

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан дорожно-транспортного факультета

/В.Л. Тюнин/

21 марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Спутниковая геодезия»

Направление подготовки 21.04.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Программа Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 4 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2025

Автор программы _____ Н.Б. Хахулина

Заведующий кафедрой
Кадастра недвижимости,
землеустройства и геодезии _____ Н.И. Трухина

Руководитель ОПОП _____ Ю.С. Нетребина

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование общекультурных и профессиональных компетенций в области глобальных и локальных спутниковых систем - национальной системы ГЛОНАСС, систем других стран, принципов их орбитального построения и функционирования, их практического применения для геодезического и навигационного позиционирования, современной электронной аппаратуры и технологий ее использования в различных областях экономики Российской Федерации.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение теории спутниковых систем и технологий позиционирования;
- изучение состава и организации геодезических работ с применением спутникового оборудования;
- изучение организации геодезического мониторинга за зданиями и сооружениями, требующими специальных наблюдений в процессе эксплуатации, с помощью спутникового оборудования.
- определять координаты и высоты с применением спутниковых приёмников.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Спутниковая геодезия» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Спутниковая геодезия» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен повышать эффективность инженерно-геодезических изысканий, качество обеспечения информационных систем обеспечения градостроительной деятельности геодезической информацией

ПК-2 - Способен разрабатывать технологии создания тематических информационных продуктов и оказания услуг на основе использования данных ДЗЗ

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	знать и использовать нормативно-техническую документацию в области инженерно-геодезических изысканий, трудового законодательства Российской Федерации для планирования и организации выполнения конкретного вида инженерно-геодезических работ Знать и применять методы решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая

	навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение).
	уметь систематизировать, обобщать и анализировать разнородную информацию. Уметь пользоваться спутниковыми приемниками для проведения геодезических работ.
	владеть методами и режимами спутниковой аппаратуры
ПК-2	Знать основы ДЗЗ, спутниковых систем навигации, картографического и геодезического обеспечения
	Уметь применять специализированные программные средства для систематизации и комплексного анализа информации
	владеть методами решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение)

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Спутниковая геодезия» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	64	64
В том числе:		
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки	16 8	16 8
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки	32 10	32 10
Самостоятельная работа	89	89
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		1
Аудиторные занятия (всего)	14	14
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	6	6
в том числе в форме практической подготовки	4	4
Самостоятельная работа	157	157
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	180 5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Системы координат и времени в спутниковых технологиях Основы теории движения искусственных спутников Земли	Определение координат систем. Геоцентрические системы координат. Земные геоцентрические системы координат. Системы времени. Локальные референтные системы координат. Системы высот. Связь между земными системными координатами. Невозмущённое движение спутника. Возмущённое движение ИСЗ. Обеспечение эфемеридами спутников СРНС.	4	2	6	14	26
2	Структура СРНС Спутниковая аппаратура	Системы GPS NAVSTAR. Структура российской системы ГЛОНАСС. Пользовательский сегмент СРНС. Информационно-техническое дополнение для GPS и ГЛОНАСС. Спутниковые приёмники. Хранение времени в спутниковых технологиях. Спутниковая геодезическая аппаратура.	4	2	6	14	26
3	Влияние окружающей среды на распространение СРНС Модели параметров спутниковых наблюдений	Среда распространения и её влияние на радиосигналы. Влияние ионосферы на параметры наблюдений. Влияние тропосферы на параметры наблюдений. Многопутность электромагнитных волн.	2	2	6	14	24
		Виды спутниковых наблюдений.	-	2	2	-	2

