

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

_____ С. А. Касперович

« ____ » _____ 2016 г.

Регистрационный № УД- ____ /уч.

АЭРОКОСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство»

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования для специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» ОСВО 1-75 01 01-2013 и плана специальности № 75-01-002/уч. от 15.07.2013 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

И.В. Толкач, зав. кафедрой лесоустройства, канд. с.-х. наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

М. А. Ильючик, начальник отдела дистанционного зондирования и мониторинга лесов, лесоустроительного республиканского унитарного предприятия «Белгослес», канд. с.-х. наук.

В. В. Носников, зав. кафедрой лесных культур и почвоведения, канд. с.-х. наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой лесоустройства учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» протокол № 9 от 24.05.2016 г.;

Методической комиссией лесохозяйственного факультета учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», протокол № ___ от «___» _____ 2016 г.

Методической комиссией заочного факультета учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», протокол № ___ от «___» _____ 2016 г.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Получение данных о состоянии лесного фонда и его изменениях всегда было связано с большими финансовыми затратами. На всех этапах развития для снижения себестоимости и повышения точности работ лесоустройство широко использовало материалы съемки, с воздушных и космических летательных аппаратов, они же являются основой производства лесоустроительных планово-картографических материалов и в настоящее время.

В 2001–2002 гг. специалистами отдела картографии информационно-вычислительного центра РУП «Белгослес» и РУП «Белгеодезия» разработана и внедрена в производство технология автоматизированного формирования планово-картографических лесоустроительных материалов, основой которой являются цифровые методы обработки информации. В 2014 году приобретен современный воздушный цифровой сканер ADS-100, материалы съемки которого уже широко используются в лесоустройстве Республики Беларусь. Активно развиваются и апробируются съемочные комплексы на базе беспилотных летательных аппаратов, позволяющих значительно снизить затраты при съемке небольших участков леса.

На современном этапе, в связи с интенсивным развитием компьютерных и ГИС технологий, цифровой съемки, значительным повышением качества и доступностью материалов дистанционного зондирования Земли из космоса, современный инженер лесного хозяйства должен в совершенстве знать методы обработки и дешифрирования снимков, технологии производства лесных планов и карт, разбираться в коммуникационных средствах, аппаратном и программном обеспечении, информационных системах

Целью дисциплины является подготовка студентов лесохозяйственного факультета к использованию данных дистанционного зондирования Земли в практической деятельности. Основными **задачами** являются ознакомление студентов с физическими основами методов дистанционного зондирования, современным оборудованием для дистанционного зондирования Земли, программными комплексами и методам для обработки информации получаемой с воздушных и космических летательных аппаратов, обучение студентов основам фотограмметрии и составления планово-картографических материалов, методам лесного дешифрирования, технологии производства лесоустроительных планово-картографических материалов. Важной задачей является формирование практических навыков по оценке качества, оцифровке, контурному и лесотаксационному дешифрированию снимков, векторизации границ, формированию лесных планов и карт.

В результате изучения дисциплины студент должен **знать:**

- физические основы дистанционного зондирования земли;
- спектр электромагнитного излучения, зоны спектра;
- рассеивающие и поглощающие свойства атмосферы;
- отражательные свойства природных объектов;
- приборы и оборудование для дистанционного зондирования Земли с воздушных и космических летательных аппаратов;
- основы фотограмметрии;
- внутреннее, внешнее и взаимное ориентирование снимков;
- геометрические свойства одиночного снимка и стереопары;
- методы получения стереоэффекта и стереоскопических измерений;
- показатели крон отдельных деревьев и закономерности строения полога древостоя;
- дешифрирование снимков, виды дешифрирования;
- дешифровочные признаки основных лесобразующих древесных видов;
- дешифровочные признаки нелесных и непокрытых лесом земель;
- методы измерительного дешифрирования снимков;

- технологию лесоинвентаризации с использованием материалов дистанционного зондирования;
- технологию производства лесоустроительных планово-картографических материалов;
- цифровые методы обработки и классификации снимков;
- авиакосмические методы охраны лесов от пожаров и оценки лесопаталогического состояния лесов;

уметь:

- оценивать качество материалов аэросъемки, определять масштаб снимков;
- дешифрировать нелесные и непокрытые лесом земли;
- дешифрировать основные лесообразующие древесные виды;
- дешифрировать основные таксационные показатели;
- выполнять измерительное дешифрирование;
- выполнять оцифровку, трансформирование и привязку снимков;
- выполнять контурное дешифрирование и векторизацию границ выделов;
- выполнять классификацию снимков различными методами;

владеть:

- основными методами лесотаксационного дешифрирования, применяемыми для решения практических задач по инвентаризации, оценке состояния и текущих изменений лесного фонда.

