра	Объекты загрязне- ния	Пло- щадь (F), га	Объем по- верхностно- го стока (V), м <sup>3</sup> /га	Вре- мя (t), сутки	Вынос в-ва, кг (P)		Концентрация в стоках, мг/л	
					N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	Поля							
	Ферма КРС							
	Луг							
	.....							

Данные таблицы анализируются, характеризуются возможные причины высокой нагрузки по биогенным веществам конкретного источника их поступления.

### 3. ОБОСНОВАНИЕ ВОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Для снижения экологического ущерба, нанесенного водной экосистеме сельскохозяйственными объектами, разрабатываются различные природоохранные мероприятия. Они направлены на предотвращение

биогенного загрязнения водоемов или водотоков и делятся на три уровня, каждый из которых имеет свои цели. Так, мероприятия первого уровня призваны уменьшить массу биогенных веществ за счет снижения их миграционной способности и водоотведения. Перечень приемов и их экологическая эффективность приведены в приложении 14. Проектирование водоохранных мероприятий начинают с данного уровня.

Мероприятия второго уровня обеспечивают снижение биогенной нагрузки за счет экологизации технологий производства (прил. 15).

Третий уровень водоохранных мероприятий является завершающим. Он предназначен для снижения концентрации биогенных веществ в воде водных объектов (прил. 16). Приемы третьего уровня используются в том случае, если не достигнута оптимизация приемами 1-го и 2-го уровней.

Проектируемые приемы по источникам загрязнения оформляются в табл. 8.

Нагрузку уменьшают до концентрации для азота 10 мг/л, для фосфора 20 мг/л.

**Т а б л и ц а 8. Мероприятия по оптимизации нагрузки источников поступления биогенных веществ**

Номер субводосбора	Сельскохозяйственный объект, начальная концентрация (мг/л)	Наименование приема	Эффективность приема, %	Остаточная концентрация веществ, мг/л	
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

### Содержание биогенных элементов в 1 т навоза, кг

Вид животных	Азот аммонийный	Азот общий	Фосфор
КРС: взрослый	1,4	4,5	2,3
молодняк	1,4	4,5	2,3
Свиньи	2,0	4,5	1,9
Лошади	1,9	5,8	2,8
Птицы	5,2	2,1	1,44

Приложение 2

### Концентрация биогенных веществ в атмосферных осадках, г/м<sup>3</sup>

Вид осадков	N (NH <sub>4</sub> )	N (NO <sub>2</sub> )	N (NO <sub>3</sub> )	P (PO <sub>4</sub> )
Снег	0,7	0,008	0,5	0,02
Дождь	0,95	0,01	0,45	0,35

Приложение 3

### Вынос азота, фосфора и калия с 1 ц основной и соответствующим количеством побочной продукции

Культура	Вид продукции	N	P
1	2	3	4
Озимая пшеница	Зерно	2,82	1,08
Озимая рожь	Зерно	2,8	1,21
Озимый ячмень	Зерно	2,5	1,11
Яровая пшеница	Зерно	3,04	1,16
Яровой ячмень	Зерно	2,9	1,19
Овес	Зерно	2,9	1,19
Гречиха	Зерно	8,6	1,9
Люпин	Зерно	8,93	1,99
	Зеленая масса	0,54	0,7
Горох	Зерно	8,43	1,99
Просо	Зерно	3,0	1,2
Тритикале яровой	Зерно	2,53	1,20
Тритикале озимый	Зерно	2,6	1,15
Кукуруза на силос	Зеленая масса	0,33	0,12

Окончание прил.3

1	2	3	4
Рапс яровой	Зерно	5,5	3,0
Рапс озимый	Зерно	5,8	2,9
Лен-долгунец	Волокно	5,81	0,29
Однолетние бобово-злаковые травы	Зеленая масса	0,45	0,13
Многолетние травы	Зеленая масса	0,35	0,11
	Сено	1,73	0,54
Сенокосы	Сено	1,64	0,4
Пастбища	Зеленая масса	0,43	0,06
Капуста	Плоды	0,4	0,10
Огурцы	Плоды	0,13	0,05
Томаты	Плоды	0,16	0,05
Морковь	Корнеплоды	0,34	0,11
Лук	Репка	0,3	0,12
Картофель	Клубни	0,54	0,16
Свекла столовая	корнеплоды	0,34	0,11
Зеленные	Зелень	0,45	0,13
Овощи в среднем	Плоды (корнеплоды)	0,25	0,08
Свекла кормовая	Корнеплоды	0,33	0,11
Свекла сахарная	Корнеплоды	0,5	0,16
Сады, ягодники	Фрукты (ягоды)	0,5	0,16

