

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 24

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

ДОН. К. Т. Н.

(должность, уч. степень, звание)

Е.В. Силяков

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«10» 02 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Интегрированные системы навигации»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.05.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиоэлектронные системы и комплексы
Наименование направленности/ специализации	Радиоэлектронные системы передачи информации
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 20 10

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Профессор, д.т.н., доцент

(должность, уч. степень, звание)

 10.02.26

(подпись, дата)

С.А.Якушенко

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 24

« 10 » февраля 2026 г, протокол № 2/26

Заведующий кафедрой № 24

к.т.н., доц.

(уч. степень, звание)

 10.01.26

(подпись, дата)

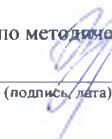
О.В. Тихоненкова

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

 10.01.26

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Интегрированные системы навигации» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» направленности/специализации «Радиоэлектронные системы передачи информации». Дисциплина реализуется кафедрой «№24».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен определять цели и выполнять постановку задач проектирования»

ПК-2 «Способен знать технологию и разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ»

ПК-4 «Способен разрабатывать радиоэлектронные устройства на современной элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, определяющих принципы построения интегрированных систем навигации, связи и управления, глобальных спутниковых радионавигационных систем, интегрированных спутниково-навигационных систем, локальных радионавигационных систем и систем позиционирования в сетях связи с подвижными объектами, а также функционирование систем, комплексов и средств навигации, поиск обнаружение и сопровождение сигналов.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, а также самостоятельная работа, коллоквиумы и консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена (9 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение студентами принципов построения глобальных спутниковых навигационных систем, инерциальной навигации и интегрированных систем навигации, связи и управления и их элементов, а также функциональные дополнения систем навигации. В области воспитания личности целью подготовки по данной дисциплине является формирование социально-личностных и общекультурных компетенций, таких качеств, как целеустремленность, организованность, трудолюбие и ответственность.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен определять цели и выполнять постановку задач проектирования	ПК-1.В.1 владеть навыками разработки технического задания и этапами проектирования
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен знать технологию и разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	ПК-2.У.1 уметь проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен разрабатывать радиоэлектронные устройства на современной элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ	ПК-4.3.1 знать принципы построения и функционирования приемной и передающей аппаратуры, аппаратно-программные средства цифровой обработки сигналов, основные принципы радиолокации и радионавигации, средства связи

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин: теоретические основы навигации, радиотехнические цепи и сигналы, основы теории связи, устройства формирования и генерирования сигналов, устройств приема и обработки сигналов.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин: производственная преддипломная практика, используются при написании выпускной квалификационной работы.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№9
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины , 3Е/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	34	34
Аудиторные занятия , всего час.	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа , всего (час)	40	40
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, эк-замен (Зачет, Дифф. зач, Экз.)	Экз.,	Экз.,

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лек (час)	ПЗ (час)	ЛР (час)	СРС (час)
Раздел 1. Теория позиционирования в радионавигационных системах (РНС). Тема 1.1. Общая характеристика, структура и состав РНС. Тема 1.2. Методы определения местоположения (ОМП) и требования к точности определения координат. Тема 1.3. Принципы функционирования РНС и ее элементов.	6			4
Раздел 2. Основы построения и функционирования интегрированных систем навигации, связи и управления (ИСНСУ). Тема 2.1. Принципы построения и функционирования РНС и устройств. Тема 2.2. Системы дальней навигации (СДН). Импульсно-фазовые РНС. Тема 2.3. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС). Тема 2.4. Позиционирования в сетях связи с подвижными объектами (ПО). Тема 2.5. Инерциальные системы навигации подвижных объектов. Тема 2.6. Интегрированные системы навигации. Тема 2.7. Локальные радионавигационные системы Тема 2.8. Навигационная аппаратура пользователя (НАП).	20		14	18
Раздел 3. Интегрированные системы навигации, связи и управления их применение и оценка их эффективности на транспорте. Тема 3.1. Функциональные дополнения систем навигации. Дифференциальные подсистемы (ДПС). Тема 3.2. Применение ГНСС. Системы мониторинга и диспетчеризации (СМД) транспорта. Тема 3.1 Оценка эффективности применения РНС на воздушном и наземном транспорте.	8		20	18
Итого в семестре:	34		34	40
Итого	34		34	40

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

№ разд	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Теория позиционирования в радионавигационных системах. Основы навигации. Задачи решаемые с использованием навигации. Общая характеристика, структура и состав РНС. Методы ОМП и требования к точности определения координат. Метод радиозасечек. Принципы функционирования РНС и ее элементов. Основные технические характеристики РНС и требования к ним. Энергетические характеристики радионавигационных линий. Вероятностно-временные показатели качества радионавигационных сигналов.
2	Основы построения и функционирования ИСНСУ. Системы дальней навигации. Импульсно-фазовые РНС. Структура, состав и функционирование системы. Сигналы и импульсно-фазовый метод измерения навигационных параметров. Дальномерный метод ОМП и оценка погрешности. Фазовая многозначность и ее разрешение. Технические характеристики РНС. Общая характеристика ГНСС и ее состав. Принцип функционирования системы и технические характеристики. Радионавигационные сигналы с навигационными сообщениями ГНСС их содержание. Широкополосные сигналы (ШПС) в радионавигации и их свойства. Псевдодальномерный метод ОМП. Перспективы развития ГНСС. Инерциальные системы навигации (ИСН). Элементы инерциальной навигации и их характеристики. Повышение надежности позиционирования. Локальная и индивидуальная навигация. Местоположение внутри помещений. Определение времени. Телекоммуникационное обеспечение (ТКО). Позиционирования в сетях связи с ПО. Технологии реализации позиционирования в сотовых системах связи. Методы позиционирования и оценка погрешности ОМП. Технология A-GPS. Системы позиционирования в спутниковой связи. Навигационная аппаратура пользователя (НАП). Принципы построения навигационных приемников. Алгоритмы первичной и вторичной обработки информации. Поиск (обнаружение) и синхронизация радионавигационного сигнала в НАП. Способ измерения задержки сигнала и определения дальности. Способ измерения частотного сдвига сигнала и определение скорости перемещения ПО. Принципы построения и функционирования ИСНСУ. Способы интегрирования систем и комплексирования устройств. Комплексирования автономных навигационных сигналов в НАП по первичным и вторичным трактам обработки информации. Устройства комплексирования сигналов и их характеристики (фильтр Калмана)
3	Применение ИСНСУ и оценка их эффективности на транспорте. Применение ГНСС в наземном, морском и речном транспорте в авиации и космос, в горном деле, сельском хозяйстве, строительстве и контроле сооружений. Управление машинами, робототехника, относительная навигация. Системы мониторинга и диспетчеризации транспорта. Функциональные дополнения систем навигации. Дифференциальные подсистемы (ДПС) и их применение. Региональные и широкозональные ДПС. Помехоустойчивость (ПМУ) навигационных приемников и ее показатели. Методы повышения ПМУ. Оценка эффективности применения радионавигационных систем на воздушном и наземном транспорте. Расчет уровня средней мощности на входе приемника НАП и зон обслуживания РНС. Расчет помехозащищенности приемника НАП. Оценка показателей точности ОМП. Расчет погрешности преобразования радионавигационных сигналов и оценка эффективности применения РНС.