		Разность фаз. комбинации фазовых данных. Комбинации псевдодальностей и фазы.						
4	Спутниковые методы наблюдения координат	Методы определения координат с применением ГЛОНАСС и GPS технологий. Абсолютный метод спутниковых определений. Дифференциальный метод определения координат. Относительное позиционирование. Объединение ГЛОНАСС и GPS методов с другими методами позиционирования.	2	2	6	16	26	
		Режимы спутниковых наблюдений	-	2	4	-	2	
5	Погрешности спутниковых наблюдений.	Источники ошибок. Ошибки аппаратуры. Остаточное влияние атмосферы.. Коррекция в GPS измерениях. точность позиционирования по кодовым псевдодальностям.	2	4	4	16	26	
		Точность позиционирования по фазе несущей	-	2	2	-	2	
6	Технология проведения полевых работ	Общий порядок выполнения работ. Проект построения геодезической сети. Рекогносцировка сети и закладка центров. Планирование доступности спутников. Режимы спутниковых измерений. Кинематический режим в относительном методе. Геодезические сети для мониторинга Земной поверхности.	2	4	4	15	25	
		Метрологическое обеспечение спутниковых измерений.	-	2	2	-	2	
Итого			16	16	32	89	153	

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Системы координат и времени в спутниковых технологиях. Основы теории движения искусственных спутников Земли	Определение координат систем. Геоцентрические системы координат. Земные геоцентрические системы координат. Системы времени. Локальные референтные системы координат. Системы высот. Связь между земными системными координатами. Невозмущённое движение спутника. Возмущённое движение ИСЗ. Обеспечение эфемеридами спутников СРНС.	2	-	2	26	30
			-	-	2	-	2
2	Структура СРНС. Спутниковая аппаратура	Системы GPS NAVSTAR. Структура российской системы ГЛОНАСС. Пользовательский сегмент СРНС. информационно-техническое дополнение для GPS и ГЛОНАСС. Спутниковые приёмники. Хранение времени в спутниковых технологиях. Спутниковая геодезическая аппаратура.	2	-	2	26	30
			-	-	2	-	2
3	Влияние окружающей среды на распространение СРНС. Модели параметров спутниковых наблюдений	Среда распространения и её влияние на радиосигналы. Влияние ионосферы на параметры наблюдений. Влияние тропосферы на параметры наблюдений. Многопутность электромагнитных волн.	-	-	2	26	28
		Виды спутниковых наблюдений. Разность фаз. комбинации фазовых данных. Комбинации псевдодальностей и фазы.					
4	Спутниковые методы наблюдения координат	Методы определения координат с применением ГЛОНАСС и GPS технологий.	-	-	-	28	28

		Абсолютный метод спутниковых определений. Дифференциальный метод определения координат. Относительное позиционирование. Объединение ГЛОНАСС и GPS методов с другими методами позиционирования. Режимы спутниковых наблюдений					
5	Погрешности спутниковых наблюдений.	Источники ошибок. Ошибки аппаратуры. Остаточное влияние атмосферы.. Коррекция в GPS измерениях. точность позиционирования по кодовым псевдодальностям. Точность позиционирования по фазе несущей	-	2	-	28	30
6	Технология проведения полевых работ	Общий порядок выполнения работ. Проект построения геодезической сети. Рекогносцировка сети и закладка центров. Планирование доступности спутников. Режимы спутниковых измерений. Кинематический режим в относительном методе. Геодезические сети для мониторинга Земной поверхности. Метрологическое обеспечение спутниковых измерений.	-	2	-	23	25
Итого			4	4	6	157	171

Практическая подготовка при освоении дисциплины (модуля) проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на практических занятиях и (или) лабораторных работах:

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Преобразование координат из референцной системы в общеземную при обработке ГНССизмерений	ПК-1, ПК-2
2	Учет влияния атмосферы на результаты ГНСС-измерений	ПК-1, ПК-2
3	Форматы данных в ГНСС-технологиях. Конвертирование файлов в формат RINEX	ПК-1, ПК-2
4	Относительный метод ГНСС. Компоненты базовых линий и их ковариационные матрицы	ПК-1, ПК-2
5	Метод точного точечного позиционирования PPP. Обработка в программном обеспечении RTKLib	ПК-1, ПК-2
6	Сетевой метод NetworkRTK. Обзор сетей постоянно действующих базовых станций ..	ПК-1, ПК-2

