

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



_____ А.Л. Толстик

_____ 31.05.2017

Регистрационный № УД- 3897 /уч.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 08 Компьютерная физика**

Минск, 2017

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 04 08-2013; учебного плана №G31-144/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.И. Шупляк – доцент кафедры физической информатики и атомно-молекулярной физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физической информатики и атомно-молекулярной физики физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 20 апреля 2017 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 11 мая 2017 г.).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа дисциплины «Физические основы дистанционного зондирования» разработана для специальности 1-31 04 08 Компьютерная физика специализации «Физическая информатика». Настоящая программа является оригинальной и разработана с учетом соответствующих требований образовательного стандарта РБ ОСВО 1-31 04 08-2013 к квалификации выпускника-специалиста «Физик. Программист».

В последние десятилетия в мире наблюдается значительный прогресс в развитии способов и средств исследования Земли с помощью методов дистанционного зондирования (ДЗ). Это направление начало формироваться в результате появившейся возможности проводить съемки с авиационных и космических носителей и эффективно использовать ЭВМ для обработки больших объемов цифровой информации. Измерение, преобразование и анализ физических параметров электромагнитного излучения, испускаемого и отражаемого объектами, составляет основу пассивных дистанционных оптических методов изучения состояния объектов. Измеряемыми параметрами в этих исследованиях являются: пространственные, временные и угловые зависимости энергетических, спектральных и поляризационных характеристик излучения Земли и объектов на ее поверхности и в атмосфере.

Дисциплина включает в себя основы теории переноса излучения в атмосфере, теории рассеяния света. Рассматриваются основные классы аппаратуры ДЗ, принципы ее действия, оптические и пространственно-временные характеристики. Внимание уделяется также обработке и применению данных ДЗ при решении задач диагностики различных подстилающих поверхностей.

Целью дисциплины «Физические основы дистанционного зондирования» является изучение студентами теоретических основ, аппаратуры и методов применения дистанционного зондирования для решения различных задач мониторинга земной поверхности.

Программа согласована с другими дисциплинами специализации и является неотъемлемой частью общего плана специализации «Физическая информатика»: «Физические основы информационных процессов», «Преобразование электромагнитного излучения газофазными и жидкофазными системами», «Физика атмосферы и гидрофизика», «Оптическая фотометрия и спектрометрия», «Методы детектирования излучений». Курс лекций предполагает знание студентами физических основ оптики, спектрометрии и фотометрии, дисциплины специализации по физическим основам информационных процессов.

Дисциплина закладывает основные знания и умения, которыми должны владеть студенты для понимания принципов, методов и физических основ ДЗ, путей реализации дистанционного эксперимента, анализа и интерпретации его данных.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- принципы ДЗ;
- характеристики систем ДЗ;
- основные физические механизмы формирования потока излучения, распространяющегося от Земли в оптическом диапазоне спектра;
- методы ДЗ получения информации о физическом объекте;
- устройство и принципы работы приборов ДЗ;
- основные принципы и методы обработки данных ДЗ;
- основные спектральные и пространственные преобразования, применяемые в ДЗ;

уметь:

- корректно оценивать результаты дистанционного эксперимента;
- применять основные компьютерные методы обработки данных ДЗ;
- работать самостоятельно, повышая свою квалификацию и применяя современные технические и компьютерные средства и технологии в обработке данных ДЗ;

владеть:

- методами анализа и использования данных ДЗ;
- различными методами обработки данных с помощью компьютера;
- навыками системного и сравнительного анализа, оценки корректности физических измерений, междисциплинарного подхода при решении задач.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций.

Академические компетенции:

- уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач;
- владеть системным и сравнительным анализом;
- владеть исследовательскими навыками;
- уметь работать самостоятельно;
- иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером;
- иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).

Социально-личностные компетенции:

Специалист должен:

- обладать качествами гражданственности;
- быть способным к социальному взаимодействию;
- обладать способностью к межличностным коммуникациям;
- владеть навыками здорового образа жизни.

