

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

_____ А. А. Сакович

« _____ » _____ 2017 г.

Регистрационный № УД- _____ /уч.

**СИСТЕМЫ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ**

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство»
специализации 1-75 01 01 04 «Информационные системы в лесном хозяйстве»

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.

СОСТАВИТЕЛЬ:

И.В. Толкач, заведующий кафедрой лесоустройства учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

М. А. Ильючик, начальник отдела дистанционного зондирования и мониторинга лесов, лесоустроительного республиканского унитарного предприятия «Белгослес», кандидат сельскохозяйственных наук.

В. В. Носников, заведующий кафедрой лесных культур и почвоведения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой лесоустройства учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» протокол № 5 от 29.11.2016 г.;

Методической комиссией лесохозяйственного факультета учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», протокол № 4 от «23» декабря 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 лесоустройтельных 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 лесоустройтельных 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 дистанционного зондирования и отражающей способностью природных объектов, современными космическими спутниками и оборудованием для дистанционного зондирования земли, системами приема спутниковой информации, программными комплексами, обучение методам обработки и дешифрирования цифровых космических снимков, передаче полученной информации в ГИС и пространственному анализу.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- физические основы дистанционного зондирования земли;
- спектр электромагнитного излучения, зоны спектра;
- отражательные свойства природных объектов;
- приборы и оборудование для дистанционного зондирования с искусственных спутников Земли;
- дешифрирование снимков, виды дешифрирования;
- дешифровочные признаки покрытых, непокрытых лесом и нелесных земель на космических снимках;
- спектральные сигнатуры природных объектов;
- цифровые методы обработки и классификации снимков;
- космические системы дистанционного зондирования Земли;
- системы приема космической информации;
- представление графической информации цифровом виде;
- программные комплексы по обработке и дешифрированию данных дистанционного зондирования;
- методы обработки цифровых изображений;
- методы классификации изображений снимков;
- методы векторизации и передачи информации в ГИС.

уметь:

- дешифрировать нелесные и непокрытые лесом земли;
- дешифрировать основные лесообразующие древесные виды;
- выполнять оцифровку, трансформирование и привязку снимков;
- выполнять цветовые преобразования снимков;
- выполнять различными методами неконтролируемую классификацию снимков;
- выполнять различными методами контролируемую классификацию снимков;
- выполнять векторизацию изображения и передачу информации в ГИС;
- выполнять анализ текущих изменений по разновременным снимкам.

владеть:

- основными методами автоматизированного дешифрирования 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 8 семестре, форма текущей аттестации – экзамен в 8 семестре. Учебным планом для изучения дисциплины предусматривается 126 часов, из них 60 часов аудиторных занятий: лекций – 30 часов, лабораторных занятий – 30 часов.

Для изучения дисциплины необходимы знания по таким предметам как «Лесная таксация», «Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве», «Геоинформационные системы в лесном хозяйстве».

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Введение

Сущность предмета. История развития методов дистанционного зондирования земли из космоса. Перспективы использования данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

Использование Применения данных дистанционного зондирования для целей лесного хозяйства. Преимущества и недостатки данных дистанционного зондирования Земли из космоса.

Физические основы дистанционного зондирования.

Электромагнитное излучение, основные свойства. Единицы измерения. Излучение абсолютно черного тела, серого тела, идеального отражателя, реальных объектов. Спектр электромагнитного излучения, зоны спектра. Оптический диапазон. Влияние на излучение атмосферы. Рассеивание и поглощение излучения атмосферой. Окна прозрачности атмосферы. Зоны спектра используемые для дистанционного зондирования Земли из космоса. Отражательная способность природных объектов. Альbedo. Индикатриса отражения, типы отражения. Коэффициенты яркости и спектральной яркости, кривые спектральной яркости. Спектральная отражательная способность растительного покрова, почв, водных поверхностей.

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, влияние на нее гранулометрического состава, влаги, содержания органических веществ. Спектральная отражательная способность водных поверхностей.

Космические системы дистанционного зондирования Земли.

Общая схема дистанционного зондирования, основные составляющие системы: источник излучения, прохождение в атмосфере, объект, датчик (детектор). Активные и пассивные системы. Виды космической съемки (в зависимости от высоты, угла наклона главной оптической оси, масштаба, применяемому оборудованию, спектральным диапазонам, разрешению). Носители аппаратуры. Съемочное оборудование. Метеорологические системы. Космические системы мониторинга океана, изучения природных ресурсов, исследования атмосферы. Космические системы с аппаратурой высокого пространственного разрешения. Космические радиолокационные системы. Малые космические аппараты. Общие характеристики систем сбора данных. Основные характеристики космических снимков.