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Вычисление временной задержки сигнала в лазерной локации ИСЗ;
2. Вычисление Кеплеровых элементов орбиты спутника по результатам

- наблюдений ИСЗ;
3. Вычислений трассы полета, зон видимости;
 4. Вычисление эфемерид ИСЗ для возмущенного и невозмущенного спутника;
 5. Обработка дальномерных измерений;
 6. Камеральное планирование спутниковых измерений;
 7. Полевое планирование спутниковых измерений;
 8. Обработка спутниковых измерений геодезической сети;
 9. Преобразование координат пунктов спутниковой сети в местную (локальную) систему;
 10. Проектирование, организация процесса наблюдений и анализ точности спутниковых сетей;
 11. Сервисы высокоточного позиционирования (PPP).

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 1 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Подготовка данных для проектирования геодезической сети спутниковыми методами»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- изучение спутниковых систем и технологий позиционирования;
- изучение состава и организации геодезических работ с применением спутникового оборудования;
- планирования работ по определению координат и высот пунктов с помощью спутниковых измерений.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	знать и использовать нормативно-техническую документацию в области	посещение лекционных, лабораторных, занятий.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих

	инженерно-геодезических изысканий, трудового законодательства Российской Федерации для планирования и организации выполнения конкретного вида инженерно-геодезических работ Знать и применять методы решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение).	Выполненные и сданные ЛР.		программах	
	уметь систематизировать, обобщать и анализировать разнородную информацию. Уметь пользоваться спутниковыми приемниками для проведения геодезических работ.	посещение лекционных, лабораторных, занятий. Выполненные и сданные ЛР.		Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами и режимами спутниковой аппаратуры	посещение лекционных, лабораторных, занятий. Выполненные и сданные ЛР.		Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать основы ДЗЗ, спутниковых систем навигации, картографического и геодезического обеспечения	посещение лекционных, лабораторных, занятий. Выполненные и сданные ЛР.		Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять специализированные программные средства для систематизации и комплексного анализа информации	посещение лекционных, лабораторных, занятий. Выполненные и сданные ЛР.		Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами решения задач на основе комплексного	посещение лекционных,		Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в

	космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение)	лабораторных, занятий. Выполненные и сданные ЛР.	и	рабочих программах	рабочих программах
--	--	--	---	--------------------	--------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 1 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	знать и использовать нормативно-техническую документацию в области инженерно-геодезических изысканий, трудового законодательства Российской Федерации для планирования и организации выполнения конкретного вида инженерно-геодезических работ Знать и применять методы решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение).	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь систематизировать, обобщать и анализировать разнородную информацию. Уметь пользоваться	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	спутниковыми приемниками для проведения геодезических работ.			верный ответ во всех задачах		
	владеть методами и режимами спутниковой аппаратуры	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	Знать основы ДЗЗ, спутниковых систем навигации, картографического и геодезического обеспечения	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь применять специализированные программные средства для систематизации и комплексного анализа информации	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение)	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Количество орбитальных плоскостей в спутниковой системе ГЛОНАСС:

- 1) 3;+
- 2) 4;
- 3) 6;
- 4) 9;
- 5) 12.

2 Угол наклона орбит спутниковой системы GPS:

- 1) ;
- 2) ;+
- 3) ;
- 4) ;
- 5) .

3. Период обращения спутников системы GPS:

- 1) 1 ч 33 м 54 с;
- 2) 4 ч 02 м 00 с;
- 3) 11 ч 15 м 44;
- 4) 12 ч 00 м 00 с;+
- 5) 36 ч 00 м 00 с.

4. Период обращения спутников системы ГЛОНАСС:

- 1) 1 ч 33 м 54 с;
- 2) 4 ч 02 м 00 с;
- 3) 11 ч 15 м 44;+
- 4) 12 ч 00 м 00 с;
- 5) 36 ч 00 м 00 с.