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раз-дела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоем-кость, (час)	Из них практич. подготовки, (час)	№ разд.
Семестр 7				
1.	Исследование преобразования аналогового сигнала в цифровой в навигационных приемниках	2	2	2
2.	Исследование помехоустойчивости корреляционного приемника навигационной аппаратуре.	4	2	2
3.	Исследование параметров частотного ухода частоты (Доплера) в радионавигационных системах.	2	2	2
4.	Исследование параметров фазовой модуляции в РНС	2	2	2
5.	Исследование параметров демодуляции в радионавигационных системах.	4	2	2
6.	Исследование помехоустойчивости системы синхронизации радиосигналов с фазовой подстройкой частоты.	6	2	3
7.	Исследование и оценка помехозащищенности корреляционного приемника аппаратуры спутниковой навигации	6	6	3
8.	Исследование эффективности применения ГНСС в авиации, наземном, морском и речном транспорте	8	8	3
Всего		34		

4.5. Выполнение курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 9, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	12	12
Курсовое проектирование (КП, КР)	-	-
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	18	18
Домашнее задание (ДЗ)	8	8
Контрольные работы заочников (КРЗ)	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	2	2
Всего:	40	40

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. разделов 6-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/URL адрес	Библиографическая ссылка	Кол. экз. в библиотеке (кроме эл. экз.)
621.396.96 (075)-С66	Ю.Г. Сосулин Теоретические основы радиолокации и радионавигации. – М.: Радио и связь, 1992. – 304 с.	55
621.396- Р 15	Радиотехнические системы: учебник/ Ю. М. Казаринов [и др.]; ред. Ю. М. Казаринов. - М.: Академия, 2008. - 589 с.	110
621.396.96 (075)-С12	ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования. Под ред. А.И.Перова, В.Н. Харисова. Изд.3-е, перераб. – М.: Радиотехника, 2011, 688 с., ил.	20
https://e.lanbook.com/book/10881 .	Денисов, В.П. Радиолокационные системы [: учеб.-метод. пособие – Электрон. дан. – Москва : ТУСУР, 2012. – 21 с. Электронный ресурс]	
URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=239260	Технологии определения местоположения в GSM и UMTS / Ю.А. Громаков, А.В. Северин, В.А. Шевцов: Учеб. пособие. - М.: Эко-Трендз, 2005.- 144с.: ил. ; [Электронный ресурс]. -	
	Теоретические основы навигации. Якушенко С.А., Тихоненкова О.В., Крячко А.Ф.- СПб: ГУАП, 2026. – 142 с.	
	Интегрированные системы навигации. Якушенко С.А. Тихоненкова О.В.- СПб: ГУАП, 2026. – 142 с.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов
информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://www.intuit.ru/ .	Национальный открытый университет «ИНТУИТ»
https://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система «Лань»
http://www.edu.ru/ .	Федеральный портал. Российское образование
http://www.rsl.ru/ .	Российская Государственная Библиотека (Информационно-поисковая система РГБ), Москва
http://www.nlr.ru/	Российская национальная библиотека (РНБ), Санкт-Петербург
http://www.study.urfu.ru/Aid/ViewMeta/7219	Радиоэлектронные системы дистанционного мониторинга [Электронный ресурс]. УМК № 12082. – 2007. – Режим доступа:

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория с установленным на компьютеры программного обеспечения «MultiSim»	14-53

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты*; Задачи; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий **.
«хорошо» «зачтено»	Обучающийся: – твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий **.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий **.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий **.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.
Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Основы навигации. Общая характеристика, структура и состав РНС.	ПК-1.В.1
2.	Задачи решаемые с использованием навигации.	
3.	Области применения интегрированных систем навигации и их эффективность.	
4.	Методы ОМП и требования к точности определения координат.	
5.	Принципы функционирования РНС и ее элементов.	

