

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института магистратуры

И.В. Ярмоленко
« 20 » мая 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института ЭИТУС

А.В. Белоусов
« 20 » мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Программирование систем реального времени

Направление подготовки:
09.04.04 Программная инженерия

Направленность программы (профиль, специализация):

Разработка программно-информационных систем

Квалификация (степень)
магистр

Форма обучения
очная

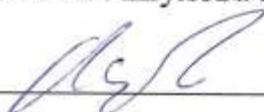
Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники
и автоматизированных систем

Белгород – 2021

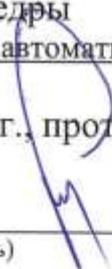
Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» (уровень магистратуры), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 932 от 19 сентября 2017 г.
- Учебного плана по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия», профиль «Разработка программно-информационных систем», утверждённого учёным советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 2021 году.

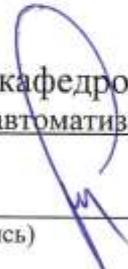
Составитель: старший преподаватель  (А.М. Лукьянов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

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

« 14 » _____ мая _____ 2021 г., протокол № _____ 8

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

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

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

« 14 » _____ мая _____ 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института
Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

« 20 » _____ мая _____ 2021 г., протокол № _____ 9

Председатель: к.т.н., доцент  (А.Н. Семернин)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен разрабатывать программное обеспечение для цифровой обработки сигналов, анализа и распознавания информации различного рода, в том числе в режиме реального времени	ПК-2.1 Понимает методы цифровой обработки сигналов и распознавания информации, в том числе в режиме реального времени	Знания
		ПК-2.2 Разрабатывает программное обеспечение для цифровой обработки сигналов, распознавания и обработки данных	Умения
		ПК-2.3 Использует открытые программные библиотеки для спектрального анализа, распознавания и обработки информации различного рода: текстовой, графической, звуковой и др.	Навыки

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2 Способен разрабатывать программное обеспечение для цифровой обработки сигналов, анализа и распознавания информации различного рода, в том числе в режиме реального времени.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами, практиками:

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Цифровая обработка сигналов
2.	Программирование систем реального времени
3.	Учебная технологическая (проектно-технологическая) практика
4.	Производственная научно-исследовательская работа
5.	Производственная преддипломная практика
6.	Государственная итоговая аттестация

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 3 зач. единицы.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоёмкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	55	55
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	–	–
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	125	125
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	–	–
Расчётно-графическое задание	–	–
Индивидуальное домашнее задание	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	89	89
Форма промежуточной аттестации	36 экзамен	36 экзамен

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	Системы реального времени. Определение и основные особенности систем реального времени. Типичные времена реакции на внешние события в управляемых системами реального времени процессах. Основные области применения систем реального времени. Особенности оборудования, на котором они работают.	2	–	–	2
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	–	–	13
3.	Архитектура ГНСС. 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.	3	–	–	14
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	15
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	1	–	14	17

	<p>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.</p>				
6.	<p>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 навигации. 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.</p>	4	–	6	11
7.	<p>Точность навигационно-временных определений в ГНСС. Погрешности эфемерид спутников. Влияние ионосферы. Тропосферная рефракция. Многолучевость. Диаграмма направленности передающей и приёмных антенн. Погрешности приемо-передающей аппаратуры. Погрешности координат и шкал времени (ШВ) навигационных спутников. Геометрия спутниковых 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.</p>	2	–	–	10
8.	<p>Приложения спутниковых технологий координатно-временного обеспечения. Спутниковые технологии точного позиционирования (геодезия, кадастр, мониторинг сооружений и т.д.). Координатное обеспечение геодезических работ с использованием сетей референчных станций. Метод высокоточного позиционирования (PPP). Транспортные приложения. ГНСС-метеорология. Специальные приложения. Космическая навигация. Служба точного времени. Другие приложения.</p>	2	–	–	7
	ВСЕГО	17		34	89

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Практические (семинарские) занятия учебным планом не предусмотрены.

