

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе


_____ А. Л. Толстик

23.07.2016

Регистрационный № УД- 2832 / уч.

**СПУТНИКОВЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ
И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальности:

1-31 04 04 «Аэрокосмические радиоэлектронные
и информационные системы и технологии»

2016 г.

Учебная программа разработана на основе образовательного стандарта ОСРБ 1-31 04 04-2010 и учебного плана G 31-120/уч.

СОСТАВИТЕЛИ:

Саечников Владимир Алексеевич – заведующий кафедрой физики и аэрокосмических технологий Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.В. Голенков, заведующий кафедрой интеллектуальных информационных технологий Учреждения образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники", доктор технических наук, профессор;

Б.И. Беляев, заведующий отделом аэрокосмических исследований НИИ прикладных физических проблем, доктор физико-математических наук, профессор.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ

Кафедрой физики и аэрокосмических технологий
(протокол № 12 от 17 мая 2016 г.)

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 7 от 30 июня 2016 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа дисциплины «Спутниковые навигационные и геоинформационные системы» разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта для специальности 1-31 04 04 «Аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии» и относится к дисциплинам государственного компонента.

Цель дисциплины – практическое знакомство с основными подходами и методами современной геоинформатики и ее практическими приложениями.

Задачи дисциплины:

- формирование у студентов общих понятий о принципах построения современных геоинформационных систем;
- знакомство на практике со структурой, основными функциями и возможностями наиболее широко распространенных средств разработки геоинформационных систем;
- знакомство с основными направлениями практического использования геоинформационных технологий;
- практическое освоение пакетов программ «MapInfo» и «ArcGIS», являющихся наиболее распространенными полнофункциональными настольными средствами разработки геоинформационных систем.

Дисциплина взаимосвязана с дисциплинами «Основы спутниковой навигации», «Основы телеуправления и навигации», «ГИС-технологии». Для успешного усвоения данной учебной дисциплины необходимы знания по дисциплинам «Прикладное программирование», «Математический анализ».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- физические основы радионавигации, принципы функционирования, структуру глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) и основные характеристики используемых в них сигналов;
- принципы обработки сигналов в навигационной аппаратуре потребителя, методы навигационно-временных измерений и способы повышения точности в ГНСС;
- основы геоинформатики, геоинформационного анализа и геоинформационного картографирования, современные программные приложения, используемые для обработки цифровых и электронных карт, методы генерации и трехмерного моделирования пространственно-распределенных данных;
- теоретические основы геоинформатики, необходимые для понимания структуры построения, основных функциональных возможностей и применения геоинформационных технологий;
- методические подходы, используемые для разработки геоинформационных систем;

уметь:

- анализировать требования, предъявляемые к спутниковой навигационной аппаратуре, при решении различных практических задач и

проводить выбор структурной схемы аппаратуры;

- проводить навигационно-временные измерения с помощью навигационного приемника, коррекцию координат, скорости и времени;

- использовать пакеты программ «MapInfo» и «ArcGIS» для разработки геоинформационных систем и приложений на их основе;

- пользоваться распространенными программными продуктами в области информационных и геоинформационных систем и в дальнейшем самостоятельно совершенствовать имеющиеся навыки, а также оценивать и осваивать новые программные продукты;

владеть:

- методиками навигационно-временных измерений в ГНСС;

- навыками построения геоинформационных систем;

- практическими навыками работы с основными ГИС-пакетами.

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины на 5-м курсе в 9-ом семестре отведено всего 202 часа, в том числе 104 аудиторных часа, из них лекции – 54 часа, лабораторные занятия – 38 часов, КСР – 12 часов.

Программа предназначена для студентов очной дневной формы получения образования. Форма текущей аттестации – зачет и экзамен в 9-ом семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение

ГИС и геоинформатика. Общее представление о предмете. Основные понятия. Структура и классификация ГИС. Типы данных в ГИС. Системы в природе и технике. Информационные системы. Геопространственные данные и геоинформация.

Учение о геосистемах. Геоинформационное картографирование. Карта: традиционная, электронная, цифровая. ГИС и их классификация. Назначение и сущность ГИС. Функциональные задачи, решаемые в ГИС. Оценка эффективности ГИС.

Системы сбора геопространственных данных. Системы представления данных в ГИС. Форматы представления и хранения геопространственных данных. Единое геоинформационное пространство. Основные стандарты в области геоинформатики и сертификации цифровых карт.

2. Геоинформатика

ГИС различного назначения (справочные, аналитические, экспертные). Природные ресурсы как объекты геомоделирования. Знаковые системы.