Профессиональные компетенции:

– применять знания теоретических и экспериментальных основ физики и математики, методов измерения физических величин, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы, средств

автоматизации, правового обеспечения хозяйственной деятельности и налоговой системы, государственного регулирования экономики и экономической политики;

–пользоваться глобальными информационными ресурсами, новой научной, технической и патентной литературой по физике, математике, информатике, экономике и инновационным технологиям, основами психолого-педагогических знаний, навыками самообразования и самосовершенствования;

–применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-технической и научно-педагогической работы;

–использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационно-образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов;

–пользоваться государственными языками Республики Беларусь и иными иностранными языками как средством делового общения;

–реализовывать методы защиты производственного персонала и населения в условиях возникновения аварий, катастроф, стихийных бедствий и обеспечения радиационной безопасности при осуществлении научной, производственной и педагогической деятельности;

–осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям;

–определять цели инноваций и способы их достижения;

–применять методы анализа и внедрения инноваций в научно-производственной, научно-педагогической и научно-технической деятельности.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины — 48 (1,5 зачетные единицы), из них количество аудиторных часов — 20.

Форма получения высшего образования — очная, дневная.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций и управляемой самостоятельной работы (УСР). На проведение лекционных занятий отводится 16 часов, на УСР — 4 часа.

Занятия проводятся на 5-м курсе в 9-м семестре.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине — зачет (9 семестр).

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Основы ДЗ Земли.

Спектральные диапазоны съемки. Спектральные образы объектов. Системы дистанционного зондирования. Системы отображения снимков. Системы обработки данных.

2. Формирование излучения в оптическом диапазоне спектра.

Видимый и коротковолновой инфракрасный диапазоны спектра. Средний и тепловой инфракрасные диапазоны спектра. Солнечное излучение. Компоненты отраженного и рассеянного излучения. Компоненты собственного излучения Земли. Эффекты, возникающие при формировании изображений. Суммарная плотность потока излучения.

3. Приборы дистанционного зондирования. Модель датчика.

Оптические, энергетические, пространственные и временные характеристики приборов ДЗ. Отклик прибора. Пространственное и спектральное разрешение. Пространственный и спектральный отклик. Усиление сигнала. Дискретизация и аналого-цифровое преобразование. Упрощенная модель датчика. Геометрические искажения.

4. Методы обработки и анализа данных ДЗ. Модель данных.

Одномерный и многомерный статистический анализ изображений. Модели шума. Пространственный статистический анализ данных. Влияние рельефа и конструкции датчика. Спектральные преобразования. Пространство спектральных признаков. Многозональные индексы. Метод главных компонентов. Повышение контрастности снимков. Пространственные преобразования. Модель изображения при пространственной фильтрации. Фильтры-свертки. Преобразования Фурье. Многомасштабные преобразования. Коррекция и калибровка. Устранение искажений. Устранение шума. Радиометрическая калибровка. Совмещение, обработка и объединение изображений.

5. Применение данных ДЗЗ в задачах мониторинга геосистем.

Аэрокосмический мониторинг растительных и почвенных покровов. Контроль состояния водных поверхностей. Дистанционные исследования снежных и ледяных покровов. Спутниковые методы в геологии и геофизике. Дистанционные методы исследования атмосферных и климатических процессов. Исследования ионосферы.

6. Тематическая обработка данных ДЗ.

