

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.И.Чуприс

2019 г.

Регистрационный № УД-6944уч.



ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 80 19 Природоохранная деятельность

Профилизация: Обеспечение устойчивого развития биосферных резерватов

2019 г.

Учебная программа составлена на основе:

- ОСВО 1-31 80 19-2019 Образовательного стандарта высшего образования II ступени (магистратура) специальности «Природоохранная деятельность», учебного плана № G 31-022/уч. от 11.04.2019 г. и № G 313-023/уч. от 11.04.2019 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Жуковская Наталья Викторовна, доцент кафедры почвоведения и географических информационных систем Белорусского государственного университета, кандидат географических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой почвоведения и географических информационных систем Белорусского государственного университета

(протокол № 11 от 27.06.2019);

Научно-методическим Советом БГУ

(протокол № 5 от 28 июня 2019 г.)

Заведующий кафедрой _____


подпись

Клебанович Н.В.
Ф.И.О.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины «Дистанционное зондирование природной среды» – сформировать у обучающихся целостную систему знаний о современных методах, системах и технологиях получения, обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования для целей экологического мониторинга и рационального природопользования.

Задачи учебной дисциплины:

1. Ознакомление с физическими основами дистанционного зондирования и отражающей способностью природных объектов;
2. Изучение основных типов систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и характеристик данных, предоставляемых ими;
3. Проанализировать круг прикладных задач в области экологии и природопользования, решаемых с применением данных ДЗЗ;
4. Освоить методы и алгоритмы обработки и интерпретации данных ДЗЗ.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием (магистра).

Учебная дисциплина «Дистанционное зондирование природной среды» относится к модулю «Системный анализ и управление природными ресурсами» (компонент учреждения высшего образования).

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами «ГИС-технологии в экологии и природопользовании» и «Методы исследования и оценки биоразнообразия в биосферных резерватах».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Дистанционное зондирование природной среды» должно обеспечить формирование следующих универсальных, углубленных профессиональных и специализированных компетенций:

специализированные компетенции:

СК-2. Быть способным разрабатывать стратегию и программу мониторинга природной среды, в том числе методами химического, физико-химического, радиологического и дистанционного контроля.

углубленные профессиональные компетенции:

УПК-3. Владеть знаниями о современных системах и технологиях получения, обработки и интерпретации данных дистанционного зондирования для целей экологического мониторинга и рационального природопользования.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- физические основы дистанционного зондирования;
- прикладные задачи, решаемые с помощью данных ДЗЗ;
- космические системы дистанционного зондирования Земли;
- основные характеристики данных ДЗЗ;
- методы и алгоритмы обработки и интерпретации данных ДЗЗ.

уметь:

- ориентироваться в современном мировом фонде космических снимков;
- обоснованно подбирать и использовать материалы дистанционного зондирования Земли;
- решать задачи предварительной и тематической обработки цифровых космических снимков.

владеть:

- методами и алгоритмами обработки данных ДЗЗ;
- навыками работы с программным обеспечением для обработки данных дистанционного зондирования Земли.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 1 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Дистанционное зондирование природной среды» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 46 аудиторных часов, из них 24 часа лекций, 18 часов лабораторных работ, 4 часа семинарских занятий.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

– для заочной формы получения высшего образования – 18 аудиторных часов, из них 10 часов лекций, 8 часов семинарских занятий.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Основы дистанционного зондирования Земли

Тема 1.1. Общие сведения о дистанционном зондировании Земли

Цель и задачи дисциплины. Определение дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Основные термины. Краткая история ДЗЗ. ДЗЗ как инновационный метод оперативного получения геоинформации о поверхности Земли. Области применения данных дистанционного зондирования. Применение данных дистанционного зондирования для целей экологии и природопользования.

Тема 1.2. Физические основы дистанционного зондирования

Электромагнитное излучение. Характеристики электромагнитного излучения. Понятие абсолютно черного тела. Спектр электромагнитного излучения, зоны спектра. Оптический диапазон. Взаимодействие излучения с атмосферой. Рассеивание и поглощение излучения атмосферой. Окна прозрачности атмосферы. Зоны спектра, используемые для дистанционного зондирования Земли. Взаимодействие излучения с поверхностью Земли. Отражение, поглощение и пропускание.

