

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института ИТУС


В. Г. Рубанов

« 24 » 04 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Системы реального времени

Направление подготовки:
09.03.04 Программная инженерия

профиль подготовки:

Разработка программно-информационных систем

Квалификация (степень)
бакалавр

Форма обучения
очная

Институт информационных технологий и управляющих систем

**Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем**

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия» (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 229 от 12 марта 2015 г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», профиль «Разработка программно-информационных систем».

Составитель: к.т.н., доцент (ученая степень и звание, подпись) (В.М. Поляков) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент (ученая степень и звание, подпись) (В.М. Поляков) (инициалы, фамилия)

« 16 » 04 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
Программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

« 16 » 04 2015 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент (ученая степень и звание, подпись) (В.М. Поляков) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института
Информационных технологий и управляющих систем

« 23 » 04 2015 г., протокол № 3/12

Председатель: доцент (ученая степень и звание, подпись) (Ю.И. Солопов) (инициалы, фамилия)

1. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-3	владение навыками использования различных технологий разработки программного обеспечения	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы построения систем реального времени; - принципы навигационно-временных определений и принципы построения ГНСС. - способы математической обработки и оценки результатов спутниковых измерений. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять методы построения систем реального времени для решения задач спутниковой навигации; - разрабатывать отдельные программные модули и комплексы, функционирующие в реальном времени, для решения задач спутниковой навигации. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками решения задач обработки ГНСС-информации. - технологиями контроля эффективности разработки программного обеспечения для задач обработки ГНСС-информации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1.	Математический анализ
2.	Алгебра и геометрия
3.	Теория вероятностей и математическая статистика
4.	Вычислительная математика
5.	Численные методы
6.	Объектно-ориентированное программирование
7.	Компьютерная графика
8.	Компьютерная математика
9.	Системный анализ и обработка информации

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1.	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	—	—
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	93	93
Курсовой проект	—	—
Курсовая работа	—	—
Расчетно-графическое задание	—	—
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	48	48
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр №6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
1.	Системы реального времени. Определение и основные особенности систем реального времени. Типичные времена реакции на внешние события в управляемых системах реального времени процессах. Основные области применения систем реального времени. Особенности оборудования, на котором они работают.	2			1
2.	Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС). Основные понятия, термины и определения. Области применения. Краткая историческая справка о ГНСС. Цель, задачи и основные характеристики ГНСС. Действующие и перспективные ГНСС. Преимущества и недостатки ГНСС перед другими технологиями координатных определений.	1			1
3.	Архитектура ГНСС.	3			2

	Состав ГНСС – GPS, ГЛОНАСС, Compass/Beidou. Спутниковый сегмент GPS и ГЛОНАСС. Принципы построения, функционирования и решаемые навигационной задачи. Состав установленной на спутнике аппаратуры, атомные стандарты частоты. Сегмент управления и контроля систем GPS и ГЛОНАСС. Структура, принципы построения и решаемые задачи. Общая схема приемных устройств, принципы функционирования и решаемые задачи. Типы и классы точности аппаратуры спутниковой навигации. Антенны приемников сигналов ГНСС.				
4.	Системы координат и времени, применяемые в ГНСС. Характеристика систем координат. Модели движения навигационных космических аппаратов в заданных системах координат. Орбитальная система координат, эфемериды спутников. Мгновенная Земная система координат. Фиксированная на определенную эпоху Земная система координат. Связь систем координат. Принцип формирования систем координат. Системы отсчета времени, применяемые в ГНСС. Наземные и бортовые шкалы времени в ГНСС. Динамическое, атомное и астрономическое время	2		14	18
5.	Навигационно-временные определения и измерения в ГНСС. Односторонний и двухсторонний способы измерения расстояний. Их преимущества и недостатки. Принцип дальномерных измерений, реализованный в ГНСС. Принцип кодовых измерений. Кодовая псевдодальность. Принцип фазовых измерений. Фазовая псевдодальность Неоднозначность фазовых измерений. Уравнение связи измеряемых величин и координат приёмника. Измерение скорости – доплеровское смещение частоты. Связь между текущими навигационными параметрами и навигационно-временными параметрами. Понятие навигационной задачи.	1			1
6.	Принципы обработки измерительной информации ГНСС. Математическая постановка задачи навигационно-временных определений потребителя по результатам измерений текущих навигационных параметров (ТНП). Алгоритм одномоментного определения координат и отклонения ШВ потребителя по результатам обработки ТНП. Алгоритм одномоментного определения составляющих скорости и скорости ухода ШВ потребителя по результатам измерений ТНП. Абсолютный и относительный методы решения навигационной задачи. Дифференциальная навигация. Контрольно-корректирующие станции. Точность позиционирования с использованием систем дифференциальной коррекции. Сетевые технологии. Принципы построения и функционирования сетей референчных станций. Локальные, региональные и широкозонные сети референчных станций. Системы WAAS, EGNOS, СДКМ, GAGAN. Форматы передачи данных, сетевые решения.	4		20	26
7.	Точность навигационно-временных определений в ГНСС. Погрешности эфемерид спутников. Влияние ионосферы. Тропосферная рефракция. Многолучевость. Диаграмма направленности передающей и приёмных антенн. Погрешности приемопередающей аппаратуры. Погрешности координат и шкал времени (ШВ) навигационных спутников. Геометрия спутниковых	2			7

	наблюдений. Понятие геометрического фактора навигационно-временных определений. Математическое выражение геометрического фактора навигационно-временных определений. Потенциальная точность определения координат и отклонения ШВ потребителя. Потенциальная точность определения составляющих скорости и скорости изменения ухода ШВ потребителя.				
8.	Приложения спутниковых технологий координатно-временного обеспечения. Спутниковые технологии точного позиционирования (геодезия, кадастр, мониторинг сооружений и т.д.). Координатное обеспечение геодезических работ с использованием сетей референциальных станций. Метод высокоточного позиционирования (PPP). Транспортные приложения. ГНСС-метеорология. Специальные приложения. Космическая навигация. Служба точного времени. Другие приложения.	2			1
ВСЕГО		17		34	57

4.2 Содержание практических (семинарских) занятий.

(Не предусмотрено).

4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Кол-во часов лабораторных занятий	Кол-во часов СРС
семестр №6				
1.	Системы координат и времени, применяемые в ГНСС	Изучение используемых в ГНСС систем координат и шкал времени	2	4
		Изучение моделей движения навигационных спутников	6	9
		Определение координат навигационных спутников в прямоугольной геоцентрической системе координат на заданный момент времени	6	7
2.	Принципы обработки измерительной информации ГНСС	Решение навигационной задачи с использованием кодовых измерений псевдодальностей	14	18
		Решение задачи относительных координатных определений	6	10
ИТОГО:			34	48

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Системы реального времени	1. Определение системы реального времени. 2. Требования к системам реального времени. 3. Примеры систем реального времени.
2.	Глобальные навигационные спутниковые си-	1. Требования к навигационному обеспечению 2. Типы навигационных систем.

	стемы (ГНСС)	3. Цель, задачи и основные характеристики ГНСС.
3.	Архитектура ГНСС	1. Состав ГНСС 2. Принципы построения и функционирования ГНСС 3. Характеристики сегментов ГНСС 4. Типы и классы точности аппаратуры спутниковой навигации.
4.	Системы координат и времени, применяемые в ГНСС	1. Геоид, эллипсоид. Их различие 2. Референцный и общеземной эллипсоид. 3. Системы отсчёта координат, используемых GPS и ГЛОНАСС. 4. Преобразования систем координат. 5. Время в системах спутникового позиционирования. 6. Элементы кеплеровой орбиты и их назначение. 7. Эфемериды и альманахи, их назначение.
5.	Навигационно-временные определения и измерения в ГНСС	1. Псевдослучайные последовательности, кодовые и фазовые измерения. 2. Принцип кодовых измерений. Кодовая псевдодалность. 3. Принцип фазовых измерений. Фазовая псевдодалность 4. Неоднозначность фазовых измерений.
6.	Принципы обработки измерительной информации ГНСС	1. Геометрическая сущность решения навигационной задачи. 2. Алгоритмы решения навигационной задачи. 3. Принцип дифференциальной навигации. 4. Дифференциальные подсистемы ГНСС и их классификация. 5. Широкозонные системы дифференциальных коррекций 6. Сетевые технологии. Принципы построения и функционирования сетей референцных станций 7. Линейные комбинации измеряемых параметров и их свойства. 8. Навигационные сообщения, их форматы в GPS и ГЛОНАСС
7.	Точность навигационно-временных определений в ГНСС	1. Влияние ионосферы на точность позиционирования. 2. Влияние тропосферы на точность позиционирования. 3. Многолучёвость распространения радиосигналов и её влияние на точность позиционирования. 4. Препятствия на пути распространения радиосигналов систем спутникового позиционирования. Ограничения применения. 5. Геометрический фактор и его составляющие, характеризующие точность положения определяемого пункта. 6. Планирование измерений. 7. Автономный режим позиционирования и его точность. 8. Дифференциальный режим позиционирования и его точность.
8.	Приложения спутниковых технологий координатно-временного обеспечения	1. Применение ГНСС для транспорта (наземного, воздушного и водного) 2. Применение ГНСС для точного позиционирования 3. Применение ГНСС для научных исследований

5.2 Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Учебным планом не предусмотрено.

5.3 Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема ИДЗ	Кол-во часов СРС
семестр №6			
1.	Точность навигационно-временных определений в ГНСС	Изучение влияние геометрического фактора на точность координатных определений	9
ИТОГО:			9

5.4 Перечень контрольных работ.

Учебным планом не предусмотрено.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1 Перечень основной литературы

1. Шемелин В. К., Хазанова О. В. Управление системами и процессами: учебник - 2-е изд. перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 319 с.
2. Терехов А. Н. Технология программирования: учеб. пособие - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 148 с.
3. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования/ Под ред. Перова А.И., Харисова В.Н. Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Радиотехника, 2010, 796 с.
4. Поваляев А.А. Спутниковые радионавигационные системы: время, показания часов, формирование измерений и определение относительных координат. – М.: Радиотехника, 2008, 326 с.
5. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС (Интерфейсный контрольный документ, редакция 5.1). - М.: Координационный научно-информационный центр Российской Федерации, 2008. - 74 с.
6. Interface Specification. IS-GPS-200, Navstar GPS Space Segment/Navigation User Interface, Revision H, 2013

6.2 Перечень дополнительной литературы

1. Гома, Х. UML Проектирование систем реального времени, параллельных и распределительных приложений – М.: ДМК Пресс, 2002. – 698 с.
2. K. Borre, D. M. Akos, N. Bertelsen, P. Rinder, S. H. Jensen, “A Software-Defined GPS and Galileo Receiver. A Single-Frequency Approach”, first edition, Boston: Birkhäuser, November 2006
3. Приложение №10 к Конвенции о международной гражданской авиации. Авиационная электросвязь. Том 1. Радионавигационные средства. – Международная организация гражданской авиации, 2006, 616 с.
4. Серапинас Б.Б., Глобальные системы позиционирования: Учеб. изд. - М.: ИКФ «Каталог», 2002. - 106 с.
5. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Монография. Том 1и 2. Москва. "ФГУП Картгеоцентр", 2006.
6. Генике А.А., Побединский Г.Г., Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. Изд. 2-е, перераб. и доп. -

М.:Картгеоцентр, 2004. - 355 с.:

7. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPSNAVSTAR и ГЛОНАСС. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 272 с.
8. Власов И.Б., Глобальные навигационные спутниковые системы: Учеб, пособие. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 182
9. Бессонов, А. А., Мамаев, В. Я., Спутниковые навигационные системы; ГУАП. - СПб., 2006. - 36 с.
10. A. Leick, GPS satellite surveying, 3rd Edition, John Wiley & Sons, New York, 2004
11. G. Strang, K. Borre, Linear algebra, geodesy, and GPS, Wellesley-Cambridge Press, 1997.
12. M. S. Grewal, . R. Weill, A. P. Andrews, Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration, John Wiley & Sons, 2001

6.3 Перечень интернет ресурсов

1. Вестник ГЛОНАСС - спутниковая навигация, мониторинг. URL: <http://vestnik-glonass.ru/>
2. Информационно-аналитический центр контроля ГЛОНАСС и GPS. URL: <https://www.glonass-iac.ru/>
3. Архив измерительной информации базовых станций, входящих в сеть IGS-
<ftp://garner.ucsd.edu/pub/nav/>
4. IGS – International GNSS Service. URL: <https://igscb.jpl.nasa.gov/>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Компьютерные учебные классы: ГК509, ГК511

Для проведения лабораторных занятий необходим компьютерный зал, в котором имеется следующее программное обеспечение:

Для проведения лабораторных занятий могут использоваться компьютерные классы, оснащённые компьютерами с установленными программными продуктами:

- операционная система Microsoft Windows;
- пакет программ Microsoft Office;
- одной или несколькими средами программирования: FreePascal; Code::Blocks (свободно-распространяемое ПО).
- среда разработки Microsoft Visual Studio.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1 Перечень основной литературы

1. Шемелин В. К., Хазанова О. В. Управление системами и процессами: учебник - 2-е изд. перераб. и доп. - Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 319 с.
2. Терехов А.Н. Технология программирования [Электронный ресурс]: учебное пособие — Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Вузовское образование, 2017. — 152 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67370.html>
3. Липкин, И. А. Спутниковые навигационные системы / И. А. Липкин. - Москва : Вузовская книга, 2001. - 288 с.

6.2 Перечень дополнительной литературы

1. Гома, Х. UML. Проектирование систем реального времени, параллельных и распределенных приложений [Электронный ресурс] — Москва: ДМК Пресс, 2007. — 704 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1232>
2. Приложение №10 к Конвенции о международной гражданской авиации. Авиационная электросвязь. Том 1. Радионавигационные средства. – Международная организация гражданской авиации, 2006, 616 с.
3. Серапинас Б.Б., Глобальные системы позиционирования: Учеб. изд. - М.: ИКФ «Каталог», 2002. - 106 с.
4. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Монография. Том 1и 2. Москва. "ФГУП Картгеоцентр", 2006.
5. Генике А.А., Побединский Г.Г., Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.:Картгеоцентр, 2004. - 355 с.:
6. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPSNAVSTAR и ГЛОНАСС. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 272 с.
7. Власов И.Б., Глобальные навигационные спутниковые системы: Учеб, пособие. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 182
8. Бессонов, А. А., Мамаев, В. Я., Спутниковые навигационные системы; ГУАП. - СПб., 2006. - 36 с.
9. Карлащук В.И. Спутниковая навигация. Методы и средства [Электронный ресурс] — М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009. — 284 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65412.html>
10. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования/ Под ред. Перова А.И., Харисова В.Н. Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Радиотехника, 2010, 796 с.
11. Поваляев А.А. Спутниковые радионавигационные системы: время, показания часов, формирование измерений и определение относительных координат. – М.: Радиотехника, 2008, 326 с.
12. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС (Интерфейсный контрольный документ, редакция 5.1). - М.: Координационный научно-информационный центр Российской Федерации, 2008. - 74 с.

**Рабочая программа и ГРС без изменений утверждена
на 2016 / 2017 учебный год**

Протокол № 10 заседания кафедры от « 9 » 06 2016 г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись, Ф.И.О.)

Директор института _____
(подпись, Ф.И.О.)

**Рабочая программа и ГРС без изменений утверждена
на 2017 / 2018 учебный год**

Протокол № 11 заседания кафедры от « 22 » 05 2017 г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись, Ф.И.О.)

Директор института _____
(подпись, Ф.И.О.)

**Рабочая программа и ГРС с изменениями,
дополнениями утверждена на 2018 / 2019 учебный год**

Протокол № 10 заседания кафедры от « 21 » 05 2018 г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись, Ф.И.О.)

Директор института _____
(подпись, Ф.И.О.)

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений
Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный
год.

Протокол № 10 заседания кафедры от «18» мая 2019 г.

Заведующий кафедрой _____ В.М. Поляков
подпись, ФИО

Директор института _____ А.В. Белоусов

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ³

Рабочая программа утверждена на 2020 /2021 учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями⁴

Протокол № 8 заседания кафедры от «21» 04 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ (Поляков В.М.)
подпись, ФИО

Директор института _____ (Белоусов А.В.)
подпись, ФИО

³ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

⁴ Нужно подчеркнуть

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2021/2022 учебный год
без изменений²

Протокол № 8 заседания кафедры от « 15 » мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____

подпись, ФИО

Полков В.М.

Директор института _____

подпись, ФИО

Белоусов А.В.

¹ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

² Нужно подчеркнуть