

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

доц. К.Т.Н.

(должность, уч. степень, звание)

Е.В. Силяков

(инициалы, фамилия)

(подпись)

«24» март 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретические основы навигации»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.05.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиозлектронные системы и комплексы
Наименование направленности	Радиозлектронные системы передачи информации
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Санкт-Петербург– 2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

профессор д.и.н. г.и.н.
(должность, уч. степень, звание)

С.А.
(подпись, дата)

С.А. Ищук
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 24

«24» мая 2024г, протокол № 5/24

Заведующий кафедрой № 24

к.т.н., доц.
(уч. степень, звание)

О.В.
(подпись, дата)

О.В. Тихоненкова
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.
(должность, уч. степень, звание)

Н.В.
(подпись, дата)

Н.В. Марковская
(инициалы, фамилия)

Аннотация

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

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-2 «Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения»

ОПК-3 «Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий»

ОПК-6 «Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами построения систем навигации и позиционирования подвижных объектов, функционирующих на различных физических принципах, активными и пассивными методами определения координат, поиском, обнаружением и сопровождением радионавигационных сигналов, оценками точности определения местоположения и способами ее повышения.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является *изучение* студентами теоретических основ построения систем навигации и позиционирования подвижных объектов, функционирующих на различных физических принципах, активных и пассивных методов определения координат, поиска, обнаружения и сопровождения сигналов в радионавигационных системах (РНС), моделей оценки точности определения местоположения и способов ее повышения, а также обработку радионавигационных сигналов в условиях непреднамеренных и преднамеренных помех. В области воспитания личности целью подготовки по данной дисциплине является формирование социально-личностных и общекультурных компетенций, таких качеств, как целеустремленность, организованность, трудолюбие и ответственность. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.2. 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения	ОПК-2.У.1 уметь применять методы решения задач профессиональной деятельности с применением соответствующего физико-математического аппарата
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-3.3.1 знать методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования ОПК-3.В.1 владеть навыками использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6 Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ	ОПК-6.В.1 владеть способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин: электротехники и электроники, основы теории связи, теория радиотехнических цепей и сигналов, модемы и кодеки, устройств СВЧ и антенны, устройств формирования и генерирования сигналов, устройств приема и обработки сигналов.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, используются при изучении других дисциплин: интегрированные системы навигации, а также при сдаче государственного экзамена и написания 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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины , ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки		
Аудиторные занятия , всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа , всего (час)	21	21
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

Примечание: ** кандидатский экзамен

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)
Семестр 7				
Раздел 1. Теоретические основы навигации подвижных объектов. Тема 1.1. Принципы построения систем позиционирования подвижных объектов (ПО), функционирующих на различных физических принципах. Тема 1.2. Технологии интегральных систем навигации (ИСН). Тема 1.3. Сфероидическая геодезия и основные системы координат (СК) в навигации	8		12	8
Раздел 2. Триангулярная теория позиционирования ПО в радионавигационных системах (РНС). Тема 2.1. Технологии определения местоположения (ОМП). Радионавигационные и навигационные параметры (РНП и НП). Тема 2.2. Методы определения координат в спутниковых РНС. Тема 2.3. Методы определения координат в системах мобильной связи.	7		8	4

Тема 2.4. Телекоммуникационное обеспечение ИСН.				
Раздел 4. Эффективность применения ИСН				
Тема 3.1 Расчет основных параметров РНС			14	9
Тема 3.2. Расчеты эффективности применения ИНС				
Итого в семестре:	17		34	21
Итого	17	0	34	21

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	Теоретические основы навигации подвижных объектов (ПО), построения систем позиционирования ПО, функционирующих на различных физических принципах. Общая характеристика, структура и состав РНС. Принципы радионавигации. Технологии ИСН и спутниковой навигации на транспорте. Задачи решаемые с использованием навигации. Архитектура систем определения координат. Опорные станции (ОС) создания радионавигационного поля и навигационная аппаратура пользователя (НАП). Системные и технические характеристики современных РНС и требования к ним. Сфероидическая геодезия и основные системы координат (СК) в навигации. Относительная (вращающаяся синхронно с Землей) и абсолютная (неподвижная) СК. Географические и топологические СК. Плоские системы координат проекции Меркатора, Гаусса-Крюгера, Морозова. Системы координат в РНС и их преобразование. Преобразование Морозова, матричные преобразования координат. Электронно-картографическое обеспечение интегрированных систем навигации.
2	Триангулярная теория позиционирования ПО. Классификация, технологии и характеристики методов ОМП. РНП и НП. Методы радиозасечек: дальномерный и разностно-дальномерный методы определения координат и оценка их погрешности. Метод измерения разности фаз и импульсно-фазовый метод измерения навигационных параметров. Фазовая многозначность и ее разрешение. Технологии позиционирования в глобальных системах спутниковой навигации (ГССН). Псевдодальномерный и псевдодоплевский методы определения радионавигационных параметров. Радионавигационные сигналы и навигационные сообщения их содержание. Широкополосные сигналы (ШПС) в радионавигации и их свойства. Телекоммуникационное обеспечение ИСН. Системы мобильной связи. Сети сотовой и транкинговой связи. Системы спутниковой подвижной связи. Технологии позиционирования в сотовых и спутниковых системах связи. Методы позиционирования и оценка погрешности определения координат абонентов. Технология A-GPS. Обработка радионавигационных сигналов. Уравнение навигации. Решение навигационной задачи на фоне гауссовского шума. Программно-математическое обеспечение интегрированных навигационных систем Основы инерциальной навигации. Интеграция систем позиционирования, связи и управления. Надежность и помехозащищенность позиционирования. Методы комплексирования сигналов различных систем навигации. Повышение точности и помехоустойчивости ИСН.

3.	Физические основы точности, мера оценки местоположения и требования к ней. Источники погрешности навигационно-временных определений. Модели оценки точности ОМП и способами ее повышения. Дифференциальный режим повышения точности. Расчет основных характеристик РНС: уровня мощности сигнала на входе приемника, радиуса зон обслуживания, геометрических показателей, погрешности позиционирования 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)	№ раздела 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	Трудоемкость, (час)	Из них практич. подготовки, (час)	№ разд
Семестр 7				
1.	Исследование погрешности приема радионавигационных сигналов в радионавигационных системах и ее оценка.	4	2	
2.	Исследование доверительной вероятности погрешности приема радионавигационных сигналов и ее оценка.	2	1	
3.	Исследование преобразования аналогового сигнала в цифровой в навигационных приемниках современных радионавигационных систем	2	1	
4.	Исследование корреляционных свойств измерительных сигналов.	4	1	2
5.	Исследование параметров частотного смещения частоты (частоты Доплера) в радионавигационных системах.	4	1	2
6.	Исследование параметров демодуляции в радионавигационных системах.	2	1	
7.	Исследование искажения сигналов в согласованных фильтрах измерителей временных задержек.	4	1	2
8.	Исследование геометрического фактора на основе расчета пространственных радионавигационных измерений.	4	2	2
9.	Исследование геометрического фактора на основе расчета пространственных радионавигационных измерений.	4	2	3
10.	Исследование зон обслуживания радионавигационных систем	4	2	1,2, 3
Всего		34	14	

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение 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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	8	8
Выполнение реферата (Р)	1	1
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	6	6
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	6	6
Всего:	21	21

5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

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 электр.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]. -	

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 таблице 12.

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
Зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

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 привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«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.
«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.
«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.

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
	Учебным планом не предусмотрено	

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

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. Зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17.	Теория определения местоположения ПО. Методы позиционирования. Теория определения местоположения ПО. Метод инерциальной навигации Архитектура систем определения координат. РНП и НП. Сфероидальная геодезия и основные системы координат. Проекции Гауса-Крюгера и Меркатора. Системы координат в РНС и методы преобразования координат. Методы позиционирования ПО. Технологии определения координат ПО. Дальномерный и квазидальномерный метод позиционирования. Фазовая многозначность и ее разрешение. Разностно-дальномерный метод определения координат и его погрешность. Угломерный метод определения местоположения ПО. Точность определения координат и ее погрешность. Способы модуляции сигналов в радиолокационных линиях. Способы когерентного и некогерентного приема. Корреляционная обработка радионавигационных сигналов. Критерии приема радионавигационных сигналов. Критерий Неймана-Пирсона и Байеса. Оценка показателей качества.	ОПК-2.У.1
18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32.	Сигналы и импульсно-фазовый метод измерения параметров. Широкополосные радионавигационные сигналы и их свойства. Способы обработки сигналов в НАП. Навигационное уравнение. Помехозащищенность системы и навигационных приемников. Методы защиты от преднамеренных помех РНС. Основные технические характеристики РНС и требования к ним. Тактические и технические характеристики РНС. Энергетические характеристики радионавигационных линий. Вероятностно-временные показатели качества навигационных сигналов. Методы решение статистической задачи приема сигналов. Критерии приема. Решение навигационной задачи на фоне аддитивного гауссовского шума. Решение навигационной задачи на фоне многолучевости радиосигналов. Способы комплексирования автономных навигационных сигналов в НАП. Способы комплексирования навигационных сигналов и сигналов связи. Устройства комплексирования сигналов и их характеристики.	ОПК-3.3.1
33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48.	Общая характеристика, структура, состав и задачи РНС. Структурная схема опорных станций РНС Структурная схема приемных устройств РНС Принципы получения радионавигационной информации. Системы дальней навигации. Импульсно-фазовые РНС. Глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. Инерциальные системы определения местоположения ПО. Системы позиционирования в подвижной связи. Технологии A-GPS. Интегрированные системы навигации, связи и управления. Телекоммуникационное обеспечение ИСНСУ. Задачи решаемые с использование навигации. СМД транспорта. Источники погрешности определения местоположения РНС. Методы повышение точности позиционирования ПО. Функциональные дополнения ГНС. Дифференциальные подсистемы. Оценка эффективности применения РНС. Основные направления развитие систем радионавигации.	ОПК-3.В.1 ОПК-6.В.1

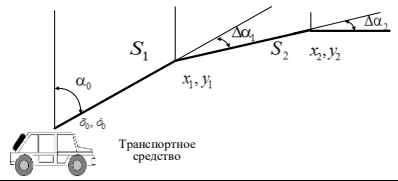
Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

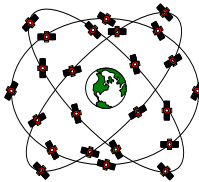
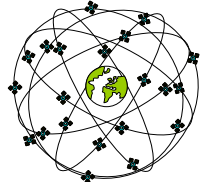
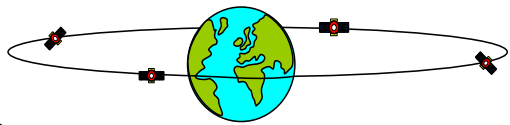
Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения 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. Укажите каноническое уравнение для единичного эллипса погрешностей (вероятность попадания случайной величины (координат) в эллипс одинакова): $1) \sigma_r = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} = \sqrt{a^2 + b^2}; 2) \frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2} = \text{const} = 1; 3) \sigma_d = \frac{\sigma_r}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}{2}} = \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}; 4) r_s = \sqrt{\sigma_x \sigma_y} \sqrt{1 - \rho_z^2} = a \cdot b;$ 1. – 1; 2. – 2; 3. – 3; 4. – 4.	ОПК-3.3.1
2.	2. Физические принципы, положенный в основу РНС (два ответа): 1) - искривление РРВ от ОС до НАП в приемнике при решении навигационной задачи не используется. 2) - скорость распространения радиоволн (РРВ) в однородной среде постоянна ($v = c/n$, где $c = 299796459,2 \pm 1,1$ м/с), что позволяет рассчитать дальность между ОС и НАП; 3) - в среде РРВ между точками А и В осуществляется по траектории оптического пути (прямолинейно), что позволяет просто рассчитать расстояние между этими точками 1 - 1, 2; 2. - 1, 3; 3. - 2, 3.	
3.	3. Установите соответствие между методом позиционирования и его навигационным уравнением: 1. Дальномерный А. $D_{pij} = D_i - D_j = c(t_{D1} - t_{Dj})$ 2. Псевдодальномерный Б. $D_i = c t_{D1}$ 3. Разностно-дальномерный В. $D_k = c(t_{Dk} + \Delta T)$ 1) 1-А; 2-Б, 3-В; 2) 1-Б; 2-В, 3-А; 3) 1-В; 2-А, 3-Б; 4. 1-А, 2-В, 3-Б.	
4.	4. Укажите последовательность цифровой обработки аналогового в цифровой сигнал в измерительной части НАП: 1) - дискретизация; 2) - кодирование; 3-квантование 1. 1-2-3; 2. 1-3-2; 3. 2-3-1 4. 3-2-1.	
5.	5. Укажите навигационное уравнение определения местоположения (ОМП) в разностно-дальномерных 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.	
6.	1. Какая проекция преобразования поверхности земного эллипсоида в картографическую плоскость используется в системе координат НАП - СК-42 (СК-95) 1) - проекция Гаусса-Крюгера 2) - проекция Меркатора 3) - проекция Крассовского 4) – проекция Гильмарта 1. – 1; 2. – 2; 3. – 3; 4. – 4.	ОПК-2.У.1
7.	2. Укажите навигационные параметры , которые измеряются в инерциальных навигационных системах (ИСН) (два ответа): 1) начальные координаты ПО (x_0, y_0) ; 2) начальный азимут ПО α_0 ; 3) скорость движения ПО v ; 4) угол поворота ПО $\Delta\alpha(t)$. 1. - 1, 2; 2. - 1, 3; 3. - 2, 3.	
8.	3. Установите соответствие между методов (группой методов) определения координат	

	нат и их содержанием 1. Методы позиционирования. 2. Методы числения пути. 3. Методы обзорного сравнения. А. Основан на измерении полного вектора скорости ПО относительно поверхности Земли, что соответствует радиус-вектору относительно некоторой СК. Б. Основан на определении вектора состояния потребителя путем засечек (пеленгации) радио-ориентиров (радионавигационных точек) В. Основан на сравнении полученного физического поля (изображения) местоположения подвижного объекта (ПО) с эталонным изображением. 1) 1-А, 2-Б, 3-В 2) 1-Б, 2-А, 3-В 3) 1-А; 2-В, 3-2; 4) 1-В; 2-Б, 3-А.	
9.	4. Укажите правильную последовательность обработки радионавигационных сигналов в НАП глобальной навигационной спутниковой системы, следующих преобразований: 1. Измерение радионавигационных параметров; 2. Вычисление навигационных параметров; 3. Поиск и обнаружение радионавигационных; 4. Определение координат НАП 1) 1-2-3-4; 2) 2-3-4-1; 3) 3-1-2-4 4) 4-1-2-3.	
10.	5. Укажите навигационное уравнение определения местоположения (МП) в дальномерных 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) $D_{pij} = D_i - D_j = c(t_{Di} + t_{Dj})$. 1) - 1; 2) - 2; 3) - 3; 4) - 4.	
11.	1. Дайте определение радионавигационного параметра (РНП). 1) - это параметр радиосигнала, измеряемый в приёмнике НАП по результатам приема радиосигналов (амплитуда А, частота f, фаза φ, задержка Δτ). 2) - это параметр, получаемый из значения РНП (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.	ОПК-3.В.1
12.	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.	
13.	3. Укажите соответствие созвездия (структуры) орбитальной группировки 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.	
14	4. Укажите последовательность определения дальности нормального функционирования 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 ($P_n G_n$): при наличии следующих операций: 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, обеспечивающую нормальное функционирование НАП	

	1) – 1-2-3-4; 2) – 2-1-3-4; 3) – 3-1-2-4 4) – 2-3-1-4	
15	5. Укажите навигационное уравнение определения местоположения (ОМП) 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) $D_{pij} = D_i - D_j = c(t_{D_i} + t_{D_j})$. 1) - 1; 2) - 2; 3) - 3; 4) - 4.	
16	1. Укажите формул суммарной оценки среднеквадратичной погрешности (СКП) измерения радионавигационных параметров в РНС: 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) $\sigma = c\tau_3$.	ОПК-6.B.1
17	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 отношения сигнал/шум на входе приемника НАП. 1) 1-2; 2) 1-3; 3) 1-4; 4) 3-4.	
18	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 РНС с требуемой погрешностью местоположения $\sigma < \sigma_{зад}$ с требуемой доступностью p_d; Б - возможность работы РНС в условиях действия непреднамеренных и организованных помех; В - способность НАП различать малые приращения измеряемых навигационных параметров; Г - способность обслуживать одновременно или в единицу времени определенное число НАП на подвижных объектах. 1) 1-А, 2-Б, 3-В, 4-Г; 2) 1-А, 2-Г, 3-В, 4-Б; 3) 1-Г, 2-А, 3-Б, 4-В; 4) 1-В, 2-Г, 3-А, 4-Б.	
19	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.	
20	5. Между какими параметрами навигационная функция (НФ) устанавливает связь при решении навигационной задачи. Поясните ответ. 1) - между радионавигационным параметром Δt (задержкой сигнала от опорной станции (ОС) до ПО) и уровнем сигнала на входе приемника $P_c(t)$; 2) - между навигационным параметром D (дальности от опорной станции (ОС) до подвижного объекта (ПО)) и их координатами (x, y, z); 3) - между навигационным параметром D (дальности от опорной станции (ОС) до подвижного объекта (ПО)) и уровнем сигнала на входе приемника $P_c(t)$; 4) - между координатами ПО (x, y, z) и уровнем радионавигационного сигнала на входе НАП $P_c(t)$. 1) - 1; 2) - 2; 3) - 3; 4) - 4.	

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.

Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

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 обучаемого 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 течение 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 зачет – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Зачет проводится в конце семестра обучения и завершается аттестационной оценкой «зачет» или «незачет».

Промежуточная аттестация проводится в день указанном в расписании занятий ГУАП на семестр. В зависимости от уровня подготовки группы преподаватель может проводить зачет в форме накопления по результатам оценки знаний студентов по каждой теме дисциплины, в форме общего теста, вопросы которого охватывают все темы. Форма проведения промежуточной аттестации объявляется преподавателем не позже чем за один месяц до начала сессии. Оценка в первом случае выставляется как среднеарифметическая оценка, во втором случае по результатам теста. При выставлении оценки преподаватель может учитывать своевременность и качество защиты лабораторных работ и выполнения заданий по практическим занятиям. Студент не допускается к зачету если на начало зачета 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