5. Удаление спутников системы ГЛОНАСС от центра Земли:

- 1) 1100 км;
- 2) 12200 км;
- 3) 25500 км;+
- 4) 26600 км;
- 5) 36000 км.

6. Атомный генератор на спутниках системы GPS вырабатывает основную частоту:

- 1) 1.023 МГц;
- 2) 5.11 МГц;
- 3) 10.23 МГц;+
- 4) 1227.6 МГц;
- 5) 1246 МГц;
- 6) 1575.42 МГц;
- 7) 1602 МГц.

7. Атомный генератор на спутниках системы ГЛОНАСС вырабатывает основную частоту:

- 1) 1.023 МГц;
- 2) 5.11 МГц;+
- 3) 10.23 МГц;
- 4) 1227.6 МГц;

- 5) 1246 МГц;
- 6) 1575.42 МГц;
- 7) 1602 МГц.

8. Частота C/A кода в спутниковой системе GPS:

- 1) 1.023 МГц;+
- 2) 5.11 МГц;
- 3) 10.23 МГц;
- 4) 1227.6 МГц;
- 5) 1246 МГц;
- 6) 1575.42 МГц;
- 7) 1602 МГц.

9. Отношение частот L1/L2 для исключения ионосферы:

- 1) 8/7;
- 2) 9/7;+
- 3) 10/9;
- 4) 11/8;
- 5) 13/11.

10. Точность параметров орбит выше:

- 1) в альманахе;
- 2) в бортовых эфемеридах.+

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Назовите способы спутникового позиционирования:

- 1) универсальный, дифференциальный и кинематический;
- 2) автономный, дифференциальный и инициализационный;
- 3) универсальный, дифференциальный, инициализационный, статический и кинематический;
- 4) автономный, дифференциальный, статический и кинематический.

2. Система спутникового позиционирования включает три сегмента:

- 1) созвездия спутников, расположенных на трех разных орбитах;
- 2) солнечные батареи питания, приемно-передающая аппаратура, эталоны частоты и времени;
- 3) станции слежения, служба точного времени, главная станция с вычислительным центром;
- 4) созвездия спутников, наземного контроля и управления, приемных устройств.

3. Наиболее важным показателем геометрического фактора для определения высот является:

- 1) PDOP;
- 2) HDOP;
- 3) VDOP;
- 4) TDOP;
- 5) GDOP.

4. Расчетная инструментальная погрешность фазовых измерений:

- 1) 1 мм;
- 2) 2 мм;

- 3) 3 мм;
- 4) 4 мм;
- 5) 5 мм.

5. Ионосфера простирается выше:

- 1) 10 км;
- 2) 20 км;
- 3) 30 км;
- 4) 40 км;
- 5) 50 км.

6. Через ионосферу проходят волны длиной:

- 1) 5 м;
- 2) 20 м;
- 3) 30 м;
- 4) 40 м;
- 5) 50 м.

7. Больше скорости света:

- 1) фазовая скорость волн;
- 2) групповая скорость волн.

8. Минимальное количество наблюдаемых спутников, для определения координат пункта и поправки к часам:

- 1) 3;
- 2) 4;
- 3) 5;
- 4) 6;
- 5) 7.

9. В первых разностях фазовых дальностей полностью или частично исключаются погрешности:

- 1) часов спутника;
- 2) часов приёмника;
- 3) целая неоднозначность фазовых циклов;
- 4) орбиты спутника;
- 5) моделей атмосферы.

10. Во вторых разностях фазовых дальностей полностью или частично исключаются погрешности:

- 1) часов спутника;
- 2) часов приёмника;
- 3) целая неоднозначность фазовых циклов;
- 4) орбиты спутников;
- 5) моделей атмосферы.

11. В третьих разностях фазовых дальностей полностью или частично исключаются погрешности:

- 1) часов спутника;
- 2) часов приёмника;
- 3) целая неоднозначность фазовых циклов;
- 4) орбиты спутников;
- 5) моделей атмосферы.