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов лабораторных занятий	К-во часов СРС
Семестр №2				
1.	Системы координат и времени, применяемые в ГНСС	Определение координат навигационных спутников в прямоугольной геоцентрической системе координат на заданный момент времени	14	15
2.	Навигационно-временные определения и измерения в ГНСС.	Решение навигационной задачи с использованием кодовых измерений псевдодальностей	14	16
3.	Принципы обработки измерительной информации ГНСС	Решение задачи относительных координатных определений	6	6
ИТОГО:			34	37

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-2 Способен разрабатывать программное обеспечение для цифровой обработки сигналов, анализа и распознавания информации различного рода, в том числе в режиме реального времени.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Понимает методы цифровой обработки сигналов и распознавания информации, в том числе в режиме реального времени	Собеседование, защита лабораторной работы, экзамен
ПК-2.2 Разрабатывает программное обеспечение для цифровой обработки сигналов, распознавания и обработки данных	Собеседование, защита лабораторной работы, экзамен
ПК-2.3 Использует открытые программные библиотеки для спектрального анализа, распознавания и обработки информации различного рода: текстовой, графической, звуковой и др.	Собеседование, защита лабораторной работы, экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1. Системы реального времени	1. Определение и основные особенности систем реального времени. 2. Требования к системам реального времени. 3. Типичные времена реакции на внешние события в управляемых системах реального времени процессах. 4. Основные области применения систем реального времени.
2. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС)	5. ГНСС. Основные понятия, термины и определения. Области применения. 6. Цель, задачи и основные характеристики ГНСС. 7. Преимущества и недостатки ГНСС по сравнению с другими технологиями координатных определений.
3. Архитектура ГНСС	8. Состав ГНСС. 9. Спутниковый сегмент GPS и ГЛОНАСС. 10. Принципы построения и функционирования ГНСС. 11. Сегменты управления и контроля систем GPS и ГЛОНАСС. 12. Типы и классы точности аппаратуры спутниковой навигации.
4. Системы координат и времени, применяемые в ГНСС	13. Характеристика систем координат, применяемых в ГНСС. Связь между ними. 14. Модели движения навигационных космических аппаратов 15. Связь между собой систем координат, применяемых в ГНСС. 16. Системы отсчета времени, применяемые в ГНСС. Наземные и бортовые шкалы времени.
5. Навигационно-временные определения и	17. Односторонний и двухсторонний способы измерения расстояний. Их преимущества и недостатки.

Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
измерения в ГНСС	18. Принцип дальномерных измерений, реализованный в ГНСС. 19. Принцип кодовых измерений. Кодовая псевдодальность. 20. Принцип фазовых измерений. Фазовая псевдодальность. Особенности работы с фазой. 21. Псевдодальность. Её физический смысл. 22. Псевдоскорость. Её физический смысл. 23. Понятие навигационной задачи.
6. Принципы обработки измерительной информации ГНСС	24. Математическая постановка задачи координатно-временных определений по результатам измерений текущих навигационных параметров. 25. Алгоритм одномоментного определения координат и отклонения ШВ потребителя по результатам обработки текущих навигационных параметров. 26. Алгоритм одномоментного определения составляющих скорости и скорости ухода ШВ потребителя по результатам измерений текущих навигационных параметров. 27. Абсолютный и относительный методы решения навигационной задачи. 28. Абсолютное определение координат по информации ГНСС. 29. Относительное определение координат по информации ГНСС. 30. Дифференциальная навигация. Контрольно-корректирующие станции. 31. Линейные комбинации измерений 32. Влияние ионосферы на точность координатных определений. Модели ионосферы. 33. Влияние тропосферы на точность координатных определений. Модели тропосферы. 34. Сетевые технологии. Принципы построения и функционирования сетей референцных станций. 35. Локальные, региональные и широкозонные сети референцных станций.
7. Точность навигационно-временных определений в ГНСС	36. Источники погрешностей измерений. Их характеристика. 37. Понятие геометрического фактора. Алгоритм вычисления. 38. Ожидаемая точность определения координат и отклонения шкалы времени потребителя. 39. Точность позиционирования с использованием систем дифференциальной коррекции. 40. Зависимость точности координатных определений в дифференциальном режиме от расстояния до базовой станции 41. Ожидаемая точность определения составляющих скорости и скорости изменения ухода шкалы времени потребителя.
8. Приложения спутниковых технологий координатно-временного обеспечения	42. Области применения технологий координатно-временного обеспечения.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Курсовой проект и курсовая работа учебным планом не предусмотрены.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме обсуждения изученного материала и ответов на вопросы по темам, защиты лабораторных работ.

В методических указаниях к выполнению лабораторных работ по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, представлен перечень контрольных вопросов.