Спектральная отражательная способность. Кривые спектральной отражательной способности. Растительный покров. Почвы. Водные поверхности.

Раздел 2. Системы дистанционного зондирования Земли

Структура космических систем дистанционного зондирования. Орбитальный и наземный сегменты. Орбиты космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. Классификация съемочных систем по технологии получения космических снимков (КС). Преимущества и недостатки сканерных и радиолокационных систем. Основные характеристики данных ДЗЗ. Пространственное разрешение. Радиометрическое разрешение. Спектральное разрешение. Временное разрешение. Обзор некоторых систем дистанционного зондирования. Спутниковая метеорологическая система NOAA. Оптические системы изучения природных ресурсов Земли Landsat, SPOT, IRS, QuickBird и др. Белорусская космическая система дистанционного зондирования Земли. Радиолокационные системы Radarsat, Envisat, ALOS и др. Сопоставительный анализ космических систем ДЗЗ и предоставляемых ими данных. Электронные фонды и каталоги космических снимков.

Раздел 3. Обработка и интерпретация данных ДЗЗ

Тема 3.1. Обработка данных дистанционного зондирования Земли

Форматы представления данных ДЗЗ. Статистические показатели исходных данных. Методы предварительной обработки данных ДЗЗ. Радиометрическая калибровка снимков. Радиометрическая коррекция влияния атмосферы. Восстановление пропущенных пикселей. Геометрическая коррекция. Ортотрансформирование. Стандартные уровни обработки. Улучшение визуального восприятия снимков. Контрастирование. Линейные и нелинейные методы увеличения контрастности. Пространственная фильтрация. Преобразование Фурье. Улучшение пространственного разрешения изображений.

Тема 3.2. Методы интерпретации данных ДЗЗ

Понятие о дешифрировании. Визуальные методы дешифрирования. Автоматизированные методы дешифрирования. Классификация и анализ снимков. Методы классификации снимков. Контролируемая и неконтролируемая классификации. Алгоритмы неконтролируемой классификации. Контролируемая классификация. Выбор эталонной области и расчет статистических показателей. Выбор алгоритма классификации (на основе определения наименьшего расстояния, параллелепипеда, максимального правдоподобия, спектрального угла и др.). Оценка точности классификации. Матрица ошибок. Дешифрирование на основе нейронных сетей. Дешифрирование на основе моделей машинного зрения.

Спектральные преобразования изображений. Формирование синтезированных цветных изображений. Вегетационные индексы. Преобразование «колпак с кисточкой». Анализ методом главных компонент.

Тема 3.3. Программное обеспечение для обработки данных дистанционного зондирования

Системы обработки и анализа данных ДЗЗ ERDAS Imagine, ENVI, ER Mapper, Multispec; интегрированная ГИС IDRISI. Сравнительный анализ рассмотренных систем. Современные ГИС-пакеты для работы со спутниковыми изображениями. Использование ArcGIS для обработки и анализа данных ДЗЗ. ГИС SAGA для интерпретации данных ДЗЗ.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основы дистанционного зондирования Земли	6						
1.1.	Общие сведения о дистанционном зондировании Земли	2						Устный опрос
1.2.	Физические основы дистанционного зондирования	2 2(ДО)						Коллоквиум
2.	Системы дистанционного зондирования ДЗЗ	4 2(ДО)		2	2			Доклады на семинарских занятиях
3.	Обработка и интерпретация данных ДЗЗ	12		2	16			
3.1.	Обработка данных дистанционного зондирования Земли	4			8			Устный опрос Проверка расчетно-графических работ (РГР)
3.2.	Методы интерпретации данных ДЗЗ	2 2(ДО)			8			Коллоквиум Проверка РГР
3.3.	Программное обеспечение для обработки данных дистанционного зондирования	4		2				Реферат
	Всего часов	24		4	18			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