12. При создании геодезических сетей основным режимом работы является:

- 1) кинематический;

- 2) стой и иди;
- 3) статический.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1 Угол наклона орбит спутниковой системы GPS:

- 1) 52;
- 2) 48;
- 3) 90;
- 4) 14;
- 5) 0.

2. Период обращения спутников системы GPS:

- 1) 1 ч 33 м 54 с;
- 2) 4 ч 02 м 00 с;
- 3) 11 ч 15 м 44;
- 4) 12 ч 00 м 00 с;
- 5) 36 ч 00 м 00 с.

3. Период обращения спутников системы ГЛОНАСС:

- 1) 1 ч 33 м 54 с;
- 2) 4 ч 02 м 00 с;
- 3) 11 ч 15 м 44;
- 4) 12 ч 00 м 00 с;
- 5) 36 ч 00 м 00 с.

4. Удаление спутников системы ГЛОНАСС от центра Земли:

- 1) 1100 км;
- 2) 12200 км;
- 3) 25500 км;
- 4) 26600 км;
- 5) 36000 км.

5. Атомный генератор на спутниках системы GPS вырабатывает основную частоту:

- 1) 1.023 МГц;
- 2) 5.11 МГц;
- 3) 10.23 МГц;
- 4) 1227.6 МГц;
- 5) 1246 МГц;
- 6) 1575.42 МГц;
- 7) 1602 МГц.

6. Атомный генератор на спутниках системы ГЛОНАСС вырабатывает основную частоту:

- 1) 1.023 МГц;
- 2) 5.11 МГц;
- 3) 10.23 МГц;
- 4) 1227.6 МГц;
- 5) 1246 МГц;
- 6) 1575.42 МГц;
- 7) 1602 МГц.

7. Частота C/A кода в спутниковой системе GPS:

- 1) 1.023 МГц;
- 2) 5.11 МГц;
- 3) 10.23 МГц;
- 4) 1227.6 МГц;
- 5) 1246 МГц;
- 6) 1575.42 МГц;
- 7) 1602 МГц.

8. Отношение частот L1/L2 для исключения ионосферы:

- 1) 8/7;
- 2) 9/7;
- 3) 10/9;
- 4) 11/8;
- 5) 13/11.

9. Точность параметров орбит выше:

- 1) в альманахе;
- 2) в бортовых эфемеридах.

10. Разность шкал системного времени ГЛОНАСС и шкалы координированного времени UTC:

- 1) 1 ч;
- 2) 2 ч;
- 3) 3 ч;
- 4) 4 ч;
- 5) 5 ч.

11. Разность шкал системного времени GPS и шкалы Международного атомного времени:

- 1) 19 с;
- 2) 20 с;
- 3) 25 с;
- 4) 30 с;
- 5) 32 с.

12. Длина волны псевдослучайной последовательности C/A кода:

- 1) 100 км;
- 2) 200 км;
- 3) 250 км;
- 4) 300 км;
- 5) 400 км.

13. Вычисленную по приближенным координатам определяемого пункта псевдодальность для разрешения неоднозначности достаточно знать с погрешностью:

- 1) 10 км;
- 2) 30 км;
- 3) 50 км;
- 4) 100 км;
- 5) 200 км.

14. Длина волны несущей частоты L1 системы GPS:

- 1) 15 см;
- 2) 18.7 см;
- 3) 19 см;
- 4) 24.1 см;
- 5) 24.4 см.

15. Длина волны несущей частоты L1 системы ГЛОНАСС:

- 1) 15 см;
- 2) 18.7 см;
- 3) 19 см;
- 4) 24.1 см;
- 5) 24.4 см.

16. Расчётная инструментальная погрешность Р кода системы GPS:

- 1) 0.2 м;
- 2) 0.3 м;
- 3) 0.4 м;
- 4) 0.5 м;
- 5) 0.6 м.