Примерный перечень контрольных вопросов по темам приведен в таблице:

№ 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 системы (ГНСС)	1. Требования к навигационному обеспечению 2. Типы навигационных систем. 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 альманах, 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,

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p>характеризующие точность положения определяемого пункта.</p> <p>6. Планирование измерений.</p> <p>7. Автономный режим позиционирования и его точность.</p> <p>8. Дифференциальный режим позиционирования и его точность.</p>
8.	Приложения спутниковых технологий координатно-временного обеспечения	<p>1. Применение ГНСС для транспорта (наземного, воздушного и водного)</p> <p>2. Применение ГНСС для точного позиционирования</p> <p>3. Применение ГНСС для научных исследований</p>

Защита лабораторных работ проводится в форме устного опроса студента и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы; для защиты необходимо представить отчет по лабораторной работе, выполненный самостоятельно и в соответствии со всеми требованиями, приведёнными в методических указаниях к выполнению лабораторных работ. Примерные перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблице:

Лабораторная работа № 1 Определение текущих значений параметров движения навигационных спутников	<p>1. Системы координат, применяющиеся в спутниковых радионавигационных системах.</p> <p>2. Прямоугольная и экваториальная системы координатами.</p> <p>3. Модели движения навигационных спутников NavStar и ГЛОНАСС.</p> <p>4. Подвижная и неподвижная системы координат.</p> <p>5. Определение системы координат WGS 84 (центр, направления осей, параметры эллипсоида, в каких спутниковых радионавигационных системах является опорной).</p> <p>6. Определение системы координат ПЗ 90 (цент, направления осей, параметры эллипсоида, в каких спутниковых радионавигационных системах является опорной).</p> <p>7. Время: Гринвичское, местное, солнечное, звёздное.</p>
Лабораторная работа № 2 Определение навигационных параметров в режиме абсолютных определений	<p>1. Входные данные, необходимые для решения навигационной задачи.</p> <p>2. Минимальное количество навигационных спутников одной группировки, необходимое для решения навигационной задачи.</p> <p>3. Минимальное количество навигационных спутников нескольких группировок, необходимое для решения навигационной задачи.</p> <p>4. Понятие псевдодальности и принцип её измерения.</p> <p>5. Погрешность измерения псевдодальности, основные факторы.</p> <p>6. Понятие геометрического фактор и алгоритм его вычисления.</p> <p>7. Метод решения навигационной задачи и требования к начальным условиям.</p>
Лабораторная работа № 3. Определение навигационных параметров в дифференциальном режиме	<p>1. Понятие дифференциального режима навигации.</p> <p>2. Погрешности измерений, компенсируемые, некомпенсируемые и частично компенсируемые при реализации дифференциального режима.</p> <p>3. Зависимость погрешностей координатных определений от расстояния между пользовательским приёмником навигационных сигналов и базовой станцией.</p> <p>4. Подсистемы дифференциальной навигации (локальные, региональные, широкозонные).</p>

Критерии оценки лабораторной работы: лабораторная работа считается защищённой, если студент выполнил задание к работе полностью и во время устного опроса по работе правильно ответил на заданные преподавателем дополнительные вопросы.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знание	Знание понятий и характеристик систем реального времени, областей применения.
	Знание принципов построения и функционирования систем реального времени на примере ГНСС
	Знание источников погрешностей навигационно-временных определений и способов уменьшения их влияния
	Знание методик обработки и анализа информации ГНСС
	Знание состава, структур и форматов навигационных сообщений
	Знание форматов данных, предоставляемых различными подсистемами ГНСС в реальном масштабе времени и послесекансном режиме
Умение	Умение формализовать задачу обработки информации и управления объектами
	Умение оценивать ожидаемую и фактическую точность получаемых решений
	Умение применять полученные знания и навыки на практике при решении различных задач навигации
	Умение формализовать задачу обработки информации и реализовывать её в виде программных модулей
	Умение разрабатывать архитектуру программного обеспечения обработки навигационных данных
Навыки	Имеет навыки разработки алгоритмов обработки навигационных данных в абсолютном и дифференциальном режиме, а также контроля качества полученных решений
	Имеет навыки получения данных, используемых для обработки навигационной информации
	Имеет навыки разработки программных компонентов для работы с информацией приёмников сигналов ГНСС и их функциональных дополнений