6.	Общая характеристика, структура, состав и задачи РНС.	
7.	Основные технические характеристики РНС и требования к ним.	
8.	Энергетические характеристики радионавигационных линий.	
9.	Вероятностно-временные показатели качества радионавигационных сигналов.	
10.	Системы дальней навигации. Импульсно-фазовые РНС.	ПК-2.У.1
11.	Сигналы и импульсно-фазовый метод измерения навигационных параметров.	
12.	Фазовая многозначность и ее разрешение.	
12.	Глобальные навигационные спутниковые системы ГЛОНАСС и GPS.	
13.	Псевдодальномерный метод ОМП. Навигационное уравнение.	
14.	Частотный план и схема формирования радионавигационных сигналов.	
15.	Широкополосные сигналы (ШПС) в радионавигации и их свойства.	
16.	Навигационные сообщения ГНСС их содержание.	
17.	Особенности построения ГНСС Beidou, Galileo.	
18.	Инерциальные системы ОМП. Элементы инерциальной навигации.	
19.	Телекоммуникационное обеспечение ИСНСУ.	
20.	Методы позиционирования в сетях сотовой связи. Технология A-GPS.	
21.	Принципы построения приемников НАП. Характеристики НАП.	
22.	Структурная схема навигационного приемника спутниковой навигации.	
23.	Поиск (обнаружение) и синхронизация радионавигационного сигнала в НАП.	
24.	Алгоритмы первичной и вторичной обработки информации.	
25.	Измерения радионавигационных параметров и вычисление НП.	
26.	Принципы построения и функционирования ИСНСУ.	
27.	Способы интегрирования систем и комплексирования устройств.	
28.	Комплексирование автономных навигационных сигналов в НАП.	
29.	Устройства комплексирования сигналов (фильтр Калмана).	
30.	Системы мониторинга и диспетчеризации транспорта.	ПК-4.3.1
31.	Применение ГНСС в транспорте (авиации, флоте, космосе).	
32.	Функциональные дополнения ГНСС. Региональные и широкозонные ДПС.	
33.	Источники помех. Помехоустойчивость приемника НАП и ее показатели.	
34.	Расчет уровня мощности на входе приемника НАП и зон обслуживания	
36.	РНС. Расчет помехозащищенности и точности ОМП приемника НАП.	
37.	Оценка эффективности применения РНС на воздушном и наземном транспорте.	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.
Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

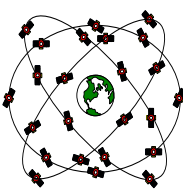
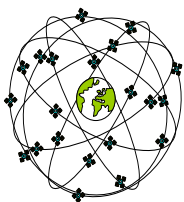
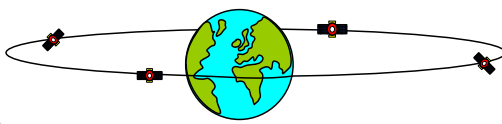
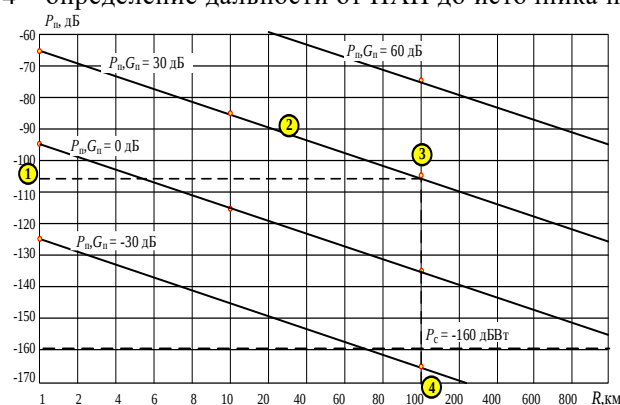
Перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для выполнения курсового проекта / курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для выполнения курсового проекта/ курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1.	1. Дайте определение радионавигационного (РН) параметра (РНП). 1) - это параметр радиосигнала, измеряемый в НАП по результатам приема радиосигналов (амплитуда A, частота f, фаза φ, задержка $\Delta\tau$). 2) – это параметр, получаемый из РН параметра и (дальность, скорость, угол). 3) – это параметр, содержащий сведения, используемые для определения вектора координат, скорости и поправок показаний часов потребителя. 4) – это параметр, определяющий кривизну распространения радионавигационного сигнала от опорной станции (ОС) до НАП. 1) – 1; 2) – 2; 3) – 3; 4) – 4.	ПК-2.У.1
2.	2. Какие параметры относятся к навигационным параметрам (два ответа) 1. Временная задержка радиосигнала; 2. Уход частоты принимаемого радиосигнала; 3. Дальность от навигационного приемника (НАП) до опорной станции (ОС); 4. Скорость перемещения НАП относительно ОС; 1) – 1; 2) – 2; 3) – 3; 4) – 4.	
3.	3. Укажите соответствие созвездия (структуры) орбитальную группировку наименованию систем:  1.  2.  3. А. Система дифференциальных поправок ГНСС «Луч»; Б. Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) GPS (NAVSTAR); В. Глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС. 1) 1-А; 2-Б, 3-В; 2) 1-Б, 2-В, 3-А; 3) 1-В, 2-Б, 3-А.	
4	4. Укажите последовательность определения дальности НАП в условиях помех используя график (рисунок) зависимости уровня помехи на входе НАП P_n от расстояния (R) до источника помех при различном его энергетическом потенциале ($P_n G_n$): 1- допустимый уровень мощности помехи на входе НАП (см.рис); 2- энергопотенциал (ЭП) источника помех (см.рис); 3- выбор точки пересечения уровня помех с ЭП помехи; 4 – определение дальности от НАП до источника помех  1) – 1-2-3-4; 2) - 2-1-3-4; 3) – 3-1-2-4 4) - 2-3-1-4	
5	5. Укажите навигационное уравнение псевдодальномерных РНС. <i>Поясните выбор.</i> 1) $D_i = [(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2]^{1/2}$; 2) $D_{ki} = [(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2]^{1/2} + c\Delta T$; 3) $p_{ij} = [(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2]^{1/2} - [(x_j - x)^2 + (y_j - y)^2 + (z_j - z)^2]^{1/2}$; 4) $D_{pij} = D_i - D_j = c(t_{DI} + t_{DJ})$. 1. - 1; 2. - 2; 3. - 3. 4. - 4.	
6	1. Укажите формул оценки среднеквадратичной погрешности (СКП) измерения РНП: 1) $\sigma = 1/(q\Delta f_{эф})$, 2) $\sigma = 1/(q\Delta\tau_{эф})$, 3) $\sigma = 1/(q^2\Delta f_{эф}\Delta\tau_{эф}) = 1/(q^2B)$, 4) $\sigma = c\tau_3$.	ПК-1.В.1

7	2. Чем достигается высокая точность измерения РНП (два ответа) 1) - использованием сигналов с большой базой 2) - использование диапазона СВЧ 3) - использованием сетевых технологий 4) - большим значением отношение сигнал/шум на входе приемника НАП. 1) 1-2; 2) 1-3; 3) 1-4; 4) 3-4.	
8	3. Установите соответствие между наименованием характеристики РНС и ее содержанием: 1. Рабочая область - 2. Пропускной способностью РНС – 3. Разрешающей способностью РНС - 4. Помехозащищенностью РНС - А - площадь, в пределах которой обеспечивается функционирование РЛС с требуемой погрешностью местоположения $\sigma < \sigma_{зад}$ с требуемой доступностью p_d; Б - возможность работы РЛС в условиях действия организованных помех; В - способность РНС различать малые приращения измеряемых параметров; Г - способность обслуживать одновременно в единицу времени определенное число целей. 1) 1-А, 2-Г, 3-В, 4-Б; 2) 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г 3) 1-Г, 2-В, 3-Б, 4-А	
9	4. Укажите правильную последовательность этапов решения навигационной задачи дальномерным методом позиционирования подвижных объектов (ПО) 1. Прием и обработки радионавигационных сигналов 2. Определение навигационной функции (НФ). 3. Вычисление навигационных параметров (НП). 4. Измерение радионавигационных параметров (РНП). 5. Вычисление координат ПО. 1) – 1-2-3-4-5; 2) – 1-4-3-2-5 3) – 1-3-4-2-5 4) – 1-2-4-3-5.	
10	5. Между какие параметры навигационная функция (НФ) устанавливает связь <i>Поясните</i> 1) - между радионавигационным параметром (РНП) Δt (задержкой сигнала от опорной станции (ОС) до подвижного объекта (ПО)) и уровнем сигнала на входе приемника $P_c(t)$; 2) - между навигационным параметром D (дальности ОС-ПО) и их координатами (x,y,z); 3) - между навигационным параметром D и уровнем сигнала на входе приемника $P_c(t)$; 4) - между координатами ПО (x,y,z) и уровнем радионавигационного сигнала на входе приемника $P_c(t)$. 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.	
11	1. Определить погрешность псевдодальности в НАП, если частотный сдвиг бортовой шкалы времени (ШВБ) и пользователя НАП (ШВП) составляет $\delta f_{ШВП} = 3,6 \cdot 10^{-9}$ с: 1. 0,1 м; 2. 1 м; 3. 10 м; 4. ~100 м.	ПК-1.В.1
12	2. Какие спектральные структуры радиосигналов имеет глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС (2 ответа) а б 1) 1, 2 2. – 1, 3; 3. 3, 4; 4. 2, 4.	
13	3. Укажите соответствие номерам интегрированных систем навигации, связи и управления, изображенных на рисунке и их типам (названиям): 1 2 3 Примечание: стрелками указаны виды связи между подвижными объектами (ПО) и диспетчерским пунктом управления (ПУ). А- Радиотехническая система диспетчерского управления (РТДУ) Б- Радиотехническая система мониторинга (РТСМ) В- Автономная система сухопутной навигации (АСНН) 1) 1-А, 2-Б, 3-В; 2) 1-Б, 2-В, 3-А; 3) 1-В, 2-Б, 3-А	

14	4. Укажите <i>последовательность</i> улучшения точности ОМП - методов комплексирования сигналов автономных навигационных систем: 1) Глубоко связанная 2) Тесно связанная 3) Слабо связанная 4) Разомкнутая 1) 1-2-3-4; 2) 4-3-2-1; 3) 1-2-4-3.	
15	5. Укажите навигационное уравнение в псевдодальномерных РНС. Поясните выбор: 1) $D_i = [(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2]^{1/2}$; 2) $D_{ki} = [(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2]^{1/2} + c\Delta T$; 3) $p_{ij} = [(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2]^{1/2} - [(x_j - x)^2 + (y_j - y)^2 + (z_j - z)^2]^{1/2}$; 4) $D_{pij} = D_i - D_j = c(t_{D1} + t_{Dj})$. 1. -1; 2. -2; 3. -3; 4. -4	
16	1. Что является интегратором (оптимальным объединителем) навигационных сигналов двух и более автономных навигационных систем: 1) - фильтр Котельникова; 2) - фильтр Кальмана; 2) - сумматор по модулю 2; 3) - интегрирующая цепь. 1. -1; 2. -2; 3. -3; 4. -4.	ПК-4.3.1
17	2. Какие параметры влияют на погрешность определения координат (Δx, Δy) в инерциальных навигационных системах (два ответа): 1) - текущее местоположение ПО- координаты $x(\tau)$, $y(\tau)$; 2) - значение пройденного расстояния пути $S(t)$ ПО; 3) - значение угла поворота ПО (приращение азимута $\Delta \alpha(t)$); 4) - точность определения начальной точки маршрута ПО (x_0, y_0). 1. -1,2; 2. -1-3; 3. -2,3; 4. -3,4	
18	3. Поставьте в <i>соответствие</i> номеру блока на схеме НАП (рисунка) его названию: А. Измерительная часть; Б. Радиочастотная часть; В. Расчетно-сервисная часть Спутниковая навигационная аппаратура потребителя 1. 1-А, 2-Б, 3-В; 2. 1-Б, 2-В, 3-А; 3. 1-Б, 2-А, 3-В.	
19	4. Перечислите <i>последовательность</i> реализации 4-х принципов навигации определения местоположения в РНС: 1. Наличие опорных станций (ОС); 2. Точное знание местоположения (координат) ОС; 3. Синхронизация ОС по единому эталону; 4. Точное знание скорости распространения сигнала; 5. Многостанционный доступ. 1. 1-2-3-4; 2. 1-2-4-5; 3. 1-2-4-5; 4. 1-2-3-5.	
20	5. Выберите математическую модель навигационного уравнения, реализованного в разностно-дальномерных РНС. Поясните выбор: 1) $D_i = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2}$; 2) $\bar{D}_i = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2} + c\Delta T_i$; 3) $\Delta \dot{D}_i = \Delta \dot{D}_i = [(x_i - x) + (y_i - y) + (z_i - z)] - [(x_j - x) + (y_j - y) + (z_j - z)]$; 4) $\dot{D}_i = (1/D_i)[(x_i - x)(\dot{x}_i - \dot{x}) + (y_i - y)(\dot{y}_i - \dot{y}) + (z_i - z)(\dot{z}_i - \dot{z})]$, 1. -1; 2. -2; 3. -3; 4. -4	
21	1. К какой группе методов ОМП абонентов системы сотовой связи (ССС) относится метод GPS и А-GPS 1) - на основе мобильной станции (МС); 2) - на основе МС с поддержкой сети СССР; 3) - на основе сети СССР с поддержкой МС; 4) - на основе сети СССР; 1. -1; 2. -2; 3. -3; 4. -4.	ПК-4.3.1

22	2. Какие принципы положены в основу построения и функционирования РНС (2 ответа): 1) широкая база радионавигационного сигнала; 2) - точное знание координат местоположения опорных станций (ОС) РНС; 3) – скорость распространения радиоволн постоянная по известной траектории; 4) - высокая стабильность частоты опорного генератора навигационных приемников. 1. 1-2; 2. 1-3; 3. 2-3; 4. 2-4	
23	3. Укажите <i>соответствие</i> между устройствами инерциальной навигационной системы (ИНС) и параметрами, которые они измеряют: 1. Акселерометр А. Углы поворота 2. Гироскопом Б. Путевую скорость 3. Вычислитель В. Координаты, курс, крен, тангаж 1) 1-А, 2-Б, 3-3В 2) 1-Б, 2-А, 3-В; 3) 1-В, 2-А, 3-Б 4) 1-В, 2-Б, 3-А.	
24	4. Укажите <i>последовательность</i> формирования сигнала на космическом аппарате ГЛОНАСС содержащего: служебную информацию, синхронизацию и псевдо дальномерный код 1) 1-2-3-4; 2) 4-5-6; 3) 5-6	
25	5. Основное предназначение эфемеридной информации, излучаемой навигационным космическим аппаратом (КА) ГНСС ГЛОНАС (GPS). <i>Поясните выбор:</i> 1) для предоставления НАП информации о пространственно-временном состоянии всех навигационных КА орбитальной группировки ГНСС; 2) для предоставления НАП информации о пространственно-временном состоянии одного навигационного КА ГНСС; 3) для формирования ключевых слов, времени начала кадра и признака их достоверности в НАП. 1. 1; 2. 2; 3. 3	

Примечание: Система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.

3 тип) Задание закрытого типа на *установление* соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.

4 тип) Задание закрытого типа на *установление* последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала: тема лекции; вопросы лекции и распределение времени по вопросам; цели лекции (учебные и воспитательные); литература; материальное обеспечение лекции; учебно-методические указания по проведению лекции; текст лекции: введение; основная часть; заключение; задание на самостоятельную работу.

Тексты лекций и методические указания к ним по освоению лекционного материала имеются в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и личном кабинете дисциплины.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Для проведения лабораторной работы разрабатываются:

1. Методические указания для проведения лабораторной работы, которые являются основным методическим документом преподавателя. Они состоят, как правило, из семи разделов, которые определяют: учебные и воспитательные цели занятия; содержание и последовательность отработки учебных вопросов и распределение времени; учебно-материальное обеспечение лабораторной работы; методические рекомендации преподавателю по подготовке и проведению лабораторной работы: литература и другие учебно-методические материалы, рекомендуемые преподавателю для подготовки и проведения лабораторной работы; приложения к методической разработке, необходимые для проведения лабораторной работы.

2. Задание на лабораторную работу является основным документом обучающегося при подготовке и проведении исследований и связано с соответствующим практическим занятием. Оно состоит, как правило, из четырех разделов: учебные вопросы, подлежащие исследованию при выполнении лабораторной работы; задание обучающимся по подготовке и выполнению лабораторной работы (вопросы теоретического материала, связанного с выполнением данной лабораторной работы; задание, содержание и порядок выполнения работы); изучение мер по технике безопасности при выполнении лабораторной работы; вычерчивание необходимых схем, таблиц и выписку расчетных формул; перечень литературы и учебно-методических материалов, необходимых для самостоятельной работы; сроки, форма отчета по выполненной лабораторной работе и порядок его защиты.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Описание лабораторной работы является основным регламентирующим документом для обучаемых в проведении исследований. Оно включает в себя четыре раздела: учебные вопросы исследования; описание и схема экспериментов, порядок замеров и обработки полученных результатов измерений; определяется содержание отчета по лабораторной работе; меры по технике безопасности при подготовке и выполнении лабораторной работы.

Результаты исследования оформляются отчетом. Отчет должен содержать: титульный лист (тема, вариант, дата, группа, фамилия инициалы); цели, учебные вопросы, схему лабораторной установки и задание на исследования в соответствии с вариантом; результаты исследования, оформленные пунктуально графиками или таблицами; расчетно-аналитическую часть; выводы по результатам исследования.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет о выполненной работе должен быть подготовлен индивидуально и оформлен на стандартных листах в соответствии с требованиями ГОСТа. Выводы конкретные по каждому пункту исследования. Зачет по работе студент получает после представления отчета на бумажном носителе и успешного ответа на вопросы преподавателя, задаваемые по тематике защищаемой лабораторной работы.

Задание на лабораторную работу и методические указания к ее выполнению имеются в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и личном кабинете дисциплины.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

Литература для самостоятельной работы студента указана в таблице 8 и 9, настоящего документа, а также в электронном виде в личном кабинете преподавателя (студента) локальной компьютерной сети по данной дисциплине. Преподаватель в конце занятий указывает источники и страницы по теме изложенного материала для самостоятельной работы студентов.

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости необходимо проводить после изучения каждой темы в форме тестов. В тесте должно быть не менее десяти вопросов, охватывающих

всю тему. Тест проводить на лекционном занятии в течении 5 минут. Также, текущий контроль необходимо проводить перед каждой лабораторной работой в форме тестов по вопросам, связанным с тематикой лабораторной работы. Кроме того, студент должен отчитаться по результатам выполнения задания по каждой теме практического занятия и лабораторной работы.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация проводится в день указанном в расписании занятий ГУАП на семестр. В зависимости от уровня подготовки группы преподаватель может проводить экзамен в форме накопления по результатам оценки знаний студентов по каждой теме дисциплины, в форме общего теста в день экзамена, вопросы которого охватывают все темы дисциплины или по классической форме с использованием экзаменационных билетов.

Форма проведения промежуточной аттестации объявляется преподавателем в первый месяц семестра. Оценка в первом случае выставляется как среднеарифметическая оценка, во втором случае по результатам теста и в третьем – по результатам знаний при ответе на вопросы билета. При выставлении оценки преподаватель может учитывать своевременность и качество защиты лабораторных работ и выполнения заданий по практическим занятиям. Студент не допускается к экзамену если на начало сессии у него имеется хотя бы одна задолженность по лабораторным работам.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой