

**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 /

11 января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Спутниковые системы и технологии позиционирования»

Направление подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование

Профиль Геодезическое обеспечение геоинформационных систем

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2025

Автор программы



В.В. Шумейко

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 «Спутниковые системы и технологии позиционирования» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Спутниковые системы и технологии позиционирования» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен консультировать потребителей по работе с элементом инфраструктуры использования РКД

ПК-4 - Способен выполнять отдельные технологические операции по созданию информационных продуктов и услуг на основе использования данных ДЗЗ

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	Знать и применять методы решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение). Знать основы использования баз данных, программных средств геоинформационных

	систем, умеет работать с инфраструктурой пространственных данных. Знать основы ДЗЗ, спутниковых систем навигации, картографического и геодезического обеспечения
	уметь систематизировать, обобщать и анализировать разнородную информацию. 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)
ПК-4	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 и способы метрологического обеспечения геодезических приборов и инструментов
	уметь осуществлять сбор и анализ исходной геодезической информации о районе работ и информации хранящейся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности. Уметь работать с программным обеспечением и базами данных по учету, анализу и систематизации результатов инженерно-геодезических работ Уметь пользоваться всеми геодезическими приборами и инструментами, имеющимися на кафедре.
	владеть компьютерными технологиями для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Спутниковые системы и технологии позиционирования» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	78	36	42
В том числе:			
Лекции	32	18	14
Практические занятия (ПЗ)	14	-	14
Лабораторные работы (ЛР)	32	18	14
Самостоятельная работа	66	36	30
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	180	72	108
зач.ед.	5	2	3

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	20	8	12
В том числе:			
Лекции	8	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	-	4
Лабораторные работы (ЛР)	8	4	4
Самостоятельная работа	147	60	87
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет	+	+	+
Общая трудоемкость:			
академические часы	180	72	108
зач.ед.	5	2	3

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	Определение координат систем. Геоцентрические	6	2	8	8	24

	технологиях Основы теории движения искусственных спутников Земли	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	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.	6	2	8	8	24
3	Влияние окружающей среды на распространение СРНС	Среда распространения и её влияние на радиосигналы. Влияние ионосферы на параметры наблюдений. Влияние тропосферы на параметры наблюдений. Многопутность электромагнитных волн.	6	2	8	8	24
4	Модели параметров спутниковых наблюдений	Виды спутниковых наблюдений. Разность фаз. комбинации фазовых данных. Комбинации псевдодальностей и фазы.	6	4	8	8	26
5	Спутниковые методы наблюдения координат	Методы определения координат с применением ГЛОНАСС и GPS технологий. Абсолютный метод спутниковых	4	4	8	8	24

		определений. Дифференциальный метод определения координат. Относительное позиционирование. Объединение ГЛОНАСС и GPS методов с другими методами позиционирования.					
6	Погрешности спутниковых наблюдений. Технология проведения полевых работ	Источники ошибок. Ошибки аппаратуры. Остаточное влияние атмосферы. Коррекция в GPS измерениях. точность позиционирования по кодовым псевдодальностям. Точность позиционирования по фазе несущей. 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.	4	4	6	8	22
Итого			32	18	46	48	144

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	2	-	2	24	28

		системными координатами. Невозмущённое движение спутника. Возмущённое движение ИСЗ. Обеспечение эфемеридами спутников СРНС.					
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	24	28
3	Влияние окружающей среды на распространение СРНС	Среда распространения и её влияние на радиосигналы. Влияние ионосферы на параметры наблюдений. Влияние тропосферы на параметры наблюдений. Многопутность электромагнитных волн.	2	-	2	24	28
4	Модели параметров спутниковых наблюдений	Виды спутниковых наблюдений. Разность фаз. комбинации фазовых данных. Комбинации псевдодальностей и фазы.	2	-	2	24	28
5	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	-	2	-	26	28

		методами позиционирования.					
6	Погрешности спутниковых наблюдений. Технология проведения полевых работ	Источники ошибок. Ошибки аппаратуры. Остаточное влияние атмосферы. Коррекция в GPS измерениях. точность позиционирования по кодовым псевдодальностям. Точность позиционирования по фазе несущей. 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	-	25	27
Итого			8	4	8	147	167

5.2 Перечень лабораторных работ

Преобразование систем координат в космической геодезии;

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 курсового проекта в 4 семестре для очной формы обучения, в 4 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Подготовка данных для проектирования геодезической сети спутниковыми методами».

В зависимости от номера варианта варьируется тип объекта, его характеристики и местоположение (район работ)

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- 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.

Курсовой проект 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-3	Знать и применять методы решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение). Знать основы использования баз данных, программных средств геоинформационных систем, умеет работать с инфраструктурой пространственных данных. 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 систематизировать, обобщать и анализировать разнородную информацию. 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 космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение)	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-4	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 и способы метрологического обеспечения геодезических приборов и инструментов	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 осуществлять сбор и анализ исходной геодезической информации о районе работ и информации хранящейся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности. Уметь работать с программным обеспечением и базами данных по учету, анализу и систематизации результатов инженерно-геодезических работ Уметь пользоваться всеми геодезическими приборами и инструментами, имеющимися на кафедре.	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 компьютерными технологиями для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности	посещение лекционных, лабораторных, занятий. Выполненные и сданные ЛР.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4, 5 семестре для очной формы обучения, 4, 5 семестре для заочной формы обучения по двух/четырёхбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-3	Знать и применять методы решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение). Знать основы использования баз данных, программных средств геоинформационных систем, умеет работать с инфраструктурой пространственных данных. Знать основы ДЗЗ, спутниковых систем навигации, картографического и геодезического обеспечения	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь систематизировать, обобщать и анализировать разнородную информацию. Уметь применять специализированные программные средства для систематизации и комплексного анализа информации	Решение стандартных практических задач	Продемонстрировать 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	Продемонстрировать верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	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 и способы метрологического	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	обеспечения геодезических приборов и инструментов			
	уметь осуществлять сбор и анализ исходной геодезической информации о районе работ и информации хранящейся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности. Уметь работать с программным обеспечением и базами данных по учету, анализу и систематизации результатов инженерно-геодезических работ Уметь пользоваться всеми геодезическими приборами и инструментами, имеющимися на кафедре.	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирована и верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть компьютерными технологиями для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирована и верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ИЛИ

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-3	Знать и применять методы решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение). Знать основы использования баз данных, программных средств геоинформационных систем, умеет	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	работать с инфраструктурой пространственных данных. Знать основы ДЗЗ, спутниковых систем навигации, картографического и геодезического обеспечения					
	уметь систематизировать, обобщать и анализировать разнородную информацию. 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
ПК-4	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 и способы метрологического обеспечения геодезических приборов и инструментов	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь осуществлять сбор и анализ исходной	Решение стандартных практических	Задачи решены в полном	Продемонстрирован верный ход	Продемонстрирован верный ход	Задачи не решены

геодезической информации о районе работ и информации хранящейся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности. Уметь работать с программным обеспечением и базами данных по учету, анализу и систематизации результатов инженерно-геодезических работ Уметь пользоваться всеми геодезическими приборами и инструментами, имеющимися на кафедре.	задач	объеме и получены верные ответы	решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	решения в большинстве задач	
владеть компьютерными технологиями для анализа данных, хранящихся в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности	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. 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.

2. Удаление спутников системы GPS от центра Земли:

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

3. В спутниковых системах GPS и ГЛОНАСС используется:

- 1) амплитудная модуляция;
- 2) частотная модуляция;
- 3) манипуляция фазы.+