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания приведена в таблице.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание понятий и характеристик систем реального времени, областей применения.	Не знает понятий и характеристик систем реального времени, областей применения	Знает понятий и характеристик систем реального времени	Знает понятия и характеристики систем реального времени, области их применения.	Знает понятия и характеристики систем реального времени, может, опираясь на них, предлагать сферы их возможного применения.
Знание принципов построения и функционирования систем реального времени на примере ГНСС	Не знает базовых принципов построения и функционирования систем реального времени	Имеет общее представление о назначении и базовых принципах функционирования систем реального времени на примере ГНСС	Знает назначение и базовые принципы функционирования систем реального времени на примере ГНСС	Знает назначение и принципы построения и функционирования систем реального времени на примере ГНСС
Знание источников погрешностей навигационно-временных определений и способов уменьшения их влияния	Не знает источников погрешностей навигационно-временных определений и способов уменьшения их влияния	Может перечислить основные источники погрешностей измерений навигационных параметров и степень их влияния	Знает основные источники погрешностей навигационно-временных определений и способы уменьшения их влияния	Знает источники погрешностей навигационно-временных определений и алгоритмы, используемые для уменьшения их влияния
Знание методик обработки и анализа информации ГНСС	Не знает методик обработки и анализа информации ГНСС	Может перечислить методики, используемые для обработки информации ГНСС	Знает основные методики обработки информации ГНСС и условия их применения	Знает методики обработки и анализа информации ГНСС и факторы, ограничивающие их применение
Знание состава, структур и форматов навигационных сообщений	Не знает состава, структур и форматов навигационных сообщений	Может перечислить основные навигационные сообщения, состав, представленных в них данных	Знает основные навигационные сообщения, их состав, структуру, форматы и ресурсы, их предоставляющие	Знает навигационные сообщения, их состав и структуру, форматы и ресурсы, их предоставляющие
Знание форматов данных, предоставляемых различными подсистемами ГНСС в реальном масштабе времени и послесекундном режиме	Не знает форматов данных, предоставляемых различными подсистемами ГНСС	Может перечислить форматы данных, предоставляемых подсистемами ГНСС, и перечислить сами подсистемы	Знает подсистемы ГНСС, предоставляющие исходные данные для повышения точности обработки информации, соответствующие форматы данных	Знает подсистемы ГНСС, предоставляющие исходные данные для повышения точности обработки информации, соответствующие форматы данных и особенности получения доступа к ним

Оценка сформированности компетенций по показателю Умение.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение формализовать и решать задачу обработки информации и управления объектами	Не умеет формализовать задачи обработки информации и управления объектами	Умеет решать формализованную задачу обработки информации	Умеет формально представлять и решать задачу обработки информации и управления объектами	Умеет формализовать задачу обработки информации и управления объектами с учётом специфики условий функционирования системы и решать её
Умение оценивать ожидаемую и фактическую точность получаемых решений	Не умеет оценивать ожидаемую и фактическую точность получаемых решений	Умеет осуществлять априорную оценку точности и проводить планирование измерений	Умеет оценивать априорную точность получаемых решений с учётом ковариационной матрицы погрешностей измерений	Умеет оценивать априорную точность получаемых решений с учётом ковариационной матрицы погрешностей измерений и планировать эксперименты по оценке фактической точности измерений
Умение применять полученные знания и навыки на практике при решении различных задач навигации	Не умеет применять полученные знания и навыки на практике при решении различных задач навигации	Умеет решить навигационную задачу в условиях поступления данных, представленных в одном из форматов	Умеет поставить и решить навигационную задачу в условиях поступления данных, представленных в различных форматах	Умеет поставить и решить навигационную задачу и предложить подходы к обработке информации, обеспечивающие выполнение требований по точности и надёжности результатов
Умение формализовать задачу обработки информации и реализовывать её в виде программных модулей	Не умеет формализовать задачи обработки информации и реализовывать их в виде программных модулей	Умеет реализовать компоненты задачи обработки информации в виде программного модуля	Умеет формализовать задачу обработки информации и реализовать её в виде программных модулей	Умеет формализовать задачу обработки информации и реализовать её в виде программных модулей с включением в программу функций анализа информации

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение разрабатывать архитектуру программного обеспечения обработки навигационных данных	Не умеет разрабатывать архитектуру программного обеспечения	Умеет разрабатывать архитектуру программного обеспечения в соответствии с детально расписанным алгоритмом	Умеет разрабатывать архитектуру программного обеспечения обработки навигационных данных в случае поступления данных в одном потоке	Умеет разрабатывать архитектуру программного обеспечения обработки навигационных данных в случае многопоточного поступления данных

