

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Л. Толстик

Регистрационный № 2816 / уч.



ОСНОВЫ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине
для специальностей:

1-31 04 02 «Радиофизика»

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

2016 г.

Учебная программа разработана на основе образовательных стандартов ОСВО 1-31 04 02-2013 и ОСВО 1-31 04 04-2013 и учебных планов G 31-164/уч., G 31и-189/уч., G 31-171/уч. и G 31и-187/уч.

СОСТАВИТЕЛИ:

Сергей Владимирович Лешкевич – доцент кафедры физики и аэрокосмических технологий Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ

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

Методической комиссией факультета радиофизики и компьютерных технологий
(протокол № 10 от 21 июня 2016 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа дисциплины «Основы спутниковой навигации» разработана в соответствии с требованиями образовательных стандартов для специальностей 1-31 04 02 «Радиофизика» и 1-31 04 04 «Аэрокосмические радиоэлектронные и информационные системы и технологии» и относится к дисциплинам компонента учреждения высшего образования.

Цель преподавания дисциплины – ознакомить студентов с общими основами построения и особенностями применения систем спутниковой навигации.

Задачи дисциплины – изучить принципы построения, техническое и программное обеспечение систем спутниковой навигации, методы их применения в геодезических информационно-управляющих системах на транспорте, в лесном и сельском хозяйстве.

При изучении курса основное внимание уделяется изучению радиотехнических и программных методов и средств местоопределения подвижных и неподвижных объектов и обеспечению их движения по заданным траекториям, выработке у студентов навыков сопряжения ПЭВМ с бортовыми навигационными устройствами. Изучается архитектура навигационных систем и устройство аппаратуры потребителя.

Дисциплина взаимосвязана с дисциплинами «Основы телеуправления и навигации», «ГИС-технологии».

Для успешного усвоения данной учебной дисциплины необходимы знания по дисциплинам «Общая физика», «Программирование», «Математический анализ», «Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Теория вероятностей и математическая статистика» в объеме программы высшей школы.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

– архитектуру, структуру, принципы построения систем спутниковой навигации;

– современный уровень и тенденции развития глобальных навигационных систем;

уметь:

– применять знания о системах спутниковой навигации для решения прикладных задач;

– сопрягать ПЭВМ с бортовыми навигационными устройствами;

владеть радиотехническими и программными методами и средствами местоопределения подвижных и неподвижных объектов и обеспечения их движения по заданным траекториям.

Освоение учебной программы должно обеспечить формирование следующих компетенций:

АК-1 (умение применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач);

- АК-2 (владение системным и сравнительным анализом);
- АК-3 (владение исследовательскими навыками);
- АК-4 (умение работать самостоятельно);
- АК-5 (способность вырабатывать новые идеи);
- АК-6 (владение междисциплинарным подходом при решении проблем);
- АК-7 (навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером);
- ПК-3 (навыки работы с научно-технической информацией с использованием современных информационных технологий);
- ПК-4 (умение проводить математическое моделирование физических процессов, приборов и устройств);
- ПК-15 (умение рассчитывать и анализировать режимы работы приборов и электронных устройств для улучшения их характеристик).

В соответствии с учебным планом на изучение дисциплины на 4-ом курсе в 7-ом семестре отведено всего 100 часов, в том числе 62 аудиторных часа, из них лекции – 22, лабораторные занятия – 36, управляемая самостоятельная работа – 4.

Программа предназначена для студентов очной дневной формы получения образования. Форма текущей аттестации – зачет в 7-ом семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. **Радионавигационные системы (РНС).**
Классификация РНС. Тактико-технические характеристики.
2. **Принципы радионавигационных измерений.**
Угломерный метод. Дальномерный метод. Разностно-дальномерный метод.
3. **История создания и развития спутниковых РНС.**
Навигационные системы первого поколения. ГНСС второго поколения.
4. **Архитектура систем ГЛОНАСС и GPS.**
Подсистема космических аппаратов. Подсистема контроля и управления.
5. **Координатные системы. Шкалы времени ГЛОНАСС и GPS.**
Параметры преобразования между ПЗ-90.2 и WGS-84.
6. **Структура сигналов и сообщений СРНС.**
Структура навигационных сигналов и навигационных сообщений ГЛОНАСС. Структура навигационных сигналов и навигационных сообщений GPS.
7. **Перспективы развития СРНС ГЛОНАСС и GPS.**
Проект «Галилео».
8. **Вычисление координат НКА на моменты обсервации.**
Вычисление элементов орбиты по начальным условиям. Вычисление координат НИСЗ на моменты обсервации по элементам орбиты для невозмущённого движения. Вычисление координат НИСЗ на моменты обсервации по элементам орбиты для возмущённого движения. Методы измерения навигационных параметров. Основные понятия. Методы определения координат по сигналам НКА.
9. **Навигационная аппаратура потребителя.**
Обобщенная структурная схема АП. Структура информационного обмена между элементами АП. Принципы и устройства первичной обработки навигационной информации. Поиск сигналов по задержке и частоте. Фильтрация радионавигационных параметров и дешифрация навигационной информации. Вторичная обработка навигационной информации.
10. **Точность навигационно-временных определений в ГНСС.**
Псевдодальность по коду. Фаза несущей частоты. Ионосферная рефракция. Тропосферная рефракция. Эффект многолучёвости. Ошибки эфемеридного обеспечения. Ошибки частотно-временного обеспечения. Погрешности аппаратуры потребителей. Геометрический фактор.
11. **Дифференциальная коррекция и относительные измерения в ГНСС.**
Принцип дифференциальной коррекции. Параметры корректирующей информации. Прямой и инверсный ДМ. Методы относительных измерений.
12. **Информационные технологии на основе ГНСС.**
Функциональные дополнения ГНСС. Транспортные информационно-управляющие системы, использующие сигналы ГНСС. Вторичные эталоны времени и частоты на основе АП ГНСС. Использование ГНСС в геодезии и для мониторинга деформации земной поверхности. Комплексированные системы навигации.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер темы	Название темы	Количество аудиторных часов			Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Иное		
1	Радионавигационные системы.	2	–		–	Опрос на лекции
2	Принципы радионавигационных измерений.	2	4		–	Отчет по лабораторной работе (ЛР) и его защита
3	История создания и развития спутниковых радионавигационных систем.	1	–		–	Опрос на лекции
4	Архитектура систем ГЛОНАСС и GPS.	2	–		2	Опрос на лекции
5	Координатные системы. Шкалы времени ГЛОНАСС и GPS.	2	4		–	Отчет по ЛР и его защита
6	Структура сигналов и сообщений СРНС.	2	8			Отчет по ЛР и его защита
7	Перспективы развития СРНС ГЛОНАСС и GPS.	1	–		–	Опрос на лекции
8	Вычисление координат НКА на моменты обсервации.	2	4		–	Отчет по ЛР и его защита
9	Навигационная аппаратура потребителя.	2	4		–	Отчет по ЛР и его защита
10	Точность навигационно-временных определений в ГНСС.	2	4		–	Отчет по ЛР и его защита
11	Дифференциальная коррекция и относительные измерения в ГНСС.	2	4		–	Отчет по ЛР и его защита
12	Информационные технологии на основе ГНСС.	2	4		–	Отчет по ЛР и его защита
13	Подготовка реферативной работы по темам 1-12	–	–		2	Реферат

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Grewal M.S., Weill L.R., Andrews A.P. Global positioning systems (GPS), inertial navigation, and integration /Wiley, 2001. – 409 s.
2. www.wikipedia.org.
3. A Beginner's Guide to GNSS in Europe / www.ifatca.org, EVP Europe, 1999. - 14 с.
4. Соловьев Ю. А. Системы спутниковой навигации. – М.: «Эко-трендз» 1997. – 268 с.
5. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. – М.: Горячая линия – телеком, 2005.
6. Lammertsma P. F. Satellite Navigation / Institute of Information and Computing Sciences Utrecht University. – 2005.
7. Сетевые спутниковые навигационные системы / под. Ред. Шебшаевича. – М.: Радио и связь. – 1993.

Дополнительная литература

8. Спиридонов А.А., Саечников В.А. Глобальные навигационные спутников системы второго поколения ГЛОНАСС и GPS. – Минск: БГУ, 2010. – 137 с.

Примерный перечень заданий управляемой самостоятельной работы

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине целесообразно использовать современные информационные технологии. Самостоятельную работу при подготовке к выполнению и сдаче лабораторных работ, подготовке к зачету студентам рекомендуется проводить в компьютерных классах с использованием электронных ресурсов дисциплины (электронный вариант конспекта лекций, электронный вариант лабораторного практикума, дополненный электронными книгами математических пакетов с примерами выполнения заданий).

В соответствии с «Положением о самостоятельной работе студентов ...», утвержденным 6.04.2015 Министром образования Республики Беларусь, аудиторная управляемая самостоятельная работа (УСР) студентов организуется в рамках выполнения лабораторных работ. Формой отчетности по итогам выполнения заданий внеаудиторной УСР является реферат (на бумажном носителе).

Примерный перечень тем реферативных работ

1. Антенны для систем спутниковой навигации.
2. Применение систем спутниковой навигации для геодезических задач.
3. Принципы точного земледелия.
4. Системы спутниковой навигации в телеуправляемых объектах.

5. Методы учета корректирующей информации для уточнения координат пользователя.
6. Угловой и дальномерный методы.
7. Разностно-дальномерный метод.
8. Координатные системы. Шкалы времени ГЛОНАСС и GPS. Параметры преобразования между ПЗ-90.2 и WGS-84.
9. Структура сигналов и сообщений СРНС.
10. Структура навигационных систем и навигационных сообщений.
11. Проект «Галилео».
12. Методы вычисления координат НКА на моменты обсервации. Вычисление элементов орбиты по начальным условиям.
13. Методы определения координат по сигналам НКА.
14. Определение и основные составляющие навигационной аппаратуры потребителя.
15. Обобщенная структурная схема аппаратуры потребителя. Структура информационного обмена между элементами АП.
16. Принципы и устройства первичной обработки навигационной информации. Поиск сигналов по задержке и частоте.
17. Фильтрация радионавигационных параметров и дешифрация навигационной информации. Вторичная обработка навигационной информации.
18. Точность навигационных определений в ГНСС. Псевдодальность по коду.
19. Точность навигационных определений в ГНСС. Фаза несущей частоты.
20. Точность навигационных определений в ГНСС. Ионосферная и тропосферная рефракции.
21. Точность навигационных определений в ГНСС. Эффект многолучевости.
22. Ошибки эфемеридного обеспечения. Ошибки частотно-временного обеспечения. Погрешности аппаратуры потребителя.
23. Дифференциальная коррекция и относительные измерения в ГНСС. Принцип дифференциальной коррекции. Параметры корректирующей информации.
24. Информационные технологии на основе ГНСС. Функциональные дополнения ГНСС.
25. Транспортные информационно-управляющие системы, использующие сигналы ГНСС.
26. Использование ГНСС в геодезии и для мониторинга деформации земной поверхности.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

Для диагностики компетенций используются следующие формы:

- устная (опросы на лекциях, устный зачёт);
- письменная (реферат);

– устно-письменная (письменные отчеты по лабораторным работам с их устной защитой).

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.).

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 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)
Общая физика	Кафедра физики и аэрокосмических технологий	нет	Изменения не требуются (Протокол № 12 от 17.05.2016)
Программирование	Кафедра информатики и компьютерных систем	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)
Аналитическая геометрия и линейная алгебра	Кафедра высшей математики и математической физики	нет	Изменения не требуются (Протокол № 12 от 17.05.2016)
Теория вероятностей и математическая статистика	Кафедра системного анализа и компьютерного моделирования	нет	Изменения не требуются (Протокол № 12 от 17.05.2016)

