



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Геодезии, землеустройства и кадастров

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«31» октября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Глобальные навигационные спутниковые системы

направление подготовки/специальность 21.05.01 Прикладная геодезия

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Геодезия в строительстве и архитектуре

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2024

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины: приобретение обучающимися знаний о современных методах геодезических измерений, основанных на использовании глобальных радионавигационных спутниковых систем и навыков применения спутниковых измерений для определения координат и высот точек местности

Задачи дисциплины: изучение методов спутниковой геодезии, устройства и принципов работы основных средств, входящих в состав глобальных навигационных спутниковых систем, теории и методов геодезических спутниковых измерений, технологии спутниковых измерений и их обработки в различных видах инженерно-геодезических работ.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПК-2 Способен выполнять инженерно-геодезические изыскания	ПК-2.1 Выполняет съёмку местности, подземных коммуникаций, зданий и сооружений	знает технологии производства топографической съёмки местности и подземных коммуникаций, зданий и сооружений, точек местности наземными методами. умеет выполнять съёмку местности и съёмку подземных коммуникаций и сооружений, точек местности наземными методами. владеет навыками проведения съёмки местности наземными методами.
ПК-2 Способен выполнять инженерно-геодезические изыскания	ПК-2.2 Осуществляет выбор методов картографирования результатов съёмки	знает методы камеральной обработки полевых материалов, выбирает оптимальные варианты работ. умеет анализировать и оценивать методы камеральной обработки полевых материалов. владеет методами камеральной обработки полевых материалов.

ПК-2 Способен выполнять инженерно-геодезические изыскания	ПК-2.3 Производит инженерно-геодезические работы	<p>знает методику решения инженерно-геодезических задач при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений при помощи глобальных навигационных спутниковых систем</p> <p>умеет работать с картографическими материалами (определять по ним расстояния, координаты, площади, высоты и превышения, крутизну склонов и клоны линий местности); выполнять топографо-геодезические работы и обеспечивать необходимую точность геодезических измерений, сопоставлять практические и расчетные результаты при помощи глобальных навигационных спутниковых систем; анализировать полевую топографо-геодезическую информацию. выбирать приборы и средства производства инженерно-геодезических работ для разработки технологий инженерно-технических изысканий при проектировании, строительстве и монтаже инженерных сооружений;</p> <p>владеет навыками работы с геодезическими приборами (их исследования, поверки, способы обращения с ними) при производстве геодезических работ, методами математической обработки результатов полевых геодезических измерений, в т.ч. с применением информационных и «сквозных» технологий</p>
ПК-2 Способен выполнять инженерно-геодезические изыскания	ПК-2.8 Осуществляет инженерное и технологическое обеспечение инженерно-геодезических изысканий	<p>знает принципиальные схемы устройств геодезических приборов и принципы работы геодезического оборудования, правила эксплуатации основных геодезических приборов.</p> <p>умеет настраивать геодезические приборы, выбирать подходящее геодезическое оборудование для проведения измерений</p> <p>владеет навыками работы с основными геодезическими приборами.</p>

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.05 основной профессиональной образовательной программы 21.05.01 Прикладная геодезия и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Геодезическая практика. Часть 2	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.3, ПК-2.7
2	Геодезия	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.3, ПК-2.7
3	Астрономия	ОПК-1.3
4	Геодезическая практика. Часть 1	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-4.3, ПК-1.2, ПК-2.1, ПК-2.3, ПК-2.7

Успешное освоение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных обучающимися при изучении предшествующих дисциплин.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Организация топографо-геодезического производства	ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4, ПК-4.5, ПК-4.6
2	Системы автоматизированного проектирования в геодезии	ОПК-2.3, ОПК-2.4

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр	
			7	8
Контактная работа	128		64	64
Лекционные занятия (Лек)	64	0	32	32
Лабораторные занятия (Лаб)	64	0	32	32
Иная контактная работа, в том числе:	1,75		1,5	0,25
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	1		1	
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,25		0,25	
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,5		0,25	0,25
Часы на контроль	35,5		8,75	26,75
Самостоятельная работа (СР)	122,75		69,75	53
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)				
часы:	288		144	144
зачетные единицы:	8		4	4