17. Расчётная инструментальная погрешность Р кода системы ГЛОНАСС:

- 1) 0.2 м;
- 2) 0.3 м;
- 3) 0.4 м;
- 4) 0.5 м;
- 5) 0.6 м.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

- 1 Общая характеристика спутниковых радионавигационных систем.
- 2 Глобальная спутниковая навигационная система ГНСС.
- 3 Примеры внедрения ГНСС.
- 4 Требования, предъявляемые к спутниковым навигационным системам.
- 5 Навигационные характеристики.
- 6 Требования к ГНСС.
- 7 Технические требования к элементам ГНСС.
- 8 Спутниковая система функционального дополнения.
- 9 Наземная система функционального дополнения.
- 10 Требования морских и речных пользователей системы ГНСС.
- 11 Требования других пользователей системы ГНСС.
- 12 Определение координат систем. Геоцентрические системы координат. Земные геоцентрические системы координат.
- 13 Системы времени. Локальные референтные системы координат.
- 14 Системы высот. Связь между земными системными координатами.
- 15 Невозмущённое движение спутника. Возмущённое движение ИСЗ.
- 16 Обеспечение эфемеридами спутников СРНС.
- 17 Системы GPS NAVSTAR.
- 18 Структура российской системы ГЛОНАСС.
- 19 Пользовательский сегмент СРНС. информационно-техническое дополнение для GPS и ГЛОНАСС Спутниковые приёмники.
- 20 Хранение времени в спутниковых технологиях. Спутниковая геодезическая аппаратура.
- 21 Среда распространения и её влияние на радиосигналы.
- 22 Влияние ионосферы на параметры наблюдений. Влияние тропосферы на параметры наблюдений. Многопутность электромагнитных волн.
- 23 Частоты радионавигационного сообщения.
- 24 Кодовый способ определения времени прохождения сигнала.
- 25 Фазовый способ определения времени прохождения сигнала.
- 26 Источники погрешностей в геодезических спутниковых измерениях.

27 Виды спутниковых наблюдений. Разность фаз. комбинации фазовых данных.

28 Комбинации псевдодальностей и фазы.

29 Методы определения координат с применением ГЛОНАСС и GPS технологий.

30 Абсолютный метод спутниковых определений. Дифференциальный метод определения координат.

31 Относительное позиционирование.

32 Объединение ГЛОНАСС и GPS методов с другими методами позиционирования.

31 Источники ошибок. Ошибки аппаратуры. Остаточное влияние атмосферы.

32 Коррекция в GPS измерениях. точность позиционирования по кодовым псевдодальностям. Точность позиционирования по фазе несущей.

33 Геодезические приемники. Схема панели управления.

34 Абсолютный способ определения координат и его потенциальные возможности.

35 Дифференциальный способ определения координат и его потенциальные возможности.

36 Относительный способ определения приращений координат в глобальных навигационных технологиях.

37 Спутниковая аппаратура пользователей, ее типы и функциональные возможности

38 Общий порядок выполнения работ. Проект построения геодезической сети. Рекогносцировка сети и закладка центров. Планирование доступности спутников.

39 Режимы спутниковых измерений.

40 Кинематический режим в относительном методе.

41 Геодезические сети для мониторинга Земной поверхности.

42 Метрологическое обеспечение спутниковых измерений.

43 Время, в спутниковых измерениях.

44 Системы всемирного времени.

45 движение навигационного спутника по орбите.

46 Информационные сигналы спутниковых навигационных систем.

47 Интерфейсы ГЛОНАСС и GPS.

48 Формирование информационного сигнала в ГЛОНАСС.

49 Формирование информационного сигнала в GPS.

50 Описание структуры и содержания навигационных данных, передаваемых со спутников GPS.

51 Назовите основные типы геодезических спутниковых приемников. Чем обусловлено применение в геодезических приемниках фазового метода?

52 Опишите последовательность работ на местности при относительных геодезических определениях в статическом режиме.

53 Опишите последовательность работ на местности при определениях координат в режиме кинематики с постобработкой.

- 54 Содержание и расположение данных навигационных спутников.
- 55 Описание структуры и содержания навигационных данных, передаваемых со спутников ГЛОНАСС.
- 56 Оперативная информация навигационного сообщения системы ГЛОНАСС.
- 57 Передача данных с контрольно-корректирующей станции на борт воздушного судна.
- 58 Структура и содержание навигационных данных дифференциальной ГНСС.
- 59 Кинематические и высокоточные сообщения.
- 60 Аппаратура потребителя. Требования к аппаратуре.
- 61 Основы расчета координат потребителя.
- 62 Расчет координат псевдодальномерным методом.
- 63 Погрешности навигационных определений.
- 64 Понятие геометрического фактора.
- 65 Итеративный метод расчета координат потребителя.
- 66 Дифференциальный метод определения координат.
- 67 Алгоритм расчета эфемерид навигационного спутника ГЛОНАСС на текущий момент времени.
- 68 Алгоритм расчета эфемерид навигационного спутника GPS на текущий момент времени.
- 70 Алгоритмы расчета времени.
- 71 Альманах навигационных спутников.
- 72 Планирование и проведение спутниковых измерений.
- 73 Опишите комплект оборудования и последовательность работ на местности при определениях координат в режиме кинематики реального времени.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 20 вопросов. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 10 до 12 баллов
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 13 до 16 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 17 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Системы координат и времени в	ПК-1, ПК-2	Тест, защита лабораторных

	спутниковых технологиях Основы теории движения искусственных спутников Земли		работ, требования к курсовой работе, экзамен
2	Структура СРНС Спутниковая аппаратура	ПК-1, ПК-2	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе, экзамен
3	Влияние окружающей среды на распространение СРНС	ПК-1, ПК-2	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе, экзамен
4	Модели параметров спутниковых наблюдений	ПК-1, ПК-2	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе, экзамен
5	Спутниковые методы наблюдения координат	ПК-1, ПК-2	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе, экзамен
6	Погрешности спутниковых наблюдений. Технология проведения полевых работ	ПК-1, ПК-2	Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовой работе, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1 Кружков, Д. М. Высокоточная навигация на основе информационных ГНСС-технологий : учебное пособие / Д. М. Кружков, П. В. ; под редакцией М. Н. Красильщикова. — Москва : МАИ, 2021 — Часть 1 : Математические основы — 2021. — 111 с. — ISBN 978-5-4316-0781-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/207449> (дата обращения: 19.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2 Кружков, Д. М. Высокоточная навигация на основе информационных ГНСС-технологий : учебное пособие / Д. М. Кружков, П. В. ; под редакцией М. Н. Красильщикова. — Москва : МАИ, 2021 — Часть 2 : ГЛОНАС: информационные технологии и алгоритмы решения навигационной задачи — 2021. — 115 с. — ISBN 978-5-4316-0813-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/207452> (дата обращения: 19.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3 Мареев, А. В. Спутниковые системы и технологии позиционирования: практикум : учебное пособие / А. В. Мареев, Е. Г. Гиенко. — Новосибирск : СГУГиТ, 2023. — 58 с. — ISBN 978-5-907711-19-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/393728> (дата обращения: 19.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4 Эволюция системы государственного геодезического обеспечения территории России : монография / Е. М. Мазурова, А. П. Карпик, А. П. Ганагина, Е. Г. Гиенко. — Новосибирск : СГУГиТ, 2016. — 184 с. — ISBN 978-5-87693-985-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157296> (дата обращения: 19.12.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Электронная информационно-образовательная среда ВГТУ
<https://web.archive.org/web/20211104054031/https://old.education.cchgeu.ru/>

Информационно-аналитический портал

Адрес ресурса: <http://www.infomine.com/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Компьютерный класс кафедры.
2. Спутниковые приемники.
3. Программное обеспечение.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Спутниковая геодезия» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета по результатам спутниковых измерений. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов;

	<ul style="list-style-type: none"> - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--