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Имеет навыки разработки алгоритмов обработки навигационных данных в абсолютном и дифференциальном режиме	Не имеет навыков разработки алгоритмов обработки навигационных данных	Имеет навыки разработки алгоритмов обработки навигационных данных в абсолютном режиме	Имеет навыки разработки алгоритмов обработки навигационных данных в абсолютном и дифференциальном режиме	Имеет навыки разработки алгоритмов обработки навигационных данных в абсолютном, дифференциальном режиме и при использовании информации функциональных дополнений
Имеет навыки получения данных, используемых для обработки навигационной информации	Не имеет навыков получения данных, используемых для обработки навигационной информации	Имеет навыки получения данных для обработки навигационной информации в абсолютном режиме	Имеет навыки получения данных для обработки навигационной информации и абсолютном и дифференциальном режиме	Имеет навыки получения данных для обработки навигационной измерительной информации, в том числе, представленных в распределенных базах данных Интернет
Имеет навыки разработки программных компонентов для работы с информацией приёмников сигналов ГНСС	Не имеет навыков разработки программных компонентов для работы с информацией приёмников сигналов ГНСС	Имеет навыки разработки отдельных программных компонентов для работы с информацией приёмников сигналов ГНСС	Имеет навыки разработки программных компонентов и комплексов для работы с информацией приёмников сигналов ГНСС	Имеет навыки разработки программных компонентов и комплексов для работы с информацией приёмников сигналов ГНСС, в том числе, с привлечением информации функциональных дополнений ГНСС

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доски
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD.
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО
6	Интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio	Подписка Microsoft Imagine Premium id: 6f22ecb4-6882-420b-a39b-afba0ace820c.

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Шемелин В. К., Хазанова О. В. Управление системами и процессами : учебник - 2-е изд. перераб. и доп. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. 320 с. (Доступ: БГТУ им. В.Г. Шухова: экземпляров – 15).
2. Гриценко Ю.Б., Системы реального времени: учеб. пособие, Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2017, 253 с (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/72060.html>)
3. Терехов А. Н. Технология программирования : учеб. пособие - М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Вузовское образование, 2017. 152 с., (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/67370.html>)
4. Карлащук В.И., Спутниковая навигация. Методы и средства: учеб. пособие -

М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009, 284 с (Доступ: <http://www.iprbookshop.ru/65412.html>).

5. Яценков В.С. Основы спутниковой навигации. Системы GPSNAVSTAR и ГЛОНАСС. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 272 с. (Доступ: БГТУ им. В.Г. Шухова: экземпляров – 1)
6. Одуан К., Гино Б. Измерение времени. Основы GPS : пер. с англ. – М.: Техносфера, 2002. - 399 с. (Доступ: БГТУ им. В.Г. Шухова: экземпляров – 10)
7. Элементы решения задачи позиционирования [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам «Интеллектуальные системы реального времени» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника и «Программирование систем реального времени» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.04.04 – Программная инженерия (Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017).
8. Гома, Х. UML Проектирование систем реального времени, параллельных и распределительных приложений – М.: ДМК Пресс, 2002. – 698 с. (Доступ: БГТУ им. В.Г. Шухова:Экземпляров – 1)
9. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС (Интерфейсный контрольный документ, редакция 5.1). - М.: Координационный научно-информационный центр Российской федерации, 2008. - 74 с. (Доступ: http://russianspacesystems.ru/wp-content/uploads/2016/08/ICD_GLONASS_rus_v5.1.pdf)
10. Interface Specification. IS-GPS-200, Navstar GPS Space Segment/Navigation User Interface, Revision H, 2013 (Доступ: <https://www.gps.gov/technical/icwg/IS-GPS-200H.pdf>)
11. Приложение №10 к Конвенции о международной гражданской авиации. Авиационная электросвязь. Том 1. Радионавигационные средства. – Международная организация гражданской авиации, 2006, 616 с. (Доступ: http://airspot.ru/book/file/583/an10_v1_cons_ru.pdf)
12. Антонович К.М.. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Монография. Том 1и 2. Москва. "ФГУП Картгеоцентр", 2006. (Доступ: <http://www.geokniga.org/books/5138>, <http://www.geokniga.org/books/5139>)
13. Генике А.А., Побединский Г.Г., Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. Изд. 2-е, перераб. идоп. - М.:Картгеоцентр, 2004. - 355 с. (Доступ: <http://www.geokniga.org/books/5119>)

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

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://igs.cb.jpl.nasa.gov/>

5. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>
6. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
7. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2022/2023 учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 2022 г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО