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

Кафедра № 13

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

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

В.М. Ананенко
(инициалы, фамилия)

(подпись)
«26» марта 2026 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Спутниковые навигационные системы»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	24.04.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Системы управления движением и навигация
Наименование направленности/ специализации	Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации
Форма обучения	очная
Год приема	2026

Санкт-Петербург– 2026

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф. д.т.н., проф.		В.В. Езерский
(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 13

«26» марта 2026 г, протокол № 5

Заведующий кафедрой № 13

к.т.н.,доц.		Н.А. Овчинникова
(уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц.,к.т.н.		В.Е. Таратун
(должность, уч. степень, звание)	(подпись, дата)	(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Спутниковые навигационные системы» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 24.04.02 «Системы управления движением и навигация» направленности «Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации». Дисциплина реализуется кафедрой «№13».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с ознакомлением подготавливаемых специалистов с теоретическими положениями построения современных и перспективных систем глобальной навигации на основе искусственно создаваемых радиотехнических полей и методов получения навигационной информации беззапросным способом, алгоритмами извлечения навигационной информации в аппаратуре потребителей, способам оценки точностных характеристик и характеристик надежности глобальных систем навигации и связи, направлениями совершенствования этих показателей, конкретными сведениями по функциональным характеристикам и отличительным особенностям современных и перспективных глобальных региональных систем навигации типа ГЛОНАСС, GPS, Galileo, BeiDou, OZSS, NavIC, а также возможностями их совместного использования и комплексирования с автономными навигационными датчиками, практическими сведениями по выпускаемой номенклатуре аппаратуры потребителей и ее применению в различных областях техники и хозяйственной деятельности.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические/семинарские занятия, самостоятельная работа.

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

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

Язык обучения по дисциплине «русский».

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины «Спутниковые навигационные системы» является получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области построения систем глобальной и региональной навигации и связи на базе создаваемого радиомаяками космического базирования радиополя, методов решения навигационных задач, основанных на измерениях временных задержек и доплеровских сдвигов частоты принимаемого сигнала, способов формирования дальномерного кода и кода навигационного сообщения и извлечения навигационной информации в аппаратуре потребителей, факторов, приводящих к ошибкам местоопределения и методов их учета и компенсации, комплексирования глобальных и региональных систем навигации с автономными измерителями и построения интегрируемых систем навигации и связи, методов оценки надежности и способов ее повышения.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – 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 формировать новые направления научных исследований и опытно- конструкторских разработок	ПК-1.З.1 знать современные тенденции развития приборов и систем ориентации, стабилизации и навигации летательных аппаратов и техники в целом ПК-1.У.1 уметь на основе новых знаний формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок ПК-1.В.1 владеть современными методами аналитического анализа, математического и имитационного моделирования, постановки экспериментальных исследований

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- воздушная навигация и навигационные расчеты;
- методы теории фильтрации в задачах навигации и управления.

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- инерционно-навигационные комплексы;
- интегрированные системы ориентации и навигации;
- приборы управления и навигации беспилотными летательными аппаратами.

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
		№2
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	54	54
Самостоятельная работа, всего (час)	56	56
***Вид промежуточной аттестации*:** зачет, дифф. зачет, экзамен (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	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 2					
Раздел 1. Общие сведения и принципы построения спутниковых систем навигации	4	4			10
Тема 1.1. Базовые принципы построения спутниковых систем навигации	2				2
Тема 1.2. Координатно-временное обеспечение функционирования спутниковых систем навигации		2			2
Тема 1.3. Баллистическое обеспечение построения спутниковых систем навигации	2	2			6
Раздел 2. Методы решения навигационных задач	2	2			6
Тема 2.1. Методы навигации потребителя с использованием спутниковых систем навигации	2				4
Тема 2.2. Методы решения навигационных задач		2			2
Раздел 3. Формат сигналов в спутниковых системах навигации	3	3			6

Тема 3.1. Системные требования и содержание формата сигналов в спутниковых системах навигации	3				3
Тема 3.2. Исследование свойств модулированных сигналов		3			3
Раздел 4. Методы и алгоритмы обработки сигналов и извлечения навигационной информации	2	2			10
Тема 4.1. Методология обработки сигналов и извлечения навигационной информации	2				5
Тема 4.2. Методы вторичной обработки информации		2			5
Раздел 5. Источники погрешностей и точность навигационно-временных определений	2	2			7
Тема 5.1. Источники погрешностей навигационных измерений	2				4
Тема 5.2. математическое моделирование ионосферных погрешностей		2			3
Раздел 6. Направления развития спутниковых навигационных систем	2	2			7
Тема 6.1. Основные тенденции развития современных спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS	2				4
Тема 6.2. Основные тенденции развития современных спутниковых навигационных систем Galileo, BeiDou, OZSS, NavIC		2			3
Раздел 7. Аппаратура потребителей глобальных систем навигации	2	2			10
Тема 7.1. Основные тенденции развития аппаратуры потребителей глобальных спутниковых навигационных систем	2				5
Тема 7.2. Характеристики аппаратуры потребителей глобальных отечественного и зарубежного производства		2			5
Итого в семестре:	17	17			56
Итого	17	17	0	0	56

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

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	**Общие сведения и принципы построения спутниковых систем навигации.** Структура радионавигационных систем с маяками наземного базирования. Структура спутниковых систем глобальной навигации. Подсистема космических аппаратов. Наземный командно-измерительный комплекс. Навигационная аппаратура потребителей. Взаимодействие подсистем. Шкалы времени. Единицы мер времени. Системы отсчета

	времени. Синхронизация шкал времени. Уравнения и прогнозирование траекторного движения навигационных спутников. Описание движения навигационного спутника с использованием орбитальных элементов. Прогнозирование движения навигационного спутника с использованием орбитальных элементов. Общая характеристика возмущенного движения спутника. Прогнозирование возмущенного движения навигационного спутника в геоцентрической подвижной системе координат. Основные навигационные характеристики навигационных спутников.
2	**Методы решения навигационных задач.** Общие определения. Дальномерный метод. Псевдодальномерный метод. Разностно-дальномерный метод. Радиально-скоростной метод. Псевдо-радиально-скоростной метод. Разностно-радиально-скоростной метод. Комбинированные методы. Определение параметров ориентации с помощью аппаратуры СНС.
3	**Формат сигналов в спутниковых системах навигации**. Требования, предъявляемые к радиосигналам. Амплитудная, частотная и фазовая модуляции. Псевдослучайные последовательности. Код Баркера и М-последовательности. Дальномерный код в глобальных системах навигации. Формирование псевдослучайных последовательностей. Код навигационного сообщения. Помехоустойчивое кодирование навигационного сообщения. Модуляция радиосигнала навигационным сообщением. Синхронизация в спутниковых системах навигации.
4	**Методы и алгоритмы обработки сигналов и извлечения навигационной информации.** Общие положения. Корреляционный алгоритм оценки временной задержки и доплеровского сдвига. Алгоритмы первичной обработки радиосигналов. Режим поиска сигналов по задержке и частоте. Точное оценивание радионавигационных параметров. Вторичная обработка информации. Прямые методы вторичной обработки. Итерационные алгоритмы вторичной обработки информации. Алгоритмы вторичной обработки при избыточных измерениях. Третичная обработка информации.
5	**Источники погрешностей и точность навигационно-временных определений в спутниковых системах навигации.** Состав погрешностей. Погрешности, вносимые на навигационном спутнике и командно-измерительном комплексе. Погрешности частотно-временного обеспечения. Погрешности эфемеридного обеспечения. Трассовые погрешности. Ионосферные погрешности. Погрешности из-за многолучевости. Погрешности, вносимые приемоиндикатором. Геометрический фактор.
6	**Направления развития спутниковых навигационных систем.** Совместное использование сигналов ГЛОНАСС и GPS. Основы работы спутниковых систем навигации в дифференциальном режиме. Широкозонные, региональные и локальные дифференциальные подсистемы. Навигационно-временные определения, основанные на фазовых измерениях. Разрешение неоднозначности. Расширение и развитие систем GPS и ГЛОНАСС. Перспективные спутниковые навигационные системы Galileo, BeiDou, OZSS, NavIC.
7	**Аппаратура потребителей глобальных систем навигации.** Принципы построения и функционирования аппаратуры потребителей. Антенный блок. Приемник. Коррелятор. Навигационный вычислитель. Характеристики аппаратуры спутниковой навигации отече-

	ственного и зарубежного производства.

Лекции сопровождаются демонстрацией слайдов.

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
Семестр 2					
1	Прогнозирование возмущенного движения навигационного спутника в геоцентрической подвижной системе координат.	Математическое моделирование	4	3	1
2	Методы решения навигационных задач.	Групповые дискуссии	2	1	2
3	Исследование свойств модулированных сигналов	Математическое моделирование	3	2	3
4	Методы вторичной обработки информации	Математическое моделирование	2	1	4
5	Ионосферные погрешности	Расчеты и математическое моделирование	2	1	5
6	Современные спутниковые навигационные системы Galileo, BeiDou, OZSS, NavIC	Групповые дискуссии	2	1	6
7	Ознакомление с промышленными образцами аппаратуры потребителей.	Групповые дискуссии	2	1	7
Всего			17	10	

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 практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				

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 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	40
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	16	16
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	56	56

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	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
39.57-5я73Б 91	Бурлуцкий С.Г., Езерский В.В., Ковалев А.П. Спутниковые навигационные системы: Учебное пособие. – СПб.: ГУАП, 2023. – 142 с.	25
ББК 32.95; 39.57; 39.67В 58	Власов И.Б. Глобальные навигационные системы: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 182 с.	12
621.396.9Б 53	Бессонов А.А., Мамаев В.Я. Спутниковые навигационные системы: Учебное пособие. – СПб.: ГУАП, 2006. – 36 с.	64
ББК 39.67Г 63	ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Радиотехника, 2010. – 800 с.	15
ББК 32.95; 9.57	Соловьев Ю.А. Системы спутниковой навигации. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2000. – 268 с.	6

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
https://4du.ru/books/knigi_po_sputnikovym_tehnologiyam_i_sistemam/global_system_navig3.html	Серапинас Б.Б. Глобальные системы позиционирования 3-е издание. Учебное пособие. – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2002. – 106 с.
https://lib.guap.rutext	Электронные ресурсы ГУАП
http://4du.ru/books/knigi_po_sputnikovym_tehnologiyam_i_sistemam/osnovy_spyt_navigcii.html	Яценков В.С. Электронная книга: «Основы спутниковой навигации. Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС»

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 (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	13-04БМ
2	Мультимедийная лекционная аудитория	11-02БМ

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средствдля 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.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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.

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
	– 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	Структура спутниковых систем глобальной навигации.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
2	Подсистема космических аппаратов.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
3	Наземный командно-измерительный комплекс.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
4	Навигационная аппаратура потребителей. Взаимодействие подсистем.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
5	Шкалы времени. Единицы мер времени. Системы отсчета времени.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
6	Синхронизация шкал времени.	ПК-1.З.1 ПК-1.У.1
7	Уравнения и прогнозирование траекторного движения навигационных спутников.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
8	Описание движения навигационного спутника с использованием орбитальных элементов	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
9	Прогнозирование движения навигационного спутника с использованием орбитальных элементов.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
10	Общая характеристика возмущенного движения спутника.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
11	Прогнозирование возмущенного движения навигационного спутника в геоцентрической подвижной системе координат.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
12	Основные навигационные характеристики навигационных спутников. Общие определения.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
13	Дальномерный метод.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
14	Псевдодальномерный метод.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
15	Разностно-дальномерный метод.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
16	Радиально-скоростной метод.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1,

		ПК-1.В.1
17	Псевдо-радиально-скоростной метод.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
18	Разностно-радиально-скоростной метод. Комбинированные методы.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
19	Определение параметров ориентации	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
20	Требования, предъявляемые к радиосигналам. Амплитудная, частотная и фазовая модуляции.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
21	Псевдослучайные последовательности. Код Баркера и М-последовательности.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
22	Дальномерный код в глобальных системах навигации.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
23	Формирование псевдослучайных последовательностей.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
24	Код навигационного сообщения.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
25	Помехоустойчивое кодирование навигационного сообщения.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1,
26	Модуляция радиосигнала навигационным сообщением.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
27	Корреляционный алгоритм оценки временной задержки и доплеровского сдвига.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
28	Алгоритмы первичной обработки радиосигналов.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
29	Режим поиска сигналов по задержке и частоте.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
30	Точное оценивание радионавигационных параметров.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
31	Вторичная обработка информации. Прямые методы вторичной обработки.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
32	Итерационные алгоритмы вторичной обработки информации.	ПК-1.З.1,

		ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
33	Алгоритмы вторичной обработки при избыточных измерениях.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
34	Третичная обработка информации.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
35	Состав погрешностей. Погрешности, вносимые на навигационном спутнике и командно-измерительном комплексе.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
37	Погрешности частотно-временного обеспечения. Погрешности эфемеридного обеспечения.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
37	Трассовые погрешности. Ионосферные погрешности.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
38	Погрешности из-за многолучевости. Погрешности, вносимые приемоиндикатором.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
39	Геометрический фактор.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1 ПК-1.В.1
40	Основы работы спутниковых систем навигации в дифференциальном режиме.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
41	Широкозонные, региональные и локальные дифференциальные подсистемы.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
42	Навигационно-временные определения, основанные на фазовых измерениях.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1
43	Расширение и развитие систем GPS и ГЛОНАСС.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
44	Перспективная спутниковая навигационная система Галилео.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1
46	Принципы построения и функционирования аппаратуры потребителей.	ПК-1.З.1, ПК-1.У.1, ПК-1.В.1

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

<table>
<tr><th>№ п/п</th><th>Примерный перечень вопросов для тестов</th><th>Код индикатора</th></tr>
<tr><td>1.</td><td>Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.
Выберите правильный состав современных СРНС.
1) Космический сегмент, сегмент управления, сегмент потребителя.
2) Воздушно-космический сегмент, сегмент управления, сегмент потребителя.
3) Космический сегмент, сегмент контроля, сегмент потребителя.
4) Космический сегмент, сегмент управления, сегмент наземного потребителя.</td><td>ПК-1</td></tr>
<tr><td>2.</td><td>Инструкция: Прочитайте текст и выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.
Назвать шкалы времени, применяемые в современных СРНС.
1) Системная шкала времени.
2) Комплексная шкала времени
3) Бортовая шкала времени.
4) Шкала времени потребителя.</td><td>ПК-1</td></tr>
<tr><td>3.</td><td>Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце.
<table>
<tr><td>А Геоцентрическая экваториальная система координат.</td><td>1. Ее координаты точки связаны с физической моделью Земли в виде эллипсоида с большой полуосью, лежащей в экваториальной плоскости, и малой полуосью.</td></tr>
<tr><td>Б Географическая (гринвичская) система координат.</td><td>2. Ее начало координат находится в центре масс спутника на орбите. Главная ось OX направлена по радиус-вектору спутника r. Ось OY лежит в плоскости орбиты и перпендикулярна к радиус-вектору в направлении движения. Ось OZ дополняет систему до правой тройки.</td></tr>
<tr><td>В Геодезическая система координат система координат.</td><td>3. Ее начало координат находится в ожидаемом положении потребителя или некоторой заданной точке. Основная ось системы координат лежит в плоско-</td></tr>
</table></td><td>ПК-1</td></tr>
</table>

		сти местного горизонта и направлена на юг. Ось OZ_T прямоугольной системы направлена по нормали к плоскости местного горизонта от Земли, ось OY_T дополняет систему до правой.	
	Г Топоцентрическая система координат.	4. Ее начало координат расположено в центре масс Земли. Базовой плоскостью является плоскость экватора в стандартную эпоху 1 января 0ч00м00с 2000 года, обозначаемую как 2000.0. Ось OX_0 лежит в плоскости экватора и направлена в точку весеннего равноденствия – точку Весны или точку Овна γ эпохи 2000.0 (γ – астрономический знак созвездия Овна). Ось OZ_0 направлена вдоль оси вращения Земли в сторону, северного полюса. Ось OY_0 дополняет прямоугольную систему координат до правой.	
	Д Связанная орбитальная система координат.	5. Ее начало находится в центре масс Земли. Главная ось OX_F расположена в плоскости экватора и проходит через гринвичский меридиан, ось OZ_F совпадает с осью вращения Земли, ось OY_F дополняет систему до правой.	
4.	***Инструкция:*** *Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.* Укажите последовательность типовых операций управления навигационными спутниками. А. Расчет начальных условий Б. Предварительная обработка данных измерений В. Оценка возможности использования контрольных станций Г. Формирование эфемерид Д. Формирование альманаха Е. Определение параметров движения Ж. Формирование эфемерид		ПК-1

Задание открытого типа с развернутым ответом представлены в таблице 15.

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.

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.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с пози-

циями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

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.

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:

– описание методов и алгоритмов, применяемых для решения технических задач в глобальных системах позиционирования;

– демонстрация примеров решения задач;
– обобщение изложенного материала;
– ответы на возникающие вопросы по теме лекции.

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах

Учебным планом не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

– закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
– развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
– овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
– выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
– обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

При проведении практических занятий преподаватель должен придерживаться следующего плана:

– изложить суть практического занятия и методику его выполнения;
– выдать индивидуальное задание каждому студенту группы;
– контролировать активность студентов в процессе выполнения задания;
– проверить результат выполнения задания и оценить полноту и качество выполнения по 100 бальной шкале рейтинга;
– отметить в журнале посещения персональное присутствие студентов;
– провести консультации по пропущенным темам практических занятий;
– проверить результаты самостоятельного освоения материала по пропущенным темам.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

Учебным планом не предусмотрено.

11.5. Методические указания для обучающихся по выполнению курсового проекта/ курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено.

11.6. 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.

В процессе выполнения самостоятельной работы у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет ему развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уро-

вень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихсяявляются:

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

11.7. 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.

Порядок прохождения текущего контроля успеваемости определяется Положениями ГУАП «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11.8. 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».

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

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