<i>Номер раздела, темы</i>	<i>Название раздела, темы</i>	<i>Количество аудиторных часов</i>					<i>Форма контроля знаний</i>
		<i>Лекции</i>	<i>Практические занятия</i>	<i>Семинарские занятия</i>	<i>Лабораторные занятия</i>	<i>Иное</i>	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
1.	Основы дистанционного зондирования Земли	4					
1.1.	Общие сведения о дистанционном зондировании Земли	2					Устный опрос
1.2.	Физические основы дистанционного зондирования	2					Коллоквиум
2.	Системы дистанционного зондирования ДЗЗ	2		2			Доклады на семинарских занятиях
3.	Обработка и интерпретация данных ДЗЗ	4		6			
3.1.	Обработка данных дистанционного зондирования Земли	2		2			Устный опрос
3.2.	Методы интерпретации данных ДЗЗ	2		2			Коллоквиум
3.3.	Программное обеспечение для обработки данных дистанционного зондирования			2			Реферат
	Всего часов	10		8			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Кашкин, В. Б. Дистанционное зондирование Земли для охраны окружающей среды из космоса. Цифровая обработка изображений / В. Б. Кашкин, А. И. Сухинин. – М. : Логос, 2001 – 264 с.
2. Кашкин, В. Б. Цифровая обработка аэрокосмических изображений [Электронный ресурс] : конспект лекций / В. Б. Кашкин, А. И. Сухинин. – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. – Режим доступа: http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/54/u_course.pdf
3. Кравцов, С. Л. Обработка изображений дистанционного зондирования Земли (анализ методов) / С. Л. Кравцов. – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2008. – 256 с.
4. Токарева, О. С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли: учебное пособие / О. С. Токарева. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 148 с.
5. Топаз, А.А. Цифровая обработка космических снимков в программе ERDAS IMAGINE [Электронный ресурс] : пособие / А. А. Топаз, Е. В. Казяк. – Минск : БГУ, 2017.
6. Чандра, А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А. М. Чандра, С. К. Гош. – Москва: Техносфера, 2008. – 312 с.
7. Шовенгердт, Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений / Р. А. Шовенгердт. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.

Перечень дополнительной литературы

8. Кочуб, Е.В. Анализ методов обработки материалов дистанционного зондирования Земли / Е.В. Кочуб, А.А. Топаз // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F. Строительство. Прикладные науки. – Новополоцк: ПГУ, 2012. – № 16. – С. 132–140.
9. Лабутина, И.А. Использование данных дистанционного зондирования для мониторинга экосистем ООПТ : методическое пособие / Лабутина И.А., Балдина Е.А. – М.: WWF России, 2011. – 88 с.
10. Лурье, И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник / И. К. Лурье. – Москва: КДУ, 2010. – 424 с.
11. Толкач, И. В. Системы приема и обработки данных дистанционного зондирования. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» / И. В. Толкач. – Минск : БГТУ, 2016. – 70 с.
12. Трифионов, Т. А. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях / Т. А. Трифионов. – М. : Академический проект, 2005 г. – 252 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Устный опрос: оценка за ответы на лекциях (опрос) и семинарских занятиях включает полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики и т.д.

Оценка практической работы формируется на основе следующих критериев: корректность полученных результатов и их интерпретацию, умение воспроизвести выполнение заданий, понимание практической применимости результатов работы.

Реферат: при оценивании реферата принимается во внимание содержание и полнота раскрытия темы, структура и последовательность изложения, найденные источники информации и их интерпретация, корректность оформления и т.д. Всего программой предусмотрена подготовка 1 реферата:

- Функциональные возможности одного из программных продуктов по обработке данных дистанционного зондирования (ERDAS IMAGINE, ENVI, ER Mapper, Multispec)

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- ответы на семинарских занятиях – 25 %;
- подготовка реферата – 25%;
- выполнение расчетно-графических работ – 25%;
- опрос – 25 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов Вес оценки по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационной оценки – 60 %.

Примерная тематика семинарских занятий.

Для очной формы обучения:

Семинар № 1. Виды и технологии наземной, аэро- и космической съемок (2 ч.).

Семинар № 2. Современные ГИС-пакеты для работы со спутниковыми изображениями (2 ч.).

Для заочной формы обучения:

Семинар № 1. Виды и технологии наземной, аэро- и космической съемок (2 ч.).

Семинар № 2. Методы предварительной обработки данных ДЗЗ (2 ч.).

Семинар № 3. Автоматизированные методы дешифрирования снимков (2 ч.).

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины (эвристический, проективный, практико-ориентированный)

Образовательный процесс по учебной дисциплине «Дистанционное зондирование природной среды» построен с использованием **практико-ориентированного подхода**, который предполагает:

- образование по специальности «Природоохранная деятельность» профилизации «Обеспечение устойчивого развития биосферных резерватов» через решение практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности, включая подбор и применение данных ДЗЗ в решении научных задач;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использование процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины «Дистанционное зондирование природной среды» будут использованы следующие формы организации самостоятельной работы:

- поиск (подбор) литературы и электронных источников, в том числе на иностранных языках, для подготовки обзора функциональных возможностей программных комплексов по обработке данных дистанционного зондирования (ERDAS IMAGINE, ENVI, ER Mapper, Multispec);
- подготовка к семинарским занятиям;
- подготовка и написание рефератов и презентаций по заданным темам;
- изучение материала вынесенного на самостоятельное изучение;
- научно-исследовательские работы.

Темы реферативных работ

1. Обзор функциональных возможностей программного комплекса обработки данных дистанционного зондирования Земли ERDAS IMAGINE.
2. Обзор функциональных возможностей программного комплекса обработки данных дистанционного зондирования Земли ENVI.
3. Обзор функциональных возможностей программного комплекса обработки данных дистанционного зондирования Земли ER Mapper.

4. Использование ГИС ArcGIS для обработки и анализа данных ДЗЗ.
5. ГИС SAGA для интерпретации данных ДЗЗ.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Применение данных ДЗЗ в решении задач экологии и природопользования.
2. Общая характеристика дистанционных методов.
3. Физические основы ДЗЗ. Окна прозрачности земной атмосферы.
4. Спектральные особенности основных классов земных объектов, кривые спектральной яркости.
5. Структура системы ДЗЗ. Наземный и орбитальный сегменты.
6. Космические системы дистанционного зондирования Земли. Параметры орбит искусственных спутников Земли.
7. Классификация съемочных систем по технологии получения снимков. Активные и пассивные методы съемки. Преимущества и недостатки сканерных и радиолокационных систем.
8. Оптические системы изучения природных ресурсов Земли Landsat, SPOT и др.
9. Радиолокационные системы дистанционного зондирования RADARSAT, ALOS, ENVISAT.
10. Группировка спутников ДЗЗ Sentinel.
11. Основные характеристики данных ДЗЗ. Пространственное и радиометрическое разрешение.
12. Основные характеристики данных ДЗЗ. Спектральное и временное разрешение.
13. Основные форматы хранения данных ДЗЗ.
14. Уровни обработки данных ДЗЗ.
15. Предварительная обработка данных ДЗЗ. Радиометрическая калибровка и атмосферная коррекция изображений.
16. Предварительная обработка данных ДЗЗ. Геометрическая коррекция и трансформирование.
17. Обработка цифровых снимков. Улучшение визуального восприятия. Пространственная фильтрация.
18. Спектральные методы улучшения изображений. Преобразование гистограмм.
19. Понятие о дешифрировании. Визуальные и автоматизированные методы дешифрирования.
20. Классификация снимков. Методы классификации без обучения ISODATA и К-средних.
21. Классификация снимков. Контролируемая классификация. Выбор эталонной области и расчет статистических показателей.
22. Классификация снимков. Контролируемая классификация. Алгоритмы классификации (на основе определения наименьшего расстояния,

параллелепипеда, максимального правдоподобия, спектрального угла и др.).

23. Оценка качества результатов классификации.

24. Спектральные преобразования изображений. Вегетационные индексы.

25. Спектральные преобразования изображений. Метод главных компонент.

26. Спектральные преобразования изображений. Формирование синтезированных цветных изображений.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
ГИС-технологии в экологии и природопользовании	Кафедра почвоведения и ГИС	Нет предложений	Изменений не требуется, протокол №11 от 27.06.2019

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