После изучения дисциплины студент должен обладать комплексом **академических, социально-личностных и профессиональных** компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

ПК-1. Участвовать в разработке производственных и технологических процессов.

ПК-2. Использовать информационные, компьютерные технологии.

ПК-8. Внедрять современные системы механизации и автоматизации производства.

ПК-15. Находить оптимальные проектные решения.

ПК-16. Участвовать в создании необходимой информационной базы объектов-аналогов.

ПК-17. Выполнять лесобиологические обследования и изыскания, инвентаризацию лесного фонда, проектирование лесопользования и лесохозяйственных мероприятий при лесоустройстве.

ПК-23. Участвовать в создании современных информационных технологий в лесном хозяйстве и автоматизации управленческой деятельности.

ПК-25. Работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой.

ПК-37. Готовить доклады и материалы к презентациям.

ПК-38. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

ПК-41. Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям в области лесного хозяйства.

Форма получения высшего образования – **дневная**. Дисциплина изучается в 7 семестре, форма текущей аттестации – экзамен в 7 семестре. Учебным планом для изучения дисциплины предусматривается 122 часов, из них 48 часов аудиторных занятий: лекций – 32 часа, лабораторных занятий – 16 часов.

Форма получения высшего образования – **заочная**, изучается в 8-9 семестрах, форма текущей аттестации – экзамен в 9 семестре. Учебным планом предусматривается 122 часа, из них 12 часов аудиторных занятий: лекций – 8 часов (4 – 8 семестр, 4 – 9 семестр), лабораторных занятий – 4 часа (4 – 9 семестр).

Форма получения высшего образования – **заочная сокращенная**, изучается в 6-7 семестрах, форма текущей аттестации – зачет в 7 семестре. Учебным планом предусматривается 122 часа, из них 8 часов аудиторных занятий: лекций – 4 часа (2 – 6 семестр, 2 – 7 семестр), лабораторных занятий – 4 часа (4 – 7 семестр).

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение

Сущность предмета. История применения данных дистанционного зондирования для целей лесного хозяйства. Перспективы использования материалов дистанционного зондирования на современном этапе. Общая схема дистанционного зондирования. Основные составляющие системы: источник излучения, прохождение в атмосфере, объект, датчик.

Физические основы дистанционного зондирования.

Электромагнитное излучение, основные свойства. Спектр электромагнитного излучения, зоны спектра. Гамма, рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное и радиоволновое излучения. Оптический диапазон. Влияние атмосферы. Рассеивание и поглощение излучения атмосферой. Рассеивание Релея, рассеивание Ми, неселективное рассеивание. Окна прозрачности атмосферы. Зоны спектра используемые для дистанционного зондирования.

Отражательная способность объектов.

Альбедо. Индикатриса отражения, типы отражения. Коэффициенты яркости и спектральной яркости, кривые спектральной яркости. Спектральная отражательная способность растительного покрова, влияние на нее пигментации листьев, структуры полога, содержания влаги, видового состава. Спектральная отражательная способность почв, влияние на нее гранулометрического состава, влаги, содержания органических веществ. Спектральная отражательная способность водных поверхностей.

Приборы и оборудование дистанционного зондирования Земли.

Активные и пассивные системы. Виды съемки (в зависимости от высоты съемки, носителя аппаратуры, угла наклона главной оптической оси, масштаба, числа маршрутов, применяемому оборудованию, спектральным диапазонам, разрешению). Съемка с воздушных летательных аппаратов. Носители аппаратуры. Аналоговое и цифровое съемочное оборудование, приборы и материалы. Основные требования и оценка качества материалов аэросъемки. Метеорологические условия и время съемки. Лазерная локация поверхности Земли (лидарная съемка). Общие принципы лазерной локации. Инструментальные средства лазерной локации. Лазерная локация леса. Съемка с космических летательных аппаратов. Носители аппаратуры. Съемочное оборудование датчики и сенсоры. Основные характеристики космических снимков.

Основы фотограмметрии.

Основные положения теории центрального проектирования. Схема фотокамеры, элементы внутреннего ориентирования снимка. Геодезическая система координат, элементы внешнего ориентирования снимка. Геометрические свойства одиночного снимка. Масштаб аэроснимка. Искажения на аэроснимках. Формирование фотосхемы. Фототриангуляция. Трансформирование снимков, формирование фотоплана. Монокулярное и бинокулярное стереоскопическое зрение. Методы наблюдения стереоскопического эффекта, стереоскопическая модель. Методы стереоскопических измерений. Геометрические свойства стереопары. Элементы взаимного ори-

ентирования стереопары. Внешнее ориентирование фотограмметрической модели. Аналоговые и цифровые фотограмметрические станции. Формирование цифровой модели местности.

Строение полога древостоя.

Крона отдельного дерева. Размеры и форма крон. Густота крон. Сомкнутость крон и полога древостоя. Густота древостоя, и расстояние между деревьями. Участие крон в пологе древостоя. Изучение полога древостоя, таксационно-дешифровочные пробные площади. Определение сомкнутости полога. Закономерности строения полога древостоя.

Дешифрирование снимков.

Понятие о дешифрировании. Прямые и косвенные дешифровочные признаки. Виды дешифрирования. Топографическое дешифрирование. Лесное дешифрирование. Приборы и инструменты, применяемые при лесном дешифрировании. Особенности изображения крон деревьев на снимках. Дешифровочные признаки основных лесообразующих древесных видов. Дешифрирование таксационных показателей по снимкам. Измерительное дешифрирование. Измерение высоты деревьев и древостоев (на одном снимке, стереоскопические измерения). Измерение диаметров крон. Оценка состава, густоты и сомкнутости полога древостоя. Определение полноты и запаса древостоя. Взаимосвязи между таксационными и дешифровочными показателями. Дешифровочные признаки нелесных и непокрытых лесом земель. Ландшафтное дешифрирование. Особенности дешифрирования космических снимков. Достоверность дешифрирования аэро- и космических снимков.

Инвентаризация лесов с использованием материалов дистанционного зондирования.

Использование аэроснимков при проведении базового лесоустройства. Аэросъемочные работы. Подготовительные работы. Полевые работы. Таксационные тренировки. Подготовка снимков к таксации. Камеральные работы. Инвентаризация лесов на основе сочетания наземной таксации с камеральным дешифрированием аэроснимков. Анализ объекта инвентаризации. Таксационно-дешифровочные пробные площади и типичные выделы. Таксационно-дешифровочные тренировки. Камеральное дешифрирование аэроснимков.

Составление лесных планово-картографических материалов.

Плановое геодезическое обоснование. Система глобального позиционирования. Сгущение геодезического обоснования. Трансформирование и привязка снимков. Формирование мозаики снимков, создание фотосхем и фотопланов. Производство планово-картографических лесоустроительных материалов. Программное обеспечение. Аппаратные средства.

Цифровые методы обработки снимков.

Цифровые снимки, форматы цифровых снимков. Спектральные каналы. Синтезированные цветные изображения. Основные этапы обработки цифровых снимков. Коррекция снимков. Улучшение визуального восприятия изображения. Неконтролируемая классификация снимков. Контролируемая классификация снимков. Постклассификационная обработка и векторизация результатов классификации. Оценка точности классификации. Программные комплексы для интерпретации данных дистанционного зондирования.

Авиакосмические методы охраны и защиты лесов.

Планирование и организация охраны лесов от пожаров. Технические средства авиационной охраны лесов. Авиационное патрулирование лесов. Использование космических снимков для охраны лесов от пожаров и оценки ущерба. Оценка лесопатологического состояния по материалам дистанционного зондирования лесов. Авиационно-химические методы борьбы с вредителями и болезнями леса. Контроль рубок с использованием материалов дистанционного зондирования лесов.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА
3.1 Дневная форма получения высшего образования

№ раздела, темы	Название разделов и тем	Количество аудиторных часов		Количество часов самостоятельной работы	Форма контроля
		Лекций	Лабораторных работ		
1	2	3	4	5	6
1	Введение Сущность предмета. История применения данных дистанционного зондирования для целей лесного хозяйства. Перспективы использования материалов дистанционного зондирования на современном этапе. Общая схема дистанционного зондирования. Основные составляющие системы: источник излучения, прохождение в атмосфере, объект, датчик.	2		4	Опрос на занятиях, экзамен
2	Физические основы дистанционного зондирования. Электромагнитное излучение, основные свойства. Спектр электромагнитного излучения, зоны спектра. Гамма, рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное и радиоволновое излучения. Оптический диапазон. Влияние атмосферы. Рассеивание и поглощение излучения атмосферой. Рассеивание Релея, рассеивание Ми, неселективное рассеивание. Окна прозрачности атмосферы. Зоны спектра используемые для дистанционного зондирования.	2		6	Опрос на занятиях, экзамен
3	Отражательная способность объектов. Альbedo. Индикатриса отражения, типы отражения. Коэффициенты яркости и спектральной яркости, кривые спектральной яркости. Спектральная отражательная способность растительного покрова, влияние на нее пигментации листьев, структуры полого, содержания влаги, видового состава. Спектральная отражательная способность почв, влияние на нее гранулометрического состава, влаги, содержания органических веществ. Спектральная отражательная способность водных поверхностей.	2		6	Опрос на занятиях, экзамен
4	Приборы и оборудование дистанционного зондирования Земли. Активные и пассивные системы. Виды съемки (в зависимости от высоты съемки, носителя аппаратуры, угла наклона главной оптической оси, масштаба, числа маршрутов, применяемому оборудованию, спектральным диапазонам, разрешению). Съемка с воздушных летательных аппаратов. Носители	6	2	10	Опрос на занятиях, экзамен

	аппаратуры. Аналоговое и цифровое съемочное оборудование, приборы и материалы. Основные требования и оценка качества материалов аэросъемки. Метеорологические условия и время съемки. Лазерная локация поверхности Земли (лидарная съемка). Общие принципы лазерной локации. Инструментальные средства лазерной локации. Лазерная локация леса. Съемка с космических летательных аппаратов. Носители аппаратуры. Съемочное оборудование датчики и сенсоры. Основные характеристики космических снимков.				
5	Основы фотограмметрии. Основные положения теории центрального проектирования. Схема фотокамеры, элементы внутреннего ориентирования снимка. Геодезическая система координат, элементы внешнего ориентирования снимка. Геометрические свойства одиночного снимка. Масштаб аэроснимка. Искажения на аэроснимках. Формирование фотосхемы. Фототриангуляция. Трансформирование снимков, формирование фотоплана. Монокулярное и бинокулярное стереоскопическое зрение. Методы наблюдения стереоскопического эффекта, стереоскопическая модель. Методы стереоскопических измерений. Геометрические свойства стереопары. Элементы взаимного ориентирования стереопары. Внешнее ориентирование фотограмметрической модели. Аналоговые и цифровые фотограмметрические станции. Формирование цифровой модели местности.	4	4	10	Опрос на занятиях, экзамен
6	Строение полога древостоя. Крона отдельного дерева. Размеры и форма крон. Густота крон. Сомкнутость крон и полога древостоя. Густота древостоя, и расстояние между деревьями. Участие крон в пологе древостоя. Изучение полога древостоя, таксационно-дешифровочные пробные площади. Определение сомкнутости полога. Закономерности строения полога древостоя.	2	2	8	Опрос на занятиях, экзамен
7	Дешифрирование снимков. Понятие о дешифрировании. Прямые и косвенные дешифровочные признаки. Виды дешифрирования. Топографическое дешифрирование. Лесное дешифрирование. Приборы и инструменты, применяемые при лесном дешифрировании. Особенности изображения крон деревьев на снимках. Дешифровочные признаки основных лесобразующих древесных видов. Дешифрирование таксационных показателей по снимкам. Измерительное дешифрирование. Измерение высоты деревьев и древостоев (на одном снимке, стереоскопические измерения). Измерение диаметров крон. Оценка состава, густоты и сомкнутости полога древостоя. Определение полноты и запаса древостоя. Взаимосвязи между	4	6	10	Опрос на занятиях, экзамен

	таксационными и дешифровочными показателями. Дешифровочные признаки нелесных и непокрытых лесом земель. Ландшафтное дешифрирование. Особенности дешифрирования космических снимков. Достоверность дешифрирования аэро- и космических снимков.				
8	Инвентаризация лесов с использованием материалов дистанционного зондирования. Использование аэроснимков при проведении базового лесоустройства. Аэросъемочные работы. Подготовительные работы. Полевые работы. Таксационные тренировки. Подготовка снимков к таксации. Камеральные работы. Инвентаризация лесов на основе сочетания наземной таксации с камеральным дешифрированием аэроснимков. Анализ объекта инвентаризации. Таксационно-дешифровочные пробные площади и типичные выделы. Таксационно-дешифровочные тренировки. Камеральное дешифрирование аэроснимков.	2		4	Опрос на занятиях, экзамен
9	Составление лесных планово-картографических материалов. Плановое геодезическое обоснование. Система глобального позиционирования. Сгущение геодезического обоснования. Трансформирование и привязка снимков. Формирование мозаики снимков, создание фотосхем и фотопланов. Производство планово-картографических лесоустроительных материалов. Программное обеспечение. Аппаратные средства.	2	2	4	Опрос на занятиях, экзамен
10	Цифровые методы обработки снимков. Цифровые снимки, форматы цифровых снимков. Спектральные каналы. Синтезированные цветные изображения. Основные этапы обработки цифровых снимков. Коррекция снимков. Улучшение визуального восприятия изображения. Неконтролируемая классификация снимков. Контролируемая классификация снимков. Постклассификационная обработка и векторизация результатов классификации. Оценка точности классификации. Программные комплексы для интерпретации данных дистанционного зондирования.	4		8	Опрос на занятиях, экзамен
11	Авиакосмические методы охраны и защиты лесов. Планирование и организация охраны лесов от пожаров. Технические средства авиационной охраны лесов. Авиационное патрулирование лесов. Использование космических снимков для охраны лесов от пожаров и оценки ущерба. Оценка лесопатологического состояния по материалам дистанционного зондирования лесов. Авиационно-химические методы борьбы с вредителями и болезнями леса. Контроль рубок с использованием материалов дистанционного зондирования лесов.	2		4	Опрос на занятиях, экзамен
	Всего	32	16	74	

3.2 Заочная форма получения высшего образования

№ раздела, темы	Название разделов и тем	Количество аудиторных часов		Количество часов самостоятельной	Форма контроля
		Лекций	Лабораторных работ		
1	2	3	4	5	6
1	Введение Сущность предмета. История применения и перспективы использования материалов дистанционного зондирования для целей лесного хозяйства. Общая схема дистанционного зондирования. Основные составляющие системы: источник излучения, прохождение в атмосфере, объект, датчик.	1		10	Опрос на занятиях, экзамен
2	Физические основы дистанционного зондирования. Электромагнитное излучение, основные свойства. Спектр электромагнитного излучения, зоны спектра. Гамма, рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное и радиоволновое излучения. Оптический диапазон. Влияние атмосферы. Рассеивание и поглощение излучения атмосферой. Рассеивание Релея, рассеивание Ми, неселективное рассеивание. Окна прозрачности атмосферы. Зоны спектра используемые для дистанционного зондирования.	1		10	Опрос на занятиях, экзамен
3	Отражательная способность объектов. Альbedo. Индикатриса отражения, типы отражения. Коэффициенты яркости и спектральной яркости, кривые спектральной яркости. Спектральная отражательная способность растительного покрова, влияние на нее пигментации листьев, структуры полога, содержания влаги, видового состава. Спектральная отражательная способность почв, водных поверхностей.	1		14	Опрос на занятиях, экзамен
4	Приборы и оборудование дистанционного зондирования Земли. Активные и пассивные системы. Виды съемки (в зависимости от высоты съемки, носителя аппаратуры, угла наклона главной оптической оси, масштаба, числа маршрутов, и т.д). Съемка с воздушных летательных аппаратов, применяемое оборудование. Метеорологические условия и время съемки. Основные требования и оценка качества материалов аэросъемки. Лазерная локация поверхности Земли. Съемка с космических летательных аппаратов. Съёмочное оборудование. Основные характеристики космических снимков.	1		10	Опрос на занятиях, экзамен

5	Основы фотограмметрии. Основные положения теории центрального проектирования. Геометрические свойства одиночного снимка. Масштаб снимка. Искажения на снимках. Формирование фотосхемы. Трансформирование снимков, формирование фотоплана. Монокулярное и бинокулярное стереоскопическое зрение. Методы наблюдения стереоскопического эффекта, стереоскопическая модель. Основы стереоскопических измерений.	1	1	14	Опрос на занятиях, экзамен
6	Строение полога древостоя. Крона отдельного дерева. Размеры и форма крон. Густота крон. Сомкнутость крон и полога древостоя. Густота древостоя, и расстояние между деревьями. Участие крон в пологе древостоя. Изучение полога древостоя, таксационно-дешифровочные пробные площади. Определение сомкнутости полога. Закономерности строения полога древостоя.	1	1	10	Опрос на занятиях, экзамен
7	Дешифрирование снимков. Понятие о дешифрировании. Прямые и косвенные дешифровочные признаки. Виды дешифрирования. Топографическое дешифрирование. Лесное дешифрирование. Приборы и инструменты, применяемые при лесном дешифрировании. Особенности изображения крон деревьев на снимках. Дешифровочные признаки основных лесообразующих древесных видов. Дешифрирование таксационных показателей по снимкам. Измерительное дешифрирование. Измерение высоты деревьев и древостоев. Измерение диаметров крон. Оценка состава, густоты и сомкнутости полога древостоя. Определение полноты и запаса древостоя. Взаимосвязи между таксационными и дешифровочными показателями. Дешифровочные признаки нелесных и непокрытых лесом земель. Ландшафтное дешифрирование.	1	2	20	Опрос на занятиях, экзамен
8	Инвентаризация лесов с использованием материалов дистанционного зондирования. Использование аэроснимков при проведении базового лесоустройства. Аэросъемочные работы. Подготовительные работы. Полевые работы. Подготовка снимков к таксации. Камеральные работы. Инвентаризация лесов на основе сочетания наземной таксации с камеральным дешифрированием аэроснимков. Анализ объекта инвентаризации. Таксационно-дешифровочные пробные площади и типичные выделы. Таксационно-дешифровочные тренировки. Камеральное дешифрирование аэроснимков.	0,5		10	Опрос на занятиях, экзамен
9	Авиакосмические методы охраны и защиты лесов. Планирование и организация охраны лесов от пожаров. Технические средства авиационной охраны лесов. Авиа-	0,5		12	Опрос на занятиях,

	ционное патрулирование лесов. Использование космических снимков для охраны лесов от пожаров и оценки ущерба. Оценка лесопатологического состояния по материалам дистанционного зондирования лесов. Авиационно-химические методы борьбы с вредителями и болезнями леса. Контроль рубок с использованием материалов дистанционного зондирования лесов.				экзамен
	Всего	8	4	110	

3.3 Заочная сокращенная форма получения высшего образования

№ раздела, темы	Название разделов и тем	Количество аудиторных часов		Количество часов самостоятельной работы	Форма контроля
		Лекций	Лабораторных работ		
1	2	3	4	5	6
1	Введение Сущность предмета. История применения и перспективы использования материалов дистанционного зондирования для целей лесного хозяйства. Общая схема дистанционного зондирования. Основные составляющие системы: источник излучения, прохождение в атмосфере, объект, датчик.	0,5		10	Опрос на занятиях, экзамен
2	Физические основы дистанционного зондирования. Электромагнитное излучение, основные свойства. Спектр электромагнитного излучения, зоны спектра. Гамма, рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое, инфракрасное и радиоволновое излучения. Оптический диапазон. Влияние атмосферы. Рассеивание и поглощение излучения атмосферой. Рассеивание Релея, рассеивание Ми, неселективное рассеивание. Окна прозрачности атмосферы. Зоны спектра используемые для дистанционного зондирования.	0,5		10	Опрос на занятиях, экзамен
3	Отражательная способность объектов. Альbedo. Индикатриса отражения, типы отражения. Коэффициенты яркости и спектральной яркости, кривые спектральной яркости. Спектральная отражательная способность растительного покрова, влияние на нее пигментации листьев, структуры полога, содержания влаги, видового состава. Спектральная отражательная способность почв, водных поверхностей.	0,5		14	Опрос на занятиях, экзамен

4	<p>Приборы и оборудование дистанционного зондирования Земли. Активные и пассивные системы. Виды съемки (в зависимости от высоты съемки, носителя аппаратуры, угла наклона главной оптической оси, масштаба, числа маршрутов, и т.д). Съемка с воздушных летательных аппаратов, применяемое оборудование. Метеорологические условия и время съемки. Основные требования и оценка качества материалов аэросъемки. Лазерная локация поверхности Земли. Съемка с космических летательных аппаратов. Съёмочное оборудование. Основные характеристики космических снимков.</p>	0,5		10	Опрос на занятиях, экзамен
5	<p>Основы фотограмметрии. Основные положения теории центрального проектирования. Геометрические свойства одиночного снимка. Масштаб снимка. Искажения на снимках. Формирование фотосхемы. Трансформирование снимков, формирование фотоплана. Монокулярное и бинокулярное стереоскопическое зрение. Методы наблюдения стереоскопического эффекта, стереоскопическая модель. Основы стереоскопических измерений.</p>	0,5	1	14	Опрос на занятиях, экзамен
6	<p>Строение полога древостоя. Крона отдельного дерева. Размеры и форма крон. Густота крон. Сомкнутость крон и полога древостоя. Густота древостоя, и расстояние между деревьями. Участие крон в пологе древостоя. Изучение полога древостоя, таксационно-дешифровочные пробные площади. Определение сомкнутости полога. Закономерности строения полога древостоя.</p>	0,5	1	10	Опрос на занятиях, экзамен
7	<p>Дешифрирование снимков. Понятие о дешифрировании. Прямые и косвенные дешифровочные признаки. Виды дешифрирования. Топографическое дешифрирование. Лесное дешифрирование. Приборы и инструменты, применяемые при лесном дешифрировании. Особенности изображения крон деревьев на снимках. Дешифровочные признаки основных лесообразующих древесных видов. Дешифрирование таксационных показателей по снимкам. Измерительное дешифрирование. Измерение высоты деревьев и древостоев. Измерение диаметров крон. Оценка состава, густоты и сомкнутости полога древостоя. Определение полноты и запаса древостоя. Взаимосвязи между таксационными и дешифровочными показателями. Дешифровочные признаки нелесных и непокрытых лесом земель. Ландшафтное дешифрирование.</p>	0,5	2	20	Опрос на занятиях, экзамен
8	<p>Инвентаризация лесов с использованием материалов дистанционного зондирования. Использование аэроснимков при проведении базового</p>			14	Опрос на занятиях, экзамен

	лесоустройства. Аэросъемочные работы. Подготовительные работы. Полевые работы. Подготовка снимков к таксации. Камеральные работы. Инвентаризация лесов на основе сочетания наземной таксации с камеральным дешифрированием аэроснимков. Анализ объекта инвентаризации. Таксационно-дешифровочные пробные площади и типичные выделы. Таксационно-дешифровочные тренировки. Камеральное дешифрирование аэроснимков.				
9	Авиакосмические методы охраны и защиты лесов. Планирование и организация охраны лесов от пожаров. Технические средства авиационной охраны лесов. Авиационное патрулирование лесов. Использование космических снимков для охраны лесов от пожаров и оценки ущерба. Оценка лесопатологического состояния по материалам дистанционного зондирования лесов. Авиационно-химические методы борьбы с вредителями и болезнями леса. Контроль рубок с использованием материалов дистанционного зондирования лесов.	0,5		12	Опрос на занятиях, экзамен
	Всего	4	4	110	

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Примерный перечень лабораторных занятий

1.	Оценка качества материалов аэрофотосъемки, определение масштаба снимков и составление накидного монтажа.
2.	Дешифрирование нелесных и непокрытых лесом земель.
3.	Дешифрирование основных лесообразующих древесных видов
4.	Измерительное лесотаксационное дешифрирование древостоев.
5.	Создание проекта, создание и установка параметров камеры, внутреннее ориентирование снимков
6.	Установка связующих точек, взаимное ориентирование снимков, получение стереоэффекта
7.	Создание векторных слоев, формирование цифровой модели местности
8.	Измерительное стереоскопическое дешифрирование древостоев на цифровых снимках

Примерный перечень заданий самостоятельной работы

1. Изучить основные свойства электромагнитного излучения и атмосферы
2. Выполнить расчет показатели плановой аэросъемки.
3. Описать применяемое на современном этапе съемочное оборудование и принципы его работы.
4. Выполнить аналитический обзор литературы и привести наиболее используемые методы получения стереоэффекта
5. Описать дешифровочные признаки основных видов нелесных и непокрытых лесом земель.
6. Описать дешифровочные признаки основных лесообразующих древесных видов Беларуси.
7. Привести методы измерительного лесотаксационного дешифрирования полога древостоев.
8. Описать показатели характеризующие яркость природных объектов.
9. Выполнить измерительное стереоскопическое дешифрирование древостоев на цифровых снимках

Средства диагностики компетенции студентов

Диагностика компетенций студентов включает оценку уровня знаний и степени их соответствия требованиям стандарта. В процессе промежуточного контроля знаний проводится устный опрос, защита лабораторных работ, контрольные работы на компьютере по выполнению комплексных заданий по пройденным темам. Промежуточный контроль проводится после изложения теоретического материала по соответствующему разделу. Итоговый контроль осуществляется путем проведения экзамена (зачета).

Рекомендуемая литература

Основная

1. Толкач, И. В. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве: учеб. пособие для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» / И. В. Толкач. – Минск: БГТУ, 2014. – 344с.
2. Атрощенко, О.А. Толкач И.В. Дистанционные методы зондирования Земли и географические информационные системы в лесном хозяйстве / О.А. Атрощенко, И.В. Толкач. – Мн.: БГТУ, 2003. –375 с.
3. Севко, О.А. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве. Курс лекций по одноименной дисциплине для студентов спец. 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» / О.А. Севко. –Мн.: БГТУ, 2005. – 170 с.
4. Севко, О.А. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве. Лабораторный практикум по одноименной дисциплине для студентов спец. 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» / О.А. Севко, И.В. Толкач. –Мн.: БГТУ, 2005. – 82 с.
5. Чандра, А. М., Дистанционное зондирование и географические информационные системы / А.М. Чандра, С.К. Гош; пер. с англ. Кирюшина А. В. –Москва: Техносфера, 2008. – 307 с.
6. Дмитриев И.Д. Лесная авиация и аэрофотосъемка / И.Д. Дмитриев, Е.С. Мурахтанов, В.И. Сухих; –2-е изд., перераб. и доп. –Москва: ВО «Агропромиздат», 1989. –366 с.

Дополнительная

7. Трифонова Т. А., Мищенко Н. В., Краснощеков А. Н. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях / Т. А. Трифонова, Н. В. Мищенко, А. Н. Краснощеков; – учебное пособие для вузов по экологическим специальностям. – Москва: Академический проект, 2005. –349 с.
8. Савиных В. П., Цветков В. Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования / В. П. Савиных, В. Я. Цветков. – Москва: Картгеоцентр – Геодезиздат, 2001. –228 с.

5. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы	Решение кафедры, разработавшей рабочую программу (с указанием номера протокола)
Лесоустройство	Лесоустройства		Рабочую программу по дисциплине «Геоинформационные системы в лесном хозяйстве», составленную доцентом И.В.Толкачем утвердить (протокол № 11 от «21» мая 2015 г.)
Управление лесами и лесными ресурсами	Лесоустройства		