Прием спутниковой информации

Краткий обзор космических программ дистанционного зондирования Земли. Персональные станции приема спутниковой информации. Комплексы «Лиана», «Селена», «СканЭкс», «СканЭр», Алиса–СК, УниСкан. Структурная схема станции. Принимающее оборудование. Программное обеспечение.

Основные этапы обработки цифровых космических снимков

Цифровые снимки, форматы цифровых снимков. Спектральные каналы. Панхроматические, цветные, спектральнозональные и мультиспектральные снимки. Основные характеристики цифровых космических снимков. Основные этапы обработки цифровых космических снимков. Коррекция снимков. Геометрическая, радиометрическая и цветовая коррекция снимков. Улучшение визуального восприятия изображения. Формирование синтезированных цветных изображений. Статистический анализ.

Дешифрирование космических снимков.

Понятие о дешифрировании. Прямые и косвенные дешифровочные признаки. Виды дешифрирования. Топографическое дешифрирование. Лесное дешифрирование. Ландшафтное дешифрирование. Приборы и инструменты. Дешифровочные признаки покрытых лесом, нелесных и непокрытых лесом земель на космических снимках. Особенности изображения полога древостоев на космических снимках различного разрешения. Дешифрирование таксационных показателей. Взаимосвязи между таксационными и дешифровочными показателями.

Автоматизированное дешифрирование цифровых космических снимков.

Программные комплексы для обработки цифровых снимков. Неконтролируемая классификация снимков. Эталонно-калибровочные участки. Формирование обучающих выборок. Спектральные библиотеки. Контролируемая классификация снимков. Классификация методами: параллелепипеда, минимального расстояния, максимального подобия, спектрального угла. Оценка разделимости классов. Обработка изображения после классификации (постклассификация). Векторизация результатов классификации. Оценка точности классификации.

Дешифрирование разновременных снимков, оценка текущих изменений

Методы дешифрирования разновременных снимков. Раздельное последовательное дешифрирование. Совмещенное дешифрирование. Методы совмещения разновременных снимков. Формирование синтезированных цветных изображений по разновременным снимкам. Классификация и постобработка синтезированных изображений. Формирование карт текущих изменений.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

№ 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 развития методов дистанционного зондирования Земли из космоса. Перспективы использования данных дистанционного зондирования Земли из космоса. Использование данных дистанционного зондирования для целей лесного хозяйства. Преимущества и недостатки данных дистанционного зондирования Земли из космоса.	2		2	Опрос на занятиях, экзамен
2	Физические основы дистанционного зондирования. Электромагнитное излучение, основные свойства. Единицы измерения. Излучение абсолютно черного тела, серого тела, идеального отражателя, реальных объектов. Спектр электромагнитного излучения, зоны спектра. Оптический диапазон. Влияние на излучение атмосферы. Рассеивание и поглощение излучения атмосферой. Окна прозрачности атмосферы. Зоны спектра используемые для дистанционного зондирования Земли из космоса. Отражательная способность природных объектов. Альбедо. Индикатриса отражения, типы отражения. Коэффициенты яркости и спектральной яркости, кривые спектральной яркости. Спектральная отражательная способность растительного покрова, почв, водных поверхностей.	4	4	6	Опрос на занятиях, экзамен
3	Космические системы дистанционного зондирования	4	4	6	Опрос на

	<p>Земли. Общая схема дистанционного зондирования, основные составляющие системы: источник излучения, прохождение в атмосфере, объект, датчик (детектор). Активные и пассивные системы. Виды космической съемки (в зависимости от высоты, угла наклона главной оптической оси, масштаба, применяемому оборудованию, спектральным диапазонам, разрешению). Носители аппаратуры. Съёмочное оборудование. Метеорологические системы. Космические системы мониторинга океана, изучения природных ресурсов, исследования атмосферы. Космические системы с аппаратурой высокого пространственного разрешения. Космические радиолокационные системы. Малые космические аппараты. Общие характеристики систем сбора данных. Основные характеристики космических снимков.</p>				занятиях, экзамен
4	<p>Прием спутниковой информации Краткий обзор космических программ дистанционного зондирования Земли. Персональные станции приема спутниковой информации. Комплексы «Лиана», «Селена», «СканЭкс», «СканЭр», Алиса–СК, УниСкан. Структурная схема станции. Принимающее оборудование. Программное обеспечение.</p>	4	4	10	Опрос на занятиях, экзамен
5	<p>Основные этапы обработки цифровых космических снимков Цифровые снимки, форматы цифровых снимков. Спектральные каналы. Панхроматические, цветные, спектрально-зональные и мультиспектральные снимки. Основные характеристики цифровых космических снимков. Основные этапы обработки цифровых космических снимков. Коррекция снимков. Геометрическая, радиометрическая и цветовая коррекция снимков. Улучшение визуального восприятия изображения. Формирование синтезированных цветных изображений. Статистический анализ.</p>	4	4	12	Опрос на занятиях, экзамен
6	<p>Дешифрирование космических снимков. Понятие о дешифрировании. Прямые и косвенные дешифровочные признаки. Виды дешифрирования. Топографическое дешифрирование. Лесное дешифрирование. Ландшафтное дешифрирование. Приборы и инструменты. Дешифровочные признаки покрытых лесом, нелесных и непокрытых лесом земель на космических снимках. Особенности изображения полога древостоев на космических снимках различного разрешения. Дешифрирование таксационных показателей. Взаимосвязи между таксационными и дешифровочными показателями.</p>	4	4	10	Опрос на занятиях, экзамен

7	Автоматизированное дешифрирование цифровых космических снимков. Программные комплексы для обработки цифровых снимков. Неконтролируемая классификация снимков. Эталонно-калибровочные участки. Формирование обучающих выборок. Спектральные библиотеки. Контролируемая классификация снимков. Классификация методами: параллелепипеда, минимального расстояния, максимального подобия, спектрального угла. Оценка разделимости классов. Обработка изображения после классификации (постклассификация). Векторизация результатов классификации. Оценка точности классификации.	4	6	12	Опрос на занятиях, экзамен
8	Дешифрирование разновременных снимков, оценка текущих изменений Методы дешифрирования разновременных снимков. Раздельное последовательное дешифрирование. Совмещенное дешифрирование. Методы совмещения разновременных снимков. Формирование синтезированных цветных изображений по разновременным снимкам. Классификация и постобработка синтезированных изображений. Формирование карт текущих изменений.	4	4	8	Опрос на занятиях, экзамен
	Всего	30	30	66	

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Примерный перечень лабораторных занятий

1.	Инструктаж по технике безопасности в классе ПЭВМ. Ознакомление с программным обеспечением, формирование проекта.
2.	Коррекция и улучшение визуального восприятия космических снимков.
3.	Дешифрирование покрытых, непокрытых лесом и нелесных земель на космических снимках.
4.	Неконтролируемая классификация космических снимков.
5.	Контролируемая классификация космических снимков.
6.	Постобработка и векторизация результатов классификации.
7.	Оценка текущих изменений по разновременным снимкам.

Примерный перечень заданий самостоятельной работы

1. Изучить основные свойства электромагнитного излучения и атмосферы.
2. Изучить структуру меню и основные функциональные возможности SAGA GIS.
3. Изучить применяемые на современном этапе космические системы ДЗ и их характеристики.
4. Изучить спектральные сигнатуры растительного покрова и влияние на них различных факторов.
5. Изучить методы спектральных преобразований и улучшения визуального восприятия снимков.
6. Изучить дешифровочные признаки основных видов нелесных и непокрытых лесом земель на космических снимках.
7. Изучить дешифровочные признаки основных лесообразующих древесных видов Беларуси на космических снимках.

8. Выполнить обзор методов автоматизированного дешифрирования космических снимков.
9. Выполнить обзор методов оценки текущих изменений лесного фонда по разновременным снимкам.

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.

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. (172 экз.)
2. 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. (электронное издание)
3. 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. (105 экз.)
4. 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. (36 экз.)

Дополнительная

5. Атрощенко О.А., Толкач И.В. Географические информационные системы в лесном хозяйстве / О.А. Атрощенко, И.В. Толкач – практикум. – Мн.: УО БГТУ, 2003 г. (88 экз.)
6. Лобанов А.Н. Фотограмметрия / А.Н. Лобанов – М.: Недра. 1987 г.
7. Медведев Е.М., Данилин И.М., Мельников С.Р. Лазерная локация земли и леса / Е.М. Медведев, И.М. Данилин, С.Р. Мельников, 2007 г. (электронная версия)

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		Учебную программу по дисциплине «Системы приема и обработки данных дистанционного зондирования», составленную доцентом И.В. Толкачем утвердить (протокол № 5 от 29.11.2016 г.)