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Глобальные навигационные спутниковые системы в геодезии. Обзор ГНСС и принципов их функционирования										
1.1.	Обзор ГНСС и принципов их функционирования	7	10				10	20	40	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	
1.2.	Системы координат и времени, используемые в ГНСС	7	14				6	10	30	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	
1.3.	Подсистемы ГНСС	7	8				16	39,75	63,75	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	
2.	2 раздел. Иная контактная работа										
2.1.	Курсовая работа	7							1,25	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	
3.	3 раздел. Контроль										
3.1.	Зачет с оценкой	7							9	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	
4.	4 раздел. Глобальные навигационные спутниковые системы в геодезии. Работа со спутниковыми приёмниками различными способами позиционирования										
4.1.	Работа с кодовыми спутниковыми приёмниками и абсолютными способами позиционирования	8	12				8	13	33	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	
4.2.	Работа со спутниковыми приёмниками и относительными способами позиционирования	8	4				4	4	12	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	

4.3.	Дифференциальный метод и источники ошибок ГНССизмерений	8	8				8		10	26	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8
4.4.	Организация ГНСС измерений	8	4				8		14	26	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8
4.5.	Системы спутниковых референцных станций	8	4				4		12	20	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8
5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Экзамен	8								27	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций									
1	Обзор ГНСС и принципов их функционирования	Предмет и задачи курса. Применение ГНСС в геодезии 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									
1	Обзор ГНСС и принципов их функционирования	Современные ГНСС. Физические принципы функционирования ГНСС									
1	Обзор ГНСС и принципов их функционирования	Достоинства и недостатки ГНСС									
2	Системы координат и времени, используемые в ГНСС	Опорные системы координат, используемые в ГНСС 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	Системы координат и времени, используемые в ГНСС	Референцные системы координат СК42, СК-95									
2	Системы координат и времени,	Трансформация координат между опорными, референчными и местными системами координат									

	используемые в ГНСС	Трансформация координат между опорными, референчными и местными системами координат
2	Системы координат и времени, используемые в ГНСС	Системы высот, используемые в ГНСС. Геодезические высоты. Высоты интерполированные. Высоты квазигеоида. Исходные высоты.
3	Подсистемы ГНСС	Архитектура спутниковой навигационной системы 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. Интерационные алгоритмы вторичной обработки информации. Алгоритмы вторичной обработки при избыточных измерениях. Третичная обработка информации
3	Подсистемы ГНСС	Формирование радионавигационного поля 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.
3	Подсистемы ГНСС	Классификация спутниковой аппаратуры
6	Работа с кодовыми спутниковыми приёмниками и абсолютными способами позиционирования	Абсолютный метод ГНСС
6	Работа с кодовыми спутниковыми приёмниками и абсолютными способами позиционирования	Принцип определения местоположения абсолютным методом
6	Работа с кодовыми спутниковыми приёмниками и абсолютными способами позиционирования	Понятие псевдодальности
6	Работа с кодовыми	Источники ошибок абсолютного метода

	спутниковыми приёмниками и абсолютными способами позиционирования	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	Работа с кодовыми спутниковыми приёмниками и абсолютными способами позиционирования	Систематические и случайные ошибки. Методика ослабления действия ошибок наблюдений
7	Работа со спутниковыми приёмниками и относительными способами позиционирования	Относительный метод ГНСС 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. Интерационные алгоритмы вторичной обработки информации. Алгоритмы вторичной обработки при избыточных измерениях. Третичная обработка информации.
7	Работа со спутниковыми приёмниками и относительными способами позиционирования	Определение целого числа длин волн
8	Дифференциальный метод и источники ошибок ГНССизмерений	Дифференциальный метод ГНСС. Дифференциальные подсистемы ГНСС
8	Дифференциальный метод и источники ошибок ГНССизмерений	Классификация источников ошибок ГНСС. Многопутность, ошибки установки антенны
9	Организация ГНСС измерений	Режимы ГНСС-измерений
9	Организация ГНСС измерений	Этапы обработки ГНСС-измерений
10	Системы спутниковых референцных станций	Системы спутниковых референцных станций
10	Системы спутниковых референцных станций	Структура систем высокоточного позиционирования