Геомодель как образ геосистемы. Геопространство. Параметры единого геопространства.

Система классификации и кодирования в ГИС. Правила цифрового описания геоданных. Форматы представления геопространственных данных. Базы и банки цифровой информации. Базы знаний.

Применение ГИС: земельный кадастр, сохранение экологического равновесия и предупреждение чрезвычайных ситуаций. Использование пространственно-распределенной информации в задачах строительства.

Интеграция ГИС с другими автоматизированными информационными системами. ГИС в поддержке принятия решений. Защита геоинформации в локальных и глобальных сетях.

3. Математические методы

Теория графов. Узлы, сегменты. Ветви, кусты, деревья. Родители и дети. Связность графов. Сети. Таблицы связности. Распознавание образов.

Безусловная и условная оптимизация. Линейное программирование. Задача безусловной оптимизации. Задача условной оптимизации.

Геопространственные данные и геомодели. Анализ данных ГИС. Информационные модели данных и баз знаний.

4. Техническое обеспечение

Техническое обеспечение. Устройства ввода и вывода графической информации. Устройства хранения графической информации. Передача информации по сетям.

5. Использование MapInfo в ГИС-технологии

Назначение ГИС MapInfo, место системы в рейтинге геоинформационных продуктов в мире. Функциональные возможности

MapInfo. Организация проекта, создание рабочего набора, сохранение данных.

Работа с окнами Списков. Геокодирование. Обработка данных. Создание буферов. Выборки и SQL-запросы. Создание тематических карт и легенд. Составление отчетов.

6. Генерализации населенных пунктов

Отбор населенных пунктов по плотности населения и густоте расположения. Нормы отбора. Порядок отбора в зависимости от качественных признаков. Единая система кодов и классификаций картографической информации.

7. Генерализации речной сети

Формальные правила отбора. Нормы отбора рек. Отбор рек по густоте расположения и длине. Алгоритм программы отбора. Создание карты водной сети Беларуси и ее генерализация.

8. Генерализации рельефа

Формы представления рельефа на картах. Нормы отбора горизонталей. Обобщение рельефа.

9. Трехмерное моделирование

Модели и структуры трехмерных пространственных данных. Аналитические модели представления поверхностей. Векторные полигональные модели. Сеточные модели.

Алгоритмы триангуляции. Алгоритмы построения цифровой модели на основе триангуляционной сети. Модель в виде произвольно расположенных точек. Мультиквадриковый метод.

Преобразование векторной полигональной модели поверхности в равномерную модель. Алгоритмы формирования значений поверхности в узлах неравномерной сети.

Графический анализ данных. Создание диаграммы с помощью Мастера диаграмм. Основные типы диаграмм: круговые, столбчатые, ярусные, линейные, областные, диаграммы типа «поверхность». Создание гистограммы и обмен данными с приложением PowerPoint (Excel).

10. Методы построения горизонталей

Методы отображения и визуализации геопро пространственных данных. Методы построения горизонталей класса А. Методы построения горизонталей класса В. Создание трендовых поверхностей. Вырожденные ситуации. Алгоритм программы

11. Прикладные аспекты ГИС

Примеры реализации ГИС. Глобальные проекты. Обзор программных средств используемых в России. Этапы создания ГИС-проектов. Цели и задачи этапов.

Особенности пакета Mapinfo. Таблицы и работа с ними. Создание картографических слоев на основе картографических и табличных баз данных. Использование растровых данных. Регистрация изображения в Mapinfo.

Аналитические возможности Mapinfo. Создание запросов. Тематические карты и их построение. Географический анализ средствами Mapinfo. Построение буферных зон. Комбинирование объектов. Районирование.

ArcGIS 9.x. Базовые свойства трех приложений: ArcCatalog, ArcMap, ArcToolbox. Форматы пространственных данных.

Работа с картой, отображение данных. Работа с таблицами. Редактирование данных. Регистрация изображения в ArcGIS. Оцифровка в ArcGIS. Выполнение пространственного анализа. Оформление карты, подготовка к печати.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			КСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение	6				
1.1	ГИС и геоинформатика. Общее представление о предмете и основные понятия.	2	–			Выборочный опрос на лекции.
1.2	Геоинформационное картографирование. ГИС и их классификация.	2	–			Выборочный опрос на лекции.
1.3	Геопространственные данные. Единое геоинформационное пространство.	2	–			Выборочный опрос на лекции.
2	Геоинформатика	10	10			
2.1	ГИС различного назначения.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по лабораторной работе (ЛР) и ее защита.
2.2	Геомодель как образ геосистемы. Геопространство. Параметры единого геопространства.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита
2.3	Форматы представления геопространственных данных. Базы и банки цифровой информации.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита
2.4	Применение ГИС.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита

1	2	3	4	5	6	7
2.5	Интеграция ГИС с другими автоматизированными информационными системами. Защита геоинформации.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита
3	Математические методы	6	4			
3.1	Теория графов. Распознавание образов.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита
3.2	Безусловная и условная оптимизация. Линейное программирование.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита
3.3	Геопространственные данные и геодемодеи. Анализ данных ГИС.	2	–			Выборочный опрос на лекции.
4	Техническое обеспечение	2	–			Выборочный опрос на лекции.
5	Использование MapInfo в ГИС-технологии	4	4			
5.1	Основные сведения о системе ГИС MapInfo.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита.
5.2	Особенности использования MapInfo для обработки данных и составления отчетов.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита.
	Контроль самостоятельной работы студентов по темам 1-5	–	–		3	Коллоквиум
6	Генерализации населенных пунктов	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита.
7	Генерализации речной сети	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита.
8	Генерализации рельефа	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита.
9	Трехмерное моделирование	8	4			
9.1	Модели и структуры трехмерных пространственных данных.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита.

1	2	3	4	5	6	7
9.2	Алгоритмы триангуляции. Мультиквадриковый метод.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита.
9.3	Преобразование векторной полигональной модели поверхности в равномерную модель.	2	–			Выборочный опрос на лекции.
9.4	Графический анализ данных. Создание гистограммы и обмен данными с приложением PowerPoint (Excel).	2	–			Выборочный опрос на лекции.
10	Методы построения горизонталей	2	–			Выборочный опрос на лекции.
11	Прикладные аспекты ГИС	10	10			
11.1	Примеры реализации ГИС.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита.
11.2	Особенности пакета Mapinfo при работе с таблицами. Регистрация изображения в Mapinfo.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита.
11.3	Аналитические возможности Mapinfo.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита.
11.4	ArcGIS 9.x. Базовые свойства трех приложений: ArcCatalog, ArcMap, ArcToolbox.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита.
11.5	Работа с картой и таблицами в ArcGIS.	2	2			Выборочный опрос на лекции. Отчет по ЛР и ее защита.
	Контроль самостоятельной работы студентов по темам 6-11	–	–		3	Коллоквиум
	Контроль самостоятельной работы студентов по темам 1-11	–	–		6	Реферат, презентация, проект на основе ГИС – технологий.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Бугаевский Л.М., Цветков В.Я. Геоинформационные системы: Учебное пособие для вузов. М., 2000. 222 с.
2. ДеМерс М.Н. Географические информационные системы. Основы / Пер. с англ. М.: Дата+, 1999. 491 с.
3. Добрякова В.А. Основы MAPINFO. Методические указания по курсу "Географические информационные системы". - Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 1999. 38 с.
4. Добрякова В.А. Введение в ArcGIS. Учебно-методические указания для студентов ОДО специальностей «География», «Геоэкология», «Природопользование». Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2005. 47 с.
5. Добрякова В.А. Введение в ArcGIS: Учебное пособие. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2006. 160 с.
6. Добрякова В.А., Шевцова О.Н. Основы ArcGIS. Учебно-методические указания для студентов ОДО специальностей «География», «Геоэкология», «Природопользование». Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2005. 76 с.
7. Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С. и др. Основы геоинформатики: в 2 кн. Учебное пособие для студентов вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 832 с.
8. Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С. и др. Геоинформатика: Учеб. Для студ. вузов. М.: Издательский центр «Академия», 2005. 480с.
9. Коновалова Н.В., Капралов Е.Г. Введение в ГИС: Учебное пособие. М, 1997. 160 с.
10. Кошкарев А.В., Каракин В.П. Региональные геоинформационные системы. М.: Наука, 1987. 127с.
11. Лурье И.К. Геоинформатика. Учебные геоинформационные системы: Учебно-методическое пособие М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 114 с.

Перечень дополнительной литературы

1. Картография. М., 1991. (Итоги науки и техники / ВИНТИ.; Т. 14: Геоинформационные системы и картография).
2. Линник В.Г. Построение геоинформационных систем в физической географии М Изд-во Моск. ун-та, 1990. 80 с.
3. Тикунов В.С. Моделирование в картографии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997. 405 с.
4. Трофимов А.М., Панасюк М.В. Геоинформационные системы и проблемы управления окружающей средой. Казань, 1984. 142 с.
5. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. М.: Финансы и статистика, 1998, 231с.
6. <http://www.gks.ru> (сайт ГИС-Ассоциации).
7. <http://www.dataplus.ru> (сайт ООО ДАТА+).
8. Компьютерные программы: MapInfo 8.x, ArcGIS 9.x.

Примерный перечень заданий управляемой самостоятельной работы

1. Применение систем спутниковой навигации для геодезических задач.
2. Принципы точного земледелия.
3. Системы спутниковой навигации в телеуправляемых объектах.
4. Структура сигналов и сообщений СРНС.
5. Структура навигационных систем и навигационных сообщений.
6. Методы вычисления координат НКА на моменты обсервации. Вычисление элементов орбиты по начальным условиям.
7. Методы определения координат по сигналам НКА.
8. Определение и основные составляющие навигационной аппаратуры потребителя.
9. Обобщенная структурная схема аппаратуры потребителя. Структура информационного обмена между элементами АП.
10. Принципы и устройства первичной обработки навигационной информации. Поиск сигналов по задержке и частоте.
11. Фильтрация радионавигационных параметров и дешифрация навигационной информации. Вторичная обработка навигационной информации.
12. Точность навигационных определений в ГНСС. Псевдодалность по коду.
13. Точность навигационных определений в ГНСС. Фаза несущей частоты.
14. Точность навигационных определений в ГНСС. Ионосферная и тропосферная рефракции.
15. Точность навигационных определений в ГНСС. Эффект многолучевости.
16. Ошибки эфемеридного обеспечения. Ошибки частотно-временного обеспечения. Погрешности аппаратуры потребителя.
17. Дифференциальная коррекция и относительные измерения в ГНСС. Принцип дифференциальной коррекции. Параметры корректирующей информации.
18. Транспортные информационно-управляющие системы, использующие сигналы ГНСС.
19. Использование ГНСС в геодезии и для мониторинга деформации земной поверхности.
20. Особенности создания баз данных в географических информационных системах.
21. Проблема оптимизации представления пространственных данных в среде ГИС.
22. Моделирование географических систем.
23. Модели структуры, взаимосвязей и динамики географических объектов.
24. Сложные математико-картографические модели.
25. Современные методы визуализации пространственных данных.
26. Серии компьютерных карт как модели геосистем.

27. Атласные информационные системы.
28. Возможности применения анаморфоз в географических исследованиях.
29. Опыт и перспективы создания мультимедийных географических систем.
30. Перспективы «интеллектуализации» ГИС.
31. Возможности анимации изображений в географии.
32. Интеграция сетевых и ГИС технологий.
33. Структура систем поддержки принятия решений.
34. Полезный и негативный опыт реализации глобальных, международных, национальных, региональных и локальных ГИС- проектов.
35. Перспективы геоинформатики: расширение возможностей, новые технологии, области применения

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Для диагностики компетенций используются следующие формы:

- устная (опросы на лекциях, коллоквиум, устный зачёт, устный экзамен);
- устно-письменная (письменные отчеты по лабораторным работам с их устной защитой);
- письменная (реферат);
- техническая (презентация и проект на основе ГИС – технологий в электронном виде).

Оценивание результатов изучения дисциплины проводится в соответствии с критериями оценки знаний и компетенций студентов, изложенными в письме Министерства образования Республики Беларусь № 21-04-1/105 от 22.12.2003 г. и в соответствии с «Положением о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в Белорусском государственном университете» (приказ ректора БГУ № 382-ОД от 18.08.2015 г.).

Оценка текущего контроля определяется как среднее арифметическое всех оценок по лабораторным работам и КСР. Итоговая оценка по дисциплине определяется как сумма оценки текущего контроля с весовым коэффициентом 0,5 и экзаменационной оценки с весовым коэффициентом 0,5.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название учебной 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)
Основы спутниковой навигации	Кафедра физики и аэрокосмических технологий	нет	Изменения не требуются (Протокол № 12 от 17.05.2016)
Основы телеуправления и навигации	Кафедра физики и аэрокосмических технологий	нет	Изменения не требуются (Протокол № 12 от 17.05.2016)
ГИС технологии	Кафедра физики и аэрокосмических технологий	нет	Изменения не требуются (Протокол № 12 от 17.05.2016)
Математический анализ	Кафедра высшей математики и математической физики	нет	Изменения не требуются (Протокол № 12 от 17.05.2016)
Прикладное программирование	Кафедра системного анализа и компьютерного моделирования	нет	Изменения не требуются (Протокол № 12 от 17.05.2016)