Приложение 4

**Поправочные коэффициенты для учета топографии, типов почв,  
хозяйственного использования земель**

Поправочные коэффициенты	Учитываемые факторы	Значение коэффициента	
		N	P
1	2	3	4
Типы почв В <sub>1</sub>	Глинистые	1,52	-
	Супеси, суглинки	1,27	-
	Пески, торфяно-болотные	1,00	-
Уклон В <sub>2</sub>	> 7,0	6,25	-
	5,0–6,9	4,88	-
	3,0–4,9	2,06	-
	1,0-2,9	1,00	-

Окончание прил. 4

1	2	3	4
Использование земель В <sub>3</sub>	Пропашные	10	-
	Выгоны, пастбища	3	-
	Застроенные территории	3	-
	Культурные пастбища	1	-
	Лес	1	-
	Культуры сплошного сева	5	
	Многолетние травы	3	
	Сады, ягоды	3	

Приложение 5

**Коэффициент миграции биогенных веществ в зависимости от расстояния к водному объекту**

Водность года	Расстояние, м						
	0 – 499	500 – 999	1000 – 1999	2000 – 2999	3000 – 3999	4000 – 4999	5000 и более
Многоводный (до 350 м <sup>3</sup> /г)	1,0	1,0	0,9	0,8	0,6	0,4	0,2
Средней водности (350–500 м <sup>3</sup> /г)	1,0	0,9	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1
Маловодный (500–750 м <sup>3</sup> /г)	0,9	0,8	0,6	0,4	0,2	0,1	0,1

Приложение 6

**Суточный выход экскрементов от одного животного**

Вид животных	Масса экскрементов, кг
Коровы	40,0
Телята на откорме	14,0–30,0
Взрослые свиньи	10,0
Свиньи на откорме:	5,1
молодняк массой до 40 кг	3,5
молодняк на 80 кг	5,1
молодняк более 80 кг	6,6
Птицы:	
куры	60,0 кг в год
гуси	24,0 кг в год

Приложение 7

**Доля элемента, оставшаяся в жидкой фракции после обработки сточных вод**

Способы обработки	Азот	Фосфор	Калий
Отстаивание	0,50	0,65	0,50
Механическое разделение	0,87	0,75	0,77

Приложение 8

**Эффективность очистки сточных вод животноводческих комплексов**

Биологическая очистка	Удаление	
	взвешенных веществ	азота
I ступень	0,93	0,75
II ступень	0,96	0,85

Приложение 9

**Доля примесей задерживаемых почвой**

Биогенное вещество	Вид комплекса	
	КРС	Свиноводческий
Общий азот	0,005	0,005
Азот аммонийный	0,0025	0,0035
Азот нитратный	0,0025	0,0015
Фосфор	0,002	0,0025

Приложение 10

**Содержание биогенных веществ в лесном опаде**

Тип леса	Удельное содержание, кг/га (∇)	
	азота	фосфора
Еловый	36,0	2,0
Сосновый	16,0	4,3
Смешанный	37,0	5,4
Березовый	60,0	8,8
Осиновый	46,0	4,0
Лиственный	48,0	7,3

Приложение 11

**Содержание биогенных веществ в растительном опаде**

Вид опада	Удельное содержание, кг/га (y)	
	азота	фосфора
Естественный луг	1,8	0,04
Верховое болото	1,8	0,04
Низовое болото	4.0	0,10

Приложение 12

**Эффективность способов очистки хозяйственно-бытовых стоков**

Способ очистки	Удаление	
	азота	фосфора
Без очистки	0,00	0,00
Механическая очистка	0,00	0,00
Полная биологическая	0,50	0,30
Биологическая + механическая	0,65	0,45

Приложение 13

**Площадь земель, необходимая для утилизации вод  
от животноводческих комплексов**

Тип комплекса	Мощность, тыс. гол.	Площадь земель, га	
		всех отходов	жидкой фракции
Производство молока	1,0	300	200
	2,0	450	300
	3,0	750	500
	4,0	900	600
Производство говядины	2,0	250	150
	3,0	350	250
	4,0	500	350
	5,0	800	450
	6,0	900	550
	7,0	1000	650
	8,0	1200	750
	9,0	1400	850
Производство свинины	10,0	1600	1000
	12,0	500	350
	24,0	1000	750
	54,0	2200	1500
	108,0	4800	3100

Приложение 14

**Экологическая эффективность водоохранных мероприятий I уровня**

Мероприятие	Эффективность, %
1. Выделение водоохраной зоны:	
а) с посадкой лесных насаждений	60–70
б) залужение	10–15
2. Создание лесных полос вокруг полей, в санитарно-защитных зонах ферм, комплексов, населенных пунктов	60–70
3. Обвалование:	
а) сельскохозяйственных полей с помощью водозадерживающих валов (25–30 см)	20–40
б) вокруг животноводческих объектов	30–40
в) по берегам водоемов и вдоль русла рек	35–45
4. Целевое направление стоков:	
а) в биологические пруды	30–50
б) в отстойные пруды	20–40
в) в болото	15–45
5. Мульчирование	20–30

Приложение 15

**Экологическая эффективность водоохранных мероприятий II уровня**

Мероприятие	Эффективность, %
Для с.-х. угодий	
1. Приемы обработки:	
а) безотвальная обработка обычная	50–60
б) плоскорезная обработка	70
в) вспашка поперек склона	20–40
г) вспашка поперек склона с почвоуглублением	55
д) контурная вспашка	10–30
2. Известкование	10–30
Для животноводческих объектов	
1. Обработка твердой фракции:	
а) переработка в кормовые добавки	85–95
б) буртование	10–30
в) приготовление торфокомпостов	50–70
2. Компостирование навоза	50–60
3. Переход от гидросмыва на механическое удаление навоза	В 10 раз
4. Снижение поголовья до оптимального уровня	95

## Экологическая эффективность водоохранных мероприятий III уровня

Мероприятия	Эффективность, %
1. Регулирование русла рек	10–30
2. Очистка дна от илистых отложений	20–40
3. Систематическое скашивание осенью водной растительности	45–55

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хрисанов, Н. И. Управление эвтрофированием водоемов / Н. И. Хрисанов, Г. К. Осипов. СПб., 1993. – 276 с.
2. Сборник нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды. / Белорусский научно-исследовательский центр экологии. Минск, 2001. – Вып. 30.
3. Боголюбов, Ф. Г. Методика моделирования выноса биогенов с водосборов рек с учетом развития их хозяйственного использования. // Комплексные проблемы охраны окружающей среды регионов / Ф. Г. Боголюбов, Т. А. Душенкова. – Л., 1984.
4. Бойченко, З. А. Прогнозирование содержания биогенных элементов в стоке сельскохозяйственных угодий / З. А. Бойченко, Г. А. Чуян // Агрехимия. – 1985. – № 5.
5. Агроэкология / В. А. Черников, Р. М. Алексахин, А. В. Голубев [и др.]; под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
6. Герасименко, В. П. Практикум по экологии: учеб. пособие / В. П. Герасименко. СПб.: Изд-во «Лань», 2009. – 432 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Требования к оформлению курсовой работы.....	5
2. Методика выполнения курсовой работы.....	11
2.1. Характеристика объектов загрязнения на водосборной территории.....	12
2.2. Вынос биогенных веществ в водную экосистему с сельскохозяйственных угодий.....	13
2.3. Вынос биогенов от объектов животноводства.....	17
2.4. Расчет поступления биогенных веществ с естественных растительных сообществ.....	21
2.5. Вынос биогенных веществ с территорией населенных пунктов.....	22
2.6. Оценка экологической нагрузки биогенных веществ на водный объект.....	23
3. Обоснование водоохранных мероприятий.....	24
Приложения.....	26
Литература.....	32