5.2. Лабораторные работы

№ разд	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
1	Обзор ГНСС и принципов их функционирования	Изучение GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Бэйдоу, GPS
2	Системы координат и времени, используемые в ГНСС	Трансформация координат между опорными, референчными и местными системами координат
3	Подсистемы ГНСС	Сигналы, передаваемые со спутников 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
3	Подсистемы ГНСС	Классификация спутниковой аппаратуры
3	Подсистемы ГНСС	Работа со спутниковыми приёмниками
6	Работа с кодовыми спутниковыми приёмниками и абсолютными способами позиционирования	Принцип определения местоположения абсолютным методом
6	Работа с кодовыми спутниковыми приёмниками и абсолютными способами позиционирования	Систематические и случайные ошибки. Методика ослабления действия ошибок наблюдений
7	Работа со спутниковыми приёмниками и относительными способами позиционирования	Фазовые измерения
7	Работа со спутниковыми приёмниками и относительными способами позиционирования	Виды решения базовой линии

8	Дифференциальный метод и источники ошибок ГНССизмерений	Способы дифференциальной коррекции
8	Дифференциальный метод и источники ошибок ГНССизмерений	Оценка влияния тропосферы и ионосферы на ошибки ГНСС
9	Организация ГНСС измерений	Настройки приёмника и организация измерений
9	Организация ГНСС измерений	Контроль и допуски ГНСС-измерений
10	Системы спутниковых референчных станций	Создание систем высокоточного позиционирования на базе сети референчных станций

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Обзор ГНСС и принципов их функционирования	Физические принципы функционирования ГНСС. Изучение GPS, ГЛОНАСС, Galileo, Бэйдоу, GPS. Достоинства и недостатки ГНСС Современные ГНСС. Физические принципы функционирования ГНСС 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
2	Системы координат и времени, используемые в ГНСС	Трансформация координат между опорными, референчными и местными системами координат
3	Подсистемы ГНСС	Обзор аппаратуры ведущих фирм производителей
3	Подсистемы ГНСС	Сигналы, передаваемые со спутников 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
3	Подсистемы ГНСС	Классификация спутниковой аппаратуры
3	Подсистемы ГНСС	Планирование ГНСС-наблюдений.

6	Работа с кодовыми спутниковыми приёмниками и абсолютными способами позиционирования	Абсолютный метод ГНСС. Кодовые измерения Принцип определения местоположения абсолютным методом
7	Работа со спутниковыми приёмниками и относительными способами позиционирования	Работа со спутниковыми приёмниками и относительными способами позиционирования
8	Дифференциальный метод и источники ошибок ГНССизмерений	Дифференциальный метод и источники ошибок ГНСС-измерений
9	Организация ГНСС измерений	Организация ГНСС-измерений
10	Системы спутниковых референцных станций	Системы спутниковых референцных станций

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и лабораторных занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- подготовка к текущему контролю успеваемости обучающихся;
- подготовка курсовой работы;
- подготовка к зачету с оценкой, экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных и лабораторных занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На лабораторных занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется при выполнении заданий, тестов и других форм, предусмотренных РПД.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к лабораторным занятиям. При подготовке к занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить лабораторные работы в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Обзор ГНСС и принципов их функционирования	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	Контрольные вопросы
2	Системы координат и времени, используемые в ГНСС	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	Контрольные вопросы
3	Подсистемы ГНСС	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	Контрольные вопросы
4	Курсовая работа	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	
5	Зачет с оценкой	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	
6	Работа с кодовыми спутниковыми приёмниками и абсолютными способами позиционирования	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	Контрольные вопросы
7	Работа со спутниковыми приёмниками и относительными способами позиционирования	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	Контрольные вопросы

