

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Дистанционное зондирование Земли

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

05.03.06 - Экология и природопользование

Направленность образовательной программы

Информационные технологии в экологии

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.16 Дистанционное зондирование Земли относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-2-ит: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2-ит.1: Демонстрирует знание принципов работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства ОПК-2-ит.2: Демонстрирует умение применять современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности ОПК-2-ит.3: Демонстрирует наличие практического опыта решения задач профессиональной деятельности с применением современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства	ОПК-2-ит.1: Знает методы сбора и анализа данных дистанционного зондирования, а также принципы работы современных геоинформационных систем и программ фотограмметрической обработки изображений ОПК-2-ит.2: Умеет использовать современные геоинформационные системы, программы для трёхмерных реконструкций и базы данных дистанционного зондирования в картографических целях ОПК-2-ит.3: Владеет опытом разработки и реализации картографических проектов, связанных с применением инструментов современных геоинформационных систем и использованием материалов дистанционного зондирования	Тест	Зачёт: Контрольные вопросы
ОПК-5-э: Способен понимать принципы работы информационных технологий и решать	ОПК-5-э.1: Знает: принципы анализа информации, основные справочные системы, профессиональные базы данных,	ОПК-5-э.1: Знает методiku геоэкологических исследований, принципы экологического картирования	Тест	Зачёт: Контрольные вопросы

<p>стандартные задачи профессиональной деятельности в области экологии, природопользования и охраны природы с использованием информационно-коммуникационных, в том числе геоинформационных технологий</p>	<p>геоинформационные системы</p> <p>ОПК-5-э.2: Умеет: - использовать современные информационные технологии, в том числе геоинформационные, для профессиональной деятельности, делового общения и саморазвития</p> <p>ОПК-5-э.3: Владеет: - культурой библиографических исследований и формирования библиографических списков</p>	<p>и методы анализа пространственной информации в том числе с помощью современных геоинформационных систем</p> <p>ОПК-5-э.2: Умеет использовать современные информационные технологии, в том числе геоинформационные системы, для решения задач геоэкологического картографирования</p> <p>ОПК-5-э.3: Владеет навыками поиска, отбора, анализа, оценки и систематизации литературных источников, используемых в области экологии, природопользования и охраны природы</p>		
<p>ОПК-6-ит: Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования</p>	<p>ОПК-6-ит.1: Демонстрирует знание основ теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования</p> <p>ОПК-6-ит.2: Применяет методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятий решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий</p>	<p>ОПК-6-ит.1: Знает принципы дешифрирования космических изображений и аэрофотоснимков, создания трёхмерных моделей на основе материалов дистанционного зондирования</p> <p>ОПК-6-ит.2: Знает принципы дешифрирования космических изображений и аэрофотоснимков, создания трёхмерных моделей на основе материалов дистанционного зондирования</p> <p>Умеет реконструировать и анализировать цифровые модели поверхности и рельефа местности</p> <p>ОПК-6-ит.3: Владеет навыками аналитической обработки материалов дистанционного зондирования для решения конкретных задач в области экологии и</p>	<p>Тест</p>	<p>Зачёт: Контрольные вопросы</p>

	ОПК-6-ит.3: Имеет практический опыт выполнения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий	природопользования		
--	---	--------------------	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	56
- КСР	1
самостоятельная работа	51
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф
Раздел 1. Введение. Основные понятия и методы дистанционного зондирования Земли.	10		7	7	3
Раздел 2. Космические системы дистанционного зондирования Земли. Космические снимки.	22		9	9	13
Раздел 3. Воздушная съёмка земной поверхности. Аэрофотоснимки. Беспилотные воздушные суда.	23		13	13	10
Раздел 4. Обработка данных дистанционного зондирования Земли. Принципы и основы фотограмметрии. Ортофотопланы, цифровые модели и облака точек.	15		9	9	6

Раздел 5. Интерпретация и анализ данных дистанционного зондирования Земли. Дешифрирование.	17		9	9	8
Раздел 6. Методы мониторинга состояния окружающей среды на основе данных дистанционного зондирования.	20		9	9	11
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	0	56	57	51

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Введение. Основные понятия и методы дистанционного зондирования Земли.

Введение. Цель, задачи и объект, предмет исследований. История развития дистанционных методов исследования. Физические основы ДЗ земной поверхности. Виды ДЗ: наземное, воздушное и космическое. Методы съёмки: пассивные и активные. Типы ДЗ: оптическое (видимого спектра, мульти- и гиперспектральное), радарное, тепловое и лазерное. Разрешающая способность систем ДЗ.

Раздел 2. Космические системы дистанционного зондирования Земли. Космические снимки.

Основы аэрофотосъёмки. Носители съёмочных систем. Условия съёмки. Виды съёмок в зависимости от территориального охвата. Характеристики космических съёмочных систем. Системы низкого, среднего, высокого и сверхвысокого разрешений. Доступ к материалам космических съёмок земной поверхности. Преимущества и недостатки фотосъёмки.

Раздел 3. Воздушная съёмка земной поверхности. Аэрофотоснимки. Беспилотные воздушные суда.

Воздушное пространство РФ. Классификация БВС. Програмное обеспечение для работы с БВС.

Нормативно-правовое регулирование правоотношений в области использования БВС. Особенности процедуры учёта и регистрации БВС. Получение разрешения на полёт.

Раздел 4. Обработка данных дистанционного зондирования Земли. Принципы и основы фотограмметрии.

Ортофотопланы, цифровые модели и облака точек. Геометрические свойства снимков. Продольные и поперечные перекрытия снимков. Фотограмметрическая обработка. Ортофотопланы, цифровые модели и облака точек. Геодезическая коррекция и пространственная привязка данных ДЗ.

Раздел 5. Интерпретация и анализ данных дистанционного зондирования Земли. Дешифрирование.

Понятие о дешифрировании. Виды дешифрирования снимков. Визуальное и автоматическое дешифрирование. Прямые и косвенные дешифровочные признаки. Общегеографическое и тематическое дешифрирование. Кластеризация и объектно-ориентированная классификация изображений.

Раздел 6. Методы мониторинга состояния окружающей среды на основе данных дистанционного зондирования.

Экологические аспекты взаимодействия электромагнитного излучения с атмосферой и поверхностью Земли. Спектральная отражательная способность поверхности. Растительный покров, почвы и водные поверхности. Вегетационные индексы: эмпирическое обоснование, применение и модификации. NDVI, ARVI, SAVI, EVI. Использование данных дистанционного зондирования в системе аэрокосмического мониторинга и в геоэкологических исследованиях. Мониторинг антропогенного воздействия на ландшафты. Мониторинг городских территорий. Изучение динамики состояния урбоэкосистем.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:
- электронный курс "-".

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-2-ит:

1. Пассивные съёмочные системы:

- а) сканерные;
- б) радиолокационные;
- в) лазерные.

2. Пространственное разрешение – это...:

- а) минимальная ширина спектральной зоны, в которой проводят съёмку;
- б) чувствительность сенсора к вариациям интенсивности электромагнитного излучения;
- в) возможность отдельно воспроизводить на снимке мелкие детали снимаемого объекта.

3. Основные параметры аэрофотосъёмки:

- а) высота фотографирования, продольное и поперечное перекрытия, базис фотографирования, количество требуемых фотоматериалов;
- б) масштаб фотографирования, фокусное расстояние АФА, высота фотографирования, продольное и поперечное перекрытия, базис фотографирования, расстояние между маршрутами;
- в) масштаб фотографирования, фокусное расстояние АФА, высота фотографирования, продольно и поперечное перекрытия, количество требуемых фотоматериалов.

4. Элементы съёмочной аппаратуры при воздушном лазерном сканировании:

- а) лазерный сканер, навигационная система (GPS/IMU), сеть наземных базовых станций;
- б) лазерный сканер, цифровой аэрофотоаппарат и сеть наземных базовых станций;

в) лазерный сканер, навигационная система (GPS/IMU), цифровой аэрофотоаппарат сеть наземных базовых станций.

5. Масштаб снимка – это отношение...:

- а) фокусного расстояния к превышению на местности;
- б) превышения точки местности к высоте фотографирования;
- в) размера изображения на снимке к размеру объекта на местности.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-5-э:

1. Оптический диапазон включает:

- а) видимую зону спектра;
- б) видимую и инфракрасную зоны спектра;
- в) видимую, ультрафиолетовую и инфракрасную зоны спектра.

2. Видимая область спектра $\lambda = \dots$:

- а) 0.40 – 0.75 мкм;
- б) 0.10 – 0.40 мкм;
- в) 0.75 – 1000 мкм.

3. Виды взаимодействия излучения с атмосферой:

- а) поглощение и отражение;
- б) отражение и рассеивание;
- в) поглощение, отражение и рассеивание.

4. Спектральная отражательная способность – это...:

- а) функция, характеризующая отражательные свойства земной поверхности;
- б) яркость;
- в) график, характеризующий отражательные свойства земной поверхности.

5. Преимущество данных дистанционного зондирования:

- а) эффективны при исследовании небольших территорий;

- б) возможность получить данные о труднодоступных областях;
- в) возможность сразу получить трёхмерную информацию об объекте.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-6-ит:

1. Цифровая модель рельефа используется ... (несколько вариантов):

- а) для создания ортофотопланов
- б) при проектировании дорог
- в) при трансформировании
- г) для создания трёхмерных моделей

2. Для создания трёхмерной модели необходимо:

- а) стереопара снимков
- б) одиночный снимок
- в) много снимков

3. Что положено в основу дешифрирования?

- а) географические и физико-математические факторы
- б) географические и фотограмметрические факторы
- в) астрономо-геодезические и географические факторы

4. Методы дешифрирования:

- а) полевое, камеральное, аэровизуальное, комбинированное
- б) полевое, полное, неполное, камеральное, аэровизуальное
- в) полевое, камеральное. Аэровизуальное, полное, неполное

5. Логическая структура дешифрирования:

- а) обнаружение → распознавание → определение
- б) обнаружение → определение → распознавание
- в) распознавание → обнаружение → определение

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	40% и более правильных ответов на задания теста
не зачтено	менее 40% правильных ответов на задания теста

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	ответа		и недочетами	недочетами		недочетов	
--	--------	--	-----------------	------------	--	-----------	--

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2-ит

1. Виды дистанционного зондирования: наземное, воздушное и космическое. Методы съёмки: пассивные и активные. Типы дистанционного зондирования: оптическое, радарное, тепловое, лазерное.
2. Разрешающая способность систем дистанционного зондирования.
3. Характеристики космических съёмочных систем. Системы низкого, среднего, высокого и сверхвысокого разрешений.
4. Беспилотные воздушные суда. Классификация БВС. Программное обеспечение.
5. Нормативно правовое регулирование правоотношений в области использования БВС.
5. Беспилотные

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-5-э

1. Понятие дистанционного зондирования.
2. Физические основы дистанционного зондирования земной поверхности.

3. Экологические аспекты взаимодействия электромагнитного излучения с атмосферой и поверхностью Земли.
4. Спектральная отражательная способность почв, растительного покрова и водной поверхности.
5. Вегетационные индексы: эмпирическое обоснование, применение и модификации. NDVI, ARVI, SAVI, EVI.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-6-ит

1. Геометрические свойства снимков. Продольные и поперечные перекрытия снимков.
2. Фотограмметрическая обработка снимков. Ортофотопланы, цифровые модели и облака точек.
3. Геодезическая коррекция и пространственная привязка данных дистанционного зондирования.
4. Интерпретация данных дистанционного зондирования.
5. Понятие и дешифрировании. Визуальное и автоматическое дешифрирование.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Достаточный уровень подготовки. Студент показывает допустимый уровень теоретических знаний, может делать существенные ошибки, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ.
не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы, так и на наводящие и дополнительные вопросы преподавателя.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Ниязгулов У. Д. Фотограмметрия и дистанционное зондирование : учебное пособие для бакалавров направления «землеустройство и кадастры» / Ниязгулов У. Д. - Москва : РУТ (МИИТ), 2020. - 543 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции РУТ (МИИТ) - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=757187&idb=0>.
2. Соловицкий А. Н. Дистанционные методы при геофизических исследованиях : учебное пособие / Соловицкий А. Н. - Кемерово : КемГУ, 2020. - 84 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции КемГУ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8353-2738-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=755793&idb=0>.
3. Зотов Р. В. Дистанционное зондирование и фотограмметрия. Ч.1 : Учебное пособие. Ч. 1. Дистанционное зондирование и фотограмметрия. Ч.1 / Зотов Р. В. - Омск : СибАДИ, 2020. - 210 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции СибАДИ - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?>

Action=FindDocs&ids=729031&idb=0.

4. Фотограмметрия и дистанционное зондирование / Лимонов А.Н., Гаврилова Л.А. - Москва : Академический Проект, 2020., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=662152&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Зотов Р. В. Дистанционное зондирование и фотограмметрия. Ч. 2 : Учебное пособие. Ч. 2. Дистанционное зондирование и фотограмметрия. Ч. 2 / Зотов Р. В. - Омск : СиБАДИ, 2020. - 234 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции СиБАДИ - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=749985&idb=0>.
2. Владимиров В. Дистанционное зондирование Земли : Учебное пособие. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. - 196 с. - ВО - Бакалавриат. - ISBN 978-5-7638-3084-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=604640&idb=0>.
3. Гук А. П. Фотограмметрия и дистанционное зондирование : учебное пособие / Гук А. П. - Новосибирск : СГУГиТ, 2018. - 248 с. - Утверждено редакционно-издательским советом университета в качестве учебника для обучающихся по направлению подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование (уровень бакалавриата). - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции СГУГиТ - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-906948-89-2., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=732992&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. <https://qgis.org/> – Welcome to the QGIS project! – свободная геоинформационная система для создания, редактирования, визуализации, анализа и публикации геопространственной информации.
2. <https://www.opendronemap.org/> – Drone Mapping Software - OpenDroneMap – свободное программное обеспечение для фотограмметрической обработки аэрофотоснимков.
3. <https://earthexplorer.usgs.gov/> – EarthExplorer – архив спутниковых данных геологической службы США.
4. <https://apps.sentinel-hub.com/> – Sentinel Hub EO Browser – сервис для просмотра и анализа спутниковых снимков.
5. <https://gis-lab.info/> – GIS-Lab: Геоинформационные системы и Дистанционное зондирование Земли.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 05.03.06 - Экология и природопользование.

Автор(ы): Якимов Василий Николаевич, доктор биологических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Якимов Василий Николаевич, доктор биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023, протокол № 2.