Тематическая классификация. Процесс классификации. Выделение признаков. Обучение классификатора. Непараметрическая и параметрическая классификация. Пространственно-спектральная сегментация. Распознавание образов с использованием нейронных сетей и на основе нечеткой логики. Классификация нечеткого множества. Анализ гиперспектрального изображения.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы, перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов		Количество часов УСР	Всего	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Ауд. Контроль УСР (КСР)					
1	Основы ДЗ Земли. Спектральные диапазоны съемки. Спектральные образы объектов. Системы дистанционного зондирования. Системы отображения снимков. Системы обработки данных.	1		2	3	РРТ	[5-6], [8], [10-11], [1-29 доп]	
2	Формирование излучения в оптическом диапазоне спектра. Видимый и коротковолновой инфракрасный диапазоны спектра. Средний и тепловой инфракрасные диапазоны спектра. Солнечное излучение. Компоненты отраженного и рассеянного излучения. Компоненты собственного излучения Земли. Эффекты, возникающие при формировании изображений. Суммарная плотность потока излучения.	3		6	9	РРТ	[1-2], [5-6], [8], [10-11], [1-29 доп]	уо
3	Приборы дистанционного зондирования. Модель датчика. Оптические, энергетические, пространственные и временные характеристики приборов ДЗ. Отклик прибора. Пространственное и спектральное разрешение. Пространственный и спектральный отклик. Усиление сигнала. Дискретизация и аналого-цифровое преобразование. Упрощенная модель датчика. Геометрические искажения.	4		6	10	РРТ	[1-2], [5-6], [8], [10-11], [1-29 доп]	уо
4	Методы обработки и анализа данных ДЗ. Модель данных. Одномерный и многомерный статистический анализ изображений. Модели шума. Пространственный статистический анализ данных. Влияние рельефа и конструкции датчика. Спектральные преобразования. Пространство спектральных признаков. Многозональные индексы. Метод главных компонент. Повышение контрастности снимков. Пространственные преобразования. Модель изображения при пространственной фильтрации. Фильтры-свертки. Преобразования Фурье. Многомасштабные преобразования. Коррекция и калибровка. Устранение искажений. Устранение шума. Радиометрическая калибровка. Совмещение, обработка и объединение изображений.	4	2	10	16	РРТ	[1-11], [1-29 доп]	кл
5	Применение данных ДЗ в задачах мониторинга геозкосистем. Аэрокосмический мониторинг растительных и почвенных покровов. Контроль состояния водных поверхностей. Дистанционные исследования снежных и ледяных покровов. Спутниковые методы в геологии и геофизике. Дистанционные методы исследования атмосферных и климатических процессов. Исследования ионосферы.	2		4	6	РРТ	[3-4], [8], [10-11], [1-29 доп]	уо
6	Тематическая обработка данных ДЗ. Тематическая классификация. Процесс классификации. Выделение признаков. Обучение классификатора. Непараметрическая и параметрическая классификация. Пространственно-спектральная сегментация. Распознавание образов с использованием нейронных сетей и на основе нечеткой логики. Классификация нечеткого множества. Анализ гиперспектрального изображения.	2	2	6	10	РРТ	[1-11], [1-29 доп]	реф
Всего часов		16	4	34	54	РРТ	[1-11], [1-29 доп]	зачет

Условные обозначения: РРТ – демонстрация презентации MS PowerPoint с помощью мультимедийного проектора и компьютера; уо – устный опрос; _л – коллоквиум; реф – защита реферата.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная

1. Адзериho, К.С. Физические основы дистанционного зондирования / К.С. Адзериho, Л.И. Киселевский, с.Б. Костюкевич, В.В. Краснопрошин. – Минск: Университетское, 1991. – 293 с.
2. Беляев, Б.И. Оптическое дистанционное зондирование / Б.И. Беляев, Л.В. Катковский. – Минск: БГУ, 2006. – 456 с.
3. Васильев, А.В. Дистанционное зондирование окружающей среды из космоса: практикум / А.В. Васильев [и др.]. – СПб.: Балт. Гос. Техн. ун-т, 2008. – 133 с.
4. Виноградов, Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем. / Б.В. Виноградов. – М.: Наука, 1984. – 320 с.
5. Гарбук, с.В. Космические системы дистанционного зондирования Земли / с.В. Гарбук, В.Е. Гершензон. – М.: Издательство А и Б, 1997. – 296 с.
6. Дейвис, Ш.М. Дистанционное зондирование: количественный подход. / Ш.М. Дейвис [и др.]. – М.: Недра, 1983. – 415 с.
7. Кашкин, В.Б. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учеб. Пособие. / В.Б. Кашкин, А.И. Сухинин. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
8. Кронберг, П. Дистанционное изучение Земли. / П. Кронберг. – М.: Мир, 1988. – 343 с.
9. Марков, Н.Г. Методы и средства цифровой обработки сигналов: Учебное пособие. / Н.Г. Марков – Томск: Изд-во ТПУ, 1997. – 120 с.
10. Рис, У.Г. Основы дистанционного зондирования. / У.Г. Рис – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
11. Шовенгердт, Р.А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. / Р.А. Шовенгердт – Москва: Техносфера, 2010. – 560 с.

Дополнительная

1. ERDAS Field Guide. – ERDAS, Inc.: Atlanta, Georgia. – 1997. – 656 P.
2. MultiSpec // <http://dynamo.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec>.
3. Афанасьев, В.А. Оптические измерения. / В.А. Афанасьев. – М.: Высшая школа, 1981. – 229 с.
4. Болсуновский М.А., Черепанов А.С. Атмосферная коррекция в ПО ENVI. Модуль FLAASH // GeoProfi.ru. – Электронный журнал. – 2006. – № 5 // http://www.geoprofi.ru/technology/Article_2552_10.htm.
5. Данные дистанционного зондирования со спутника SPOT-5 // <http://www.spot5.ru>.

6. Журнал «Геоматика» // <http://www.geomatica.ru>.
7. Закарин, Э.А. Методы дистанционного зондирования в сельском хозяйстве Казахстана. / Э.А. Закарин, Л.Ф. Спивак, О.П. Архипкин, Н.Р. Муратова, А.Г. Терехов. – Алматы: КЫЛЫМ, 1999. – 176 с.
8. Замятин, А.В. Анализ динамики земной поверхности по данным дистанционного зондирования Земли. / А.В. Замятин, Н.Г. Марков. – М.: Физматлит, 2007. – 176 с.
9. Зятькова, Л.К. У истоков аэрокосмического мониторинга природной среды («Космос» – программе «Сибирь»): монография. / Л.К. Зятькова, Б.С. Елепов. – Новосибирск: СГГА, 2007. – 380 с.
10. Кондратьев, К.Я. Биосфера: Методы и результаты дистанционного зондирования / К.Я. Кондратьев [и др.]. – М.: Наука, 1990. – 224 с.
11. Космоснимки // <http://www.kosmosnimki.ru>.
12. Креопалова, Г.В. Оптические измерения. / Г.В. Креопалова, Н.Л. Лазарева, Д.Т. Пуряев. – М.: Машиностроение, 1987. – 264 с.
13. Кронберг, П. Дистанционное изучение Земли. Основы и методы дистанционных исследований в геологии. / П. Кронберг. – М.: Мир, 1988. – 113 с.
14. Лурье, И.К. Теория и практика цифровой обработки изображений / Дистанционное зондирование и географические информационные системы. // И.К. Лурье, А.Г. Косиков. – М.: Научный мир, 2003. – 186 с.
15. Малкевич, М.С. Оптическое зондирование атмосферы со спутников. / М.С. Малкевич. – М.: Наука, 1979. – 270 с.
16. Малышев, В.И. Введение в экспериментальную спектроскопию / В.И. Малышев. – М.: Наука, 1979. – 480 с.
17. Маслов А.А. Космический мониторинг лесов России: современное состояние, проблемы и перспективы // Лесной бюллетень. – 2006. – № 31 // <http://www.forest.ru/rus/bulletin/31/3.html>.
18. Межерис, Р. Лазерное дистанционное зондирование. / Р. Межерис. – М.: Мир, 1987. – 550 с.
19. Оптико-электронные приборы для научных исследований / под ред. Л.А. Новицкого. – М.: Машиностроение, 1986. – 430 с.
20. Сайт Инженерно-технологического центра «СканЭкс» // <http://scanex.ru>.
21. Сайт компании «Совзонд» // <http://sovzond.ru>.
22. Сайт компании ООО «ДАТА+» // www.dataplus.ru.
23. Сайт неформального некоммерческого сообщества специалистов в области ГИС и ДЗЗ // <http://gis-lab.info>.
24. Седых, В.Н. Леса Западной Сибири и нефтегазовый комплекс. / В.Н. Седых. – М.: Экология, 1996. – Вып. 1. – 36 с.
25. Спектроскопия плазмы и природных объектов / под. Ред. В.И. Архипенко, В.С. Буракова, А.Ф. Чернявского. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 480 с.
26. Степанов, Б.И. Введение в современную оптику. Фотометрия. О возможном и невозможном в оптике. / Б.И. Степанов. – Мн.: Наука и техника, 1989. – 254 с.

27. Ту, Дж. Принципы распознавания образов. / Дж. Ту, Р. Гонсалес. – М.: Мир, 1978. – 412 с.
28. Хлебникова Е.П. Применение метода главных компонент для мониторинга городских территорий // Сборник материалов V Международного конгресса «ГЕО-Сибирь-2009», Новосибирск, 20-24 апреля 2009 г. – Новосибирск: Изд-во СГГА, 2009. – Т. 4. – Ч. 1. – с. 41–45.
29. Эпштейн, М.И. Измерения оптического излучения в электронике / М.И. Эпштейн. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 254 с.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Устный опрос.
2. Письменный коллоквиум.
3. Подготовка и защита реферата.
4. Устный зачет.

Примерный перечень мероприятий для контроля качества усвоения знаний по учебной дисциплине

Рекомендуемые темы для устного опроса

1. Основы ДЗ Земли.
2. Формирование излучения в оптическом диапазоне спектра.
3. Приборы дистанционного зондирования. Модель датчика.
4. Методы обработки и анализа данных ДЗ. Модель данных.
5. Применение данных ДЗЗ в задачах мониторинга геоэкосистем.
6. Тематическая обработка данных ДЗ.

Рекомендуемые темы для коллоквиума

1. Основы ДЗ Земли.
2. Формирование излучения в оптическом диапазоне спектра.
3. Приборы дистанционного зондирования. Модель датчика.
4. Методы обработки и анализа данных ДЗ. Модель данных.

Рекомендуемые темы рефератов

1. Дистанционное зондирование растительных объектов (в УФ, видимом, БИК диапазонах спектра).
2. Дистанционное зондирование горных пород и почв (в УФ, видимом, БИК диапазонах спектра).
3. Дистанционное зондирование морей и океанов (в УФ, видимом, БИК диапазонах спектра).
4. Дистанционное зондирование водных ресурсов (в УФ, видимом, БИК диапазонах спектра).
5. Дистанционное зондирование атмосферы (в УФ, видимом, БИК диапазонах спектра).

6. Определение характеристик природных объектов в процессе дистанционного зондирования (в УФ, видимом, БИК диапазонах спектра).
7. Приборы, применяемые при дистанционном зондировании Земли в оптическом диапазоне спектра (сравнительные характеристики, инновационные решения, моделирование, тестирование).
8. Использование компьютерного моделирования в дистанционном зондировании Земли.
9. Обработка данных дистанционного зондирования Земли (спектральные преобразования).
10. Обработка данных дистанционного зондирования Земли (пространственные преобразования).
11. Методы проведения калибровки приборов, применяемых при дистанционном зондировании Земли в оптическом диапазоне спектра.
12. Методы обработки спектральнональных изображений, получаемых при дистанционном зондировании Земли в оптическом диапазоне спектра.
13. Методы тематической классификации объектов на спектральнональных изображениях, получаемых при дистанционном зондировании Земли в оптическом диапазоне спектра.
14. Развитие дистанционного зондирования в Республике Беларусь.

Методика формирования итоговой оценки

Итоговая оценка выставляется с учетом:

1. Правил проведения аттестации, утвержденных постановлением Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г.
2. Положения о рейтинговой системе БГУ (редакция 2015 г.).
3. Критериев оценки студентов (10 баллов).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Физические основы информационных процессов	Кафедра физической информатики и атомно-молекулярной физики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте протокол № 13 от 24.05.2017
Преобразование электромагнитного излучения газофазными и жидкофазными системами	Кафедра физической информатики и атомно-молекулярной физики	Нет изменений	Вносить изменения не требуется. Протокол № 11 от 20.04.2017
Физика атмосферы и гидрофизика	Кафедра физической информатики и атомно-молекулярной физики	Нет изменений	Вносить изменения не требуется. Протокол № 11 от 20.04.2017
Методы фотометрии и спектрометрии	Кафедра физической информатики и атомно-молекулярной физики	Нет изменений	Вносить изменения не требуется. Протокол № 11 от 20.04.2017
Методы детектирования излучений	Кафедра физической информатики и атомно-молекулярной физики	Нет изменений	Вносить изменения не требуется. Протокол № 11 от 20.04.2017

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

на ____ / ____ учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
физической информатики и атомно-молекулярной физики
(протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой физической информатики и
атомно-молекулярной физики
к.ф.-м.н., доцент _____

Г.Ф.Стельмах

УТВЕРЖДАЮ
Декан физического факультета БГУ
д.ф.-м.н., профессор _____

В.М. Анищик