8	Дифференциальный метод и источники ошибок ГНСС измерений	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	Контрольные вопросы
9	Организация ГНСС измерений	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	Контрольные вопросы
10	Системы спутниковых референцных станций	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	Контрольные вопросы
11	Экзамен	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Задания для проверки сформированности индикаторов достижения компетенций ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.8

1. Оценка качества результатов определения координат с помощью ГНСС
2. Современные ГНСС
3. Понятие ГЛОНАСС
4. Физические принципы функционирования ГНСС
5. Особенности Galileo
6. Достоинства и недостатки ГНСС
7. Особенности Бэйдоу
8. Особенности GPS
9. Современные ГНСС
10. Особенности ГЛОНАСС
11. Физические принципы функционирования ГНСС
12. Особенности Galileo
13. Достоинства и недостатки ГНСС
14. Архитектура спутниковой навигационной системы
15. Подсистема контроля и управления
16. Подсистема космических аппаратов
17. Сигналы, передаваемые со спутников
18. Формирование радионавигационного поля
19. Подсистема потребителей
20. Классификация спутниковой аппаратуры
21. Работа с кодовыми и одночастотными приёмниками
22. Архитектура спутникового приёмника
23. Двухчастотные фазовые приёмники
24. Обзор аппаратуры ведущих фирм-производителей
25. Работа с приёмниками Leica, Trimble
26. Режимы ГНСС-измерений
27. Настройки приёмника и организация измерений
28. Этапы обработки ГНСС-измерений
29. Контроль и допуски ГНСС-измерений
30. Организация ГНСС-измерений

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания: - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</p> <p>навыки: - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безупречно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</p>
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</p> <p>умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</p> <p>навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерные теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1 Структура спутниковых систем глобальной навигации

2 Подсистема космических аппаратов

3 Наземный командно-измерительный комплекс

4 Навигационная аппаратура потребителей. Взаимодействие подсистем

5 Шкалы времени. Единицы мер времени. Системы отсчета времени

6 Синхронизация шкал времени

7 уравнения и прогнозирование траекторного движения навигационных спутников

8 Описание движения навигационного спутника с использованием орбитальных элементов

9 Прогнозирование движения навигационного спутника с использованием орбитальных

элементов.

10 Общая характеристика возмущенного движения спутника

11 Прогнозирование возмущенного движения навигационного спутника в геоцентрической подвижной системе координат.

12 Основные навигационные характеристики навигационных спутников. Общие определения.

- 13 Дальномерный метод
- 14 Псевдодальномерный метод
- 15 Разностно-дальномерный метод
- 16 Радиально-скоростной метод
- 17 Псевдо-радиально-скоростной метод
- 18 Разностно-радиально-скоростной метод. Комбинированные методы
- 19 Определение параметров ориентации
- 20 Требования, предъявляемые к радиосигналам. Амплитудная, частотная и фазовая модуляции.
- 21 Псевдослучайные последовательности. Код Баркера и M-последовательности.
- 22 Дальномерный код в глобальных системах навигации
- 23 Формирование псевдослучайных последовательностей
- 24 Код навигационного сообщения
- 25 Помехоустойчивое кодирование навигационного сообщения
- 26 Модуляция радиосигнала навигационным сообщением
- 27 Корреляционный алгоритм оценки временной задержки и доплеровского сдвига.
- 28 Алгоритмы первичной обработки радиосигналов
- 29 Режим поиска сигналов по задержке и частоте
- 30 Точное оценивание радионавигационных параметров
- 31 Вторичная обработка информации. Прямые методы вторичной обработки.
- 32 Итерационные алгоритмы вторичной обработки информации
- 33 Алгоритмы вторичной обработки при избыточных измерениях
- 34 Третичная обработка информации
- 35 Состав погрешностей. Погрешности, вносимые на навигационном спутнике и командно-измерительном комплексе.
- 36 Погрешности частотно-временного обеспечения. Погрешности эфемеридного обеспечения.
- 37 Трассовые погрешности. Ионосферные погрешности
- 38 Погрешности из-за многолучевости. Погрешности, вносимые приемником.
- 39 Геометрический фактор
- 40 Основы работы спутниковых систем навигации в дифференциальном режиме.
- 41 Широкозонные, региональные и локальные дифференциальные подсистемы.
- 42 Навигационно-временные определения, основанные на фазовых измерениях.
- 43 Расширение и развитие систем GPS и ГЛОНАСС
- 44 Перспективная спутниковая навигационная система Галилео
- 45 Принципы построения и функционирования аппаратуры потребителей

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Современные ГНСС
2. Физические принципы функционирования ГНСС
3. Достоинства и недостатки ГНСС
4. Архитектура спутниковой навигационной системы
5. Подсистема контроля и управления
6. Подсистема космических аппаратов
7. Сигналы, передаваемые со спутников
8. Формирование радионавигационного поля
9. Подсистема потребителей
10. Классификация спутниковой аппаратуры

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

1. Определение (или уточнение) скорости движения пункта по много- летним данным ГНСС-измерений.
2. Определение тропосферной задержки сигнала ГНСС (изучение тропосферы по данным ГНСС-измерений).
3. Изучение ионосферной задержки и ее влияния на ГНСС-измерения при различной солнечной активности.

4. Обработка ГНСС-измерений спутников ГЛОНАСС.
5. Сравнение результатов обработки ГНСС-измерений при различных настройках программного обеспечения. Выработка собственных рекомендаций для наилучшего решения
6. Сравнение и анализ результатов обработки ГНСС-измерений, выполненной в различных программных обеспечениях.
7. Исследование точности метода PPP при коротких сеансах ГНСС- измерений.
8. Минимально ограниченное уравнивание спутниковой геодезической сети.
9. Развитие метода точного точечного позиционирования.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой (7 сем.) и экзамена (8 сем.).

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

<p>знания</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>
<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

владение навыками	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач.</p> <p>Делает некорректные выводы.</p> <p>Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач.</p> <p>Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов.</p> <p>Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий.</p> <p>Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач</p> <p>Делает корректные выводы по результатам решения задачи.</p> <p>Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий.</p> <p>Не допускает ошибок при выполнении заданий.</p> <p>Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий.</p> <p>Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
-------------------	---	--	---	---

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Стрелков С. П., Кондрашин К. Г., Константинова Е. А., Никифорова З. В., Спутниковые системы и технологии позиционирования, Астрахань: Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2020	http://www.iprbookshop.ru/100846.html
2	Емельянцева Г. И., Степанов А. П., Медведков А. А., Интегрированные инерциально-спутниковые системы ориентации и навигации, Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2018	https://e.lanbook.com/book/136522
3	Волков С. И., Саяпин А. В., Барабицкий П. В., Семенов С. А., Тоболов Ю. М., Глобальные навигационные спутниковые системы, Москва: Институт аэронавигации, 2017	https://www.iprbooks.hop.ru/88416.html
<u>Дополнительная литература</u>		

1	Волков С. И., Саяпин А. В., Барабицкий П. В., Семенов С. А., Тоболов Ю. М., Глобальные навигационные спутниковые системы, Москва: Институт аэронавигации, 2017	http://www.iprbookshop.ru/88416.html
2	Жуковский А. Г., Спутниковые и радиорелейные системы передачи, Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2022	https://www.iprbookshop.ru/122226.html

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://www.elibrary.ru/

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
КРЕДО III	Сублицензионный договор № 190/13 от 28.10.2013 с ООО "Центр инженерных решений". Сертификат соответствия № РОСС ВУ.СП15.Н00634. Лицензия бессрочная
КРЕДО ДАТ	Сублицензионный договор № 190/13 от 28.10.2013 с ООО "Центр инженерных решений". Сертификат соответствия № РОСС ВУ.СП15.Н00634. Лицензия бессрочная

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
69. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

69. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.
69. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - специалитет по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия (приказ Минобрнауки России от 11.08.2020 № 944).

Программу составил:
доцент, к.т.н. А.В. Волков

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Геодезии, землеустройства и кадастров

14.10.2024, протокол № 2

И.о. заведующего кафедрой к.т.н. Я.А. Волкова

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета
17.10.2024, протокол № 3.

Председатель УМК д.т.н., доцент Д.В. Ульрих