

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
и образовательным инновациям

О.И. Чуприс

2019 г.

Регистрационный № УД- 6916 /уч.

**МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности:

1-33 80 01 Экология

*профилизация Геоэкология*

2019 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования второй ступени (магистратура) ОСВО 1-33 80 01-2019; учебного плана БГУ НЗЗ – 097/уч утвержденного 11.04.2019 г.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Д.С. Воробьёв, доцент кафедры географической экологии,  
кандидат географических наук

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

Р. В. Михалевич - директор Республиканского научно-исследовательского унитарного предприятия «Бел НИЦ «Экология» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой географической экологии  
(протокол № 11 от «17» июня 2019 г.);  
Научно-методическим Советом Белорусского государственного университета  
(протокол № 5 от «28» июня 2019 г.)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

А.Н. Витченко

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель учебной дисциплины – формирование знаний, умений и навыков в области теории и практики использования методов обработки экологических данных.

Задачи учебной дисциплины:

– изучение видов экологической информации и особенностей ее обработки.

– освоение методов статистического, пространственного анализа и моделирования экологических данных.

– овладение навыками использования геоинформационных технологий при обработке данных дистанционного зондирования Земли.

– получение практических навыков тематического экологического картографирования.

Учебная дисциплина «Методы обработки экологических данных» относится к модулю «Компьютерное моделирование в экологии» государственного компонента.

Программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами «Теория и методология экологических исследований», «Компьютерная визуализация экологической информации». Изучение дисциплины формирует необходимую базу для освоения в дальнейшем таких курсов, как «Инновационные технологии в области экологии и охраны окружающей среды», «Экологическое проектирование и ОВОС», «Территориальное планирование и стратегическая экологическая оценка» и получения степени магистра.

### **Требования к компетенциям**

Освоение учебной дисциплины «Методы обработки экологических данных» должно обеспечить формирование следующих универсальных и углубленных профессиональных компетенций:

**универсальные** компетенции:

УК-1. Быть способным применять методы научного познания (анализ, сопоставление, систематизация, абстрагирование, моделирование, проверка достоверности данных, принятие решений и др.) в самостоятельной исследовательской деятельности, генерировать и реализовывать инновационные идеи.

**углубленные профессиональные** компетенции:

УПК-3. Быть способным проводить количественное описание экологических процессов и статистическую обработку данных экологических исследований, обобщать и систематизировать результаты выполненных работ, используя современную вычислительную технику

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

**знать:**

– основные виды экологической информации, типы и источники экологических данных;

– основные методы статистического и пространственного анализа экологических данных;

– теоретические основы экологического картографирования.

**уметь:**

– выполнять основные виды (корреляционный, регрессионный, дисперсионный, факторный, кластерный, дискриминантный) статистического и пространственного анализа экологической информации;

– выполнять спектральные и пространственные преобразования данных дистанционного зондирования Земли, их коррекцию и калибровку;

– грамотно использовать способы картографических изображений в экологическом картографировании;

**владеть:**

– методами обработки и анализа экологических данных;

– навыками работы с программными пакетами и средствами, применяемые при обработке и анализе экологической информации;

– навыками прикладного экологического картографирования.

### **Структура учебной дисциплины**

Структура содержания учебной дисциплины включает такие дидактические единицы, как темы, в соответствии с которыми разрабатываются и реализуются соответствующие лекционные и практические занятия. Примерная тематика практических работ приведена в информационно-методической части.

Дисциплина изучается в 1 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Методы обработки экологических данных» для очной формы получения высшего образования отведено 90 часов, в том числе 42 аудиторных часа, из них: лекции – 12 часов, практические занятия – 30 часов (в т.ч. 26 часов в форме дистанционного обучения).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## **Тема 1. Экологическая информация и особенности ее обработки**

Виды и классификация экологической информации. Типы и источники экологических данных. Система показателей экологической статистики. Сущность и цели обработки данных. Этапы обработки данных. Программные средства, применяемые при обработке и анализе экологической информации. Основные этапы развития применения статистических методов обработки данных в экологии. Современные достижения в области моделирования экологических процессов. Современные статистические методы компьютерной обработки данных.

## **Тема 2. Методы статистического анализа экологических данных**

Элементы общей теории ошибок. Генеральная совокупность и выборка. Эмпирические и теоретические распределения. Теория оценок. Статические гипотезы. Оценки рядов: среднее, отклонение, вариация, ошибка. Сравнение рядов (достоверность различий). Оценки сходства. Оценка экологического разнообразия. Математико-вероятностные модели в экологии. Корреляционный анализ. Выборочный коэффициент корреляции. Робастные модификации выборочного коэффициента корреляции. Выявление и интерпретация значимых корреляционных связей. Регрессионный анализ. Уравнения линейной регрессии. Доверительные интервалы уравнений регрессии. Полиномиальные и нелинейные модели регрессии. Модель множественной регрессии и выбор ее спецификации. Дисперсионный анализ. Линейные модели дисперсионного анализа. Структура модельных объектов дисперсионного анализа. Оценка адекватности модели дисперсионного анализа. Факторный анализ. Установления факторной нагрузки, факторной структуры. Объяснение результатов, интерпретация факторов. Кластерный анализ. Дискриминантный анализ. Оценка достоверности дискриминации. Статистический анализ экологической информации с использованием пакетов прикладных программ.

## **Тема 3. Пространственный анализ и моделирование экологических данных**

Пространственные экологические данные. Основные задачи анализа пространственных экологических данных. Основные этапы анализа и моделирования пространственных данных. Основные понятия и термины геостатистики. Декластеризация. Пространственная непрерывность. Геостатистическое оценивание. Дискретные и непрерывные модели представления пространственных данных. Принципы геостатистического анализа. Детерминистские методы интерполяции пространственных данных.

Линейные интерполяторы. Полиномиальные методы. Метод базисных функций. Анализ и моделирование пространственной корреляции. Вариография. Геостатистические методы интерполяции. Многопеременное пространственное моделирование. Современные направления развития пространственной статистики.

#### **Тема 4. Геоинформационные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли**

Основы дистанционного зондирования Земли. Физические основы дистанционных методов. Обзор систем дистанционного зондирования Земли. Модели данных дистанционного зондирования Земли. Основные этапы обработки спутниковых изображений. Спектральные преобразования. Пространственные преобразования. Коррекция и калибровка. Радиометрическая коррекция изображения. Геометрическая коррекция изображения. Совмещение и объединение изображений. Анализ данных дистанционного зондирования. Методики обработки материалов данных дистанционного зондирования Земли. Тематическая классификация. Пакеты прикладных программ по обработке данных дистанционного зондирования Земли. Системы обработки и анализа данных дистанционного зондирования Земли ERDAS Imagine, ENVI, ER Mapper, Multispec; интегрированная ГИС IDRISI. Применение данных дистанционного зондирования в экологии и природопользовании.

#### **Тема 5. Экологическое картографирование**

Теоретические основы экологического картографирования. Роль экологического картографирования в науке и практике. Экологическое и эколого-географическое картографирование. Эколого-картографическое источниковедение. Методология экологического картографирования. Территориальная интерпретация эколого-географической информации. Картографическая семантика в экологическом картографировании. Объекты экологического картографирования и их локализация. Способы картографических изображений и их использование в экологическом картографировании. Содержание и методы составления экологических карт. Комплексное экологическое картографирование. Прикладное экологическое картографирование и использование экологических карт. Экологическое картографирование при обосновании инвестиций. Картографическое обеспечение инженерно-экологических изысканий. Картографическая составляющая ОВОС. Экологические аспекты кадастрового картографирования. Географический анализ загрязнения.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ»**

дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы                              | Количество аудиторных часов |                      | Форма контроля знаний   |
|---------------------|---|-----------------------------|----------------------|---|
|                     |   | Лекции                      | Практические занятия |   |
| 1                   | Экологическая информация и особенности ее обработки | 2                           | -                    | Устный опрос на лекции, коллоквиум  |
| 2                   | Методы статистического анализа экологических данных | 4                           | 12                   | Устный опрос на лекции, коллоквиум, проверка практических работ             |
| 2.1                 | Корреляционный анализ.                              | -                           | 2 (ДО)               | Проверка практических работ. Задание на образовательном портале LMS Moodle. |
| 2.2                 | Регрессионный анализ.                               | -                           | 2 (ДО)               | Проверка практических работ. Задание на образовательном портале LMS Moodle. |
| 2.3                 | Дисперсионный анализ.                               | -                           | 2 (ДО)               | Проверка практических работ. Задание на образовательном портале LMS Moodle. |
| 2.4                 | Факторный анализ.                                   | -                           | 2 (ДО)               | Проверка практических работ. Задание на образовательном портале LMS Moodle. |
| 2.5                 | Кластерный анализ                                   | -                           | 2 (ДО)               | Проверка практических работ. Задание на образовательном портале LMS Moodle. |

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы  | Количество аудиторных часов |                      | Форма контроля знаний   |
|---------------------|---|-----------------------------|----------------------|---|
|                     |   | Лекции                      | Практические занятия |   |
| 2.6                 | Дискриминантный анализ.   | -                           | 2 (ДО)               | Проверка практических работ. Задание на образовательном портале LMS Moodle. |
| 3                   | Пространственный анализ и моделирование экологических данных                            | 2                           | 6                    | Устный опрос на лекции, коллоквиум, проверка практических работ             |
| 3.1                 | Детерминистские методы интерполяции пространственных данных.                            | -                           | 2 (ДО)               | Проверка практических работ. Задание на образовательном портале LMS Moodle. |
| 3.2                 | Анализ и моделирование пространственной корреляции.                                     | -                           | 2 (ДО)               | Проверка практических работ. Задание на образовательном портале LMS Moodle. |
| 3.3                 | Геостатистические методы интерполяции.  | -                           | 2 (ДО)               | Проверка практических работ. Задание на образовательном портале LMS Moodle. |
| 4                   | Геоинформационные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли         | 2                           | 6                    | Устный опрос на лекции, коллоквиум, проверка практических работ             |
| 4.1                 | Спектральные и пространственные преобразования данных дистанционного зондирования Земли | -                           | 2 (ДО)               | Проверка практических работ. Задание на образовательном портале LMS Moodle. |
| 4.2                 | Анализ данных дистанционного зондирования Земли.  | -                           | 2 (ДО)               | Проверка практических работ. Задание на образовательном портале LMS Moodle. |

| Номер раздела, темы | Название раздела, темы   | Количество аудиторных часов |                      | Форма контроля знаний   |
|---------------------|--|-----------------------------|----------------------|---|
|                     |  | Лекции                      | Практические занятия |   |
| 4.3                 | Тематическая классификация данных дистанционного зондирования Земли. | -                           | 2 (ДО)               | Проверка практических работ. Задание на образовательном портале LMS Moodle. |
| 5                   | Экологическое картографирование                                      | 2                           | 6                    | Устный опрос на лекции, коллоквиум, проверка практических работ             |
| 5.1                 | Изучение способов картографических изображений экологических данных. | -                           | 2 (ДО)               | Проверка практических работ. Задание на образовательном портале LMS Moodle. |
| 5.2                 | Прикладное экологическое картографирование.                          | -                           | 4                    | Проверка практических работ   |

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Перечень основной литературы**

1. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании / И.С. Белюченко и др. – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2015. – 312 с.
2. Геоestatистика: теория и практика / В.В. Демьянов, Е.А. Савельева. - М.: Наука, 2010. - 327 с.
3. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / Чандра А.М., Гош С.К. - Москва: Техносфера, 2008. – 312 с.
4. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Шовенгердт Р.А. - М.: Техносфера, 2010. - 560 с.
5. Математические методы в экологических и географических исследованиях / Ю.Г. Пузаченко. - Москва: Академия, 2004 г. - 416 с.
6. Математические методы обработки данных в экологии / А.А. Волчек и др. - Минск: РИВШ, 2018. - 210 с.
7. Экологическое картографирование / В.И. Стурман. - Москва: Лань, 2018. – 180 с.
8. Экологическое картографирование / Г.Н. Огуреева, Т.В. Котова, Л.Г. Емельянова. - Москва: Юрайт, 2018. – 155 с.
9. Дистанционное зондирование земли /Е. Н. Сутырина. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. – 165 с.
10. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование / К.В. Шошина, Р.А. Алешко. - Архангельск: ИД САФУ, 2014. - Ч. 1. - 76 с.

### **Перечень дополнительной литературы**

1. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях / Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Краснощеков А.Н. - М.: Академический Проект, 2005. — 352 с.
2. Методы статистической обработки экологической информации: дискриминантный, корреляционный и регрессионный анализ / А.Л. Буляница, И.С. Кноп, В.Е. Курочкин. - Санкт-Петербург, 2005. - 48 с.

### **Основные информационные электронные источники**

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>.
2. European Statistical Office [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ec.europa.eu/eurostat>.
3. United States Geological Survey [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.usgs.gov>.

## **Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки**

Контроль качества знаний по дисциплине «Методы обработки экологических данных» и средства диагностики устанавливаются УВО в соответствии с образовательным стандартом, нормативными документами Министерства образования Республики Беларусь, а также методическими рекомендациями УМО.

Для текущего контроля качества усвоения знаний рекомендуется использовать следующий диагностический инструментарий:

- устные опросы;
- проведение коллоквиума;
- проверка практических работ.

Оценка за ответы на лекциях (опрос) и практических занятиях включает в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики. Оценка проекта включает актуальность исследуемой проблемы, корректность используемых методов исследования, привлечение знаний из различных областей, организация работы группы, практикоориентированность полученных результатов.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Методы обработки экологических данных» учебным планом предусмотрен экзамен.

Итоговая оценка формируется на основе документов:

1. Правила проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (Постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29 мая 2012 г. № 53);

2. Положение о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в Белорусском государственном университете (приказ ректора БГУ от 18 августа 2015 г. № 382-ОД);

3. Критерии оценки знаний и компетенций студентов по 10-балльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 22 декабря 2003 г. № 21-04-1/105).

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации по дисциплине. Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценка по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная оценка – 60 %.

### **Примерная тематика практических занятий**

Тема 2.1. Корреляционный анализ.

Тема 2.2. Регрессионный анализ.

- Тема 2.3. Дисперсионный анализ.  
Тема 2.4. Факторный анализ.  
Тема 2.5. Кластерный анализ  
Тема 2.6. Дискриминантный анализ.  
Тема 3.1. Детерминистские методы интерполяции пространственных данных.  
Тема 3.2. Анализ и моделирование пространственной корреляции.  
Тема 3.3. Геостатистические методы интерполяции.  
Тема 4.1. Спектральные и пространственные преобразования данных ДЗЗ.  
Тема 4.2. Анализ данных ДЗЗ.  
Тема 4.3. Тематическая классификация данных ДЗЗ  
Тема 5.1. Изучение способов картографических изображений в экологии.  
Тема 5.2. Прикладное экологическое картографирование.

**Примерный перечень заданий для практических работ  
дистанционной формы обучения студентов,  
размещенных на образовательном портале LMS Moodle**

***Тема 2.1. Корреляционный анализ.***

Выполнить корреляционный анализ экологических данных (согласно вариантов). Результаты оформить в виде отчета, сделать выводы об особенностях использования корреляционного анализа при статической обработке экологических данных.

(Форма контроля – Проверка практических работ).

***Тема 2.2. Регрессионный анализ.***

Выполнить регрессионный анализ экологических данных (согласно вариантов). Результаты оформить в виде отчета, сделать выводы об особенностях использования регрессионного анализа при статической обработке экологических данных.

(Форма контроля – Проверка практических работ).

***Тема 2.3. Дисперсионный анализ.***

Выполнить дисперсионный анализ экологических данных (согласно вариантов). Результаты оформить в виде отчета, сделать выводы об особенностях использования дисперсионного анализа при статической обработке экологических данных.

(Форма контроля – Проверка практических работ).

***Тема 2.4. Факторный анализ.***

Выполнить факторный анализ экологических данных (согласно вариантов). Результаты оформить в виде отчета, сделать выводы об особенностях использования факторного анализа при статической обработке экологических данных.

(Форма контроля – Проверка практических работ).

***Тема 2.5. Кластерный анализ***

Выполнить кластерный анализ экологических данных (согласно вариантов). Результаты оформить в виде отчета, сделать выводы об особенностях

использования кластерного анализа при статической обработке экологических данных.

(Форма контроля – Проверка практических работ).

***Тема 2.6. Дискриминантный анализ.***

Выполнить дискриминантный анализ экологических данных (согласно вариантов). Результаты оформить в виде отчета, сделать выводы об особенностях использования дискриминантного анализа при статической обработке экологических данных.

(Форма контроля – Проверка практических работ).

***Тема 3.1. Детерминистские методы интерполяции пространственных данных.***

Выполнить пространственное моделирование экологических данных (согласно вариантов) с использованием детерминированных методов пространственной интерполяции. Результаты оформить в виде отчета, сделать выводы об особенностях использования дискриминантного анализа при статической обработке экологических данных.

(Форма контроля – Проверка практических работ).

***Тема 3.2. Анализ и моделирование пространственной корреляции.***

Выполнить на выбор анализ и (или) пространственное моделирование экологических данных с использованием одного из модулей программного пакета ArcGIS: 3D Analyst, Network Analyst, Spatial Analyst. Результаты оформить в виде отчета, сделать выводы об особенностях использования геоинформационного пакета ArcGIS при статической обработке экологических данных.

(Форма контроля – Проверка практических работ).

***Тема 3.3. Геостатистические методы интерполяции.***

Выполнить пространственное моделирование экологических данных (согласно вариантов) с использованием геостатистического метода пространственной интерполяции (кригинг). Результаты оформить в виде отчета, сделать выводы об особенностях использования геостатистического анализа при статической обработке экологических данных.

(Форма контроля – Проверка практических работ).

(Форма контроля – Проверка практических работ).

***Тема 4.1. Спектральные и пространственные преобразования данных дистанционного зондирования Земли.***

Подобрать набор космических снимков из каталога Геологической службы США (<https://www.usgs.gov>). Выполнить анализ спектральной информации методом главных компонент. Выполнить преобразование и анализ пространственной информации снимка с помощью фильтров. Сделать выводы об особенностях спектральных и пространственных преобразований данных дистанционно зондирования Земли.

(Форма контроля – Проверка практических работ).

***Тема 4.2. Анализ данных дистанционного зондирования Земли.***

Подобрать набор космических снимков из каталога Геологической службы США (<https://www.usgs.gov>). Выполнить тематический (согласно вариантов)

анализ космических снимков. Сделать выводы об особенностях анализа данных дистанционно зондирования Земли.

(Форма контроля – Проверка практических работ).

#### ***Тема 4.3. Тематическая классификация данных дистанционного зондирования Земли.***

Подобрать набор космических снимков из каталога Геологической службы США (<https://www.usgs.gov>). Выполнить классификацию изображений без эталонов. Присвоить названия классам и выполнить перекодировку тематического растра. Создать набор обучающих выборок (эталонов). Оценить качество эталонов. Выполнить контролируемую классификацию снимка. Генерализировать полигоны классифицированного растрового изображения. Сделать выводы об особенностях тематической классификации данных дистанционно зондирования Земли.

(Форма контроля – Проверка практических работ).

#### ***Тема 5.1. Изучение способов картографических изображений в экологии.***

Изучить способы картографических изображений, применяемых на экологических картах: способ значков, способ линейных знаков, способ качественного фона, способ изолиний, способ ареалов, точечный способ, способ локализованных диаграмм, способ картодиаграмм, картограммы, знаки движения. Оценить степень соответствия выбранных способов картографических изображений особенностям отображаемых явлений на примере 4-5 экологических карт Национального атласа Беларуси, Географического атласа учителя. Результаты оценки оформить в виде таблицы, сделать выводы.

(Форма контроля – Проверка практических работ).

### **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При изучении дисциплины «Методы обработки экологических данных» рекомендуется активно использовать практико-ориентированный подход, методы проектного и группового обучения.

*Практико-ориентированный подход* предполагает: освоение содержания образования через решения практических задач; приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности; ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры; использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

*Метод проектного обучения* представляет собой способ организации учебной деятельности студентов, развивающий актуальные для учебной и профессиональной деятельности навыки планирования, самоорганизации, сотрудничества и предполагающий создание собственного продукта. Указанный метод предполагает приобретение навыков для решения

исследовательских, творческих, социальных, предпринимательских и коммуникационных задач.

*Метод группового обучения* представляет собой форму организации учебно-познавательной деятельности обучающихся, предполагающую функционирование разных типов малых групп, работающих как над общими, так и специфическими учебными заданиями.

### **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов по учебной дисциплине «Методы обработки экологических данных» предполагает углубленное изучение основной и дополнительной литературы, выполнение исследовательских проектов.

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии, разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, методические указания к практическим занятиям, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации, в т.ч. вопросы для подготовки к экзамену, задания, тесты, вопросы для самоконтроля, список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Эффективность самостоятельной работы (практические работы) студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Виды и классификация экологической информации. Типы и источники экологических данных.
2. Система показателей экологической статистики.
3. Сущность и цели обработки данных. Этапы обработки данных.
4. Программные средства, применяемые при обработке и анализе экологической информации.
5. Основные этапы развития применения статистических методов обработки данных в экологии.
6. Методы статистического анализа экологических данных.
7. Особенности выполнения корреляционного анализа экологических данных.
8. Особенности выполнения регрессионного анализа экологических данных.

9. Особенности выполнения дисперсионного анализа экологических данных.
10. Особенности выполнения факторного анализа экологических данных.
11. Особенности выполнения кластерного анализа экологических данных.
12. Особенности выполнения дискриминантного анализа экологических данных.
13. Особенности выполнения корреляционного анализа экологических данных.
14. Основные задачи анализа пространственных экологических данных.
15. Основные понятия и термины геостатистики.
16. Дискретные и непрерывные модели представления пространственных данных.
17. Детерминистские методы интерполяции пространственных данных.
18. Геостатистические методы интерполяции пространственных данных.
19. Статистический анализ экологической информации с использованием пакетов прикладных программ.
20. Особенности применения данных дистанционного зондирования в экологии и природопользовании.
21. Геоинформационные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли.
22. Методики обработки материалов данных дистанционного зондирования Земли.
23. Основные этапы обработки спутниковых изображений и их содержание.
24. Пакеты прикладных программ по обработке данных дистанционного зондирования Земли.
25. Экологическое и эколого-географическое картографирование.
26. Эколого-картографическое источниковедение.
27. Территориальная интерпретация эколого-географической информации.
28. Картографическая семантика в экологическом картографировании.
29. Объекты экологического картографирования и их локализация.
30. Способы картографических изображений и их использование в экологическом картографировании.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ»**

| Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование         | Название кафедры        | Предложения об изменениях в содержании учебной программы УВО по учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|---|-------------------------|--|---|
| Инновационные технологии в области экологии и охраны окружающей среды | Географической экологии | Нет  | Протокол № 11 от 17 июня 2019 г.  |
| Экологическое проектирование и оценка воздействия на окружающую среду | Географической экологии | Нет  | Протокол № 11 от 17 июня 2019 г.  |
| Территориальное планирование и стратегическая экологическая оценка    | Географической экологии | Нет  | Протокол № 11 от 17 июня 2019 г.  |

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ»**  
на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

| №<br>п/п | Дополнения и изменения | Основание |
|----------|------------------------|-----------|
|          |                        |           |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры географической экологии (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)

Заведующий кафедрой

д. г. н., профессор  
(степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

А.Н. Витченко  
(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

к. г. н., доцент  
(степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Д.М. Курлович  
(И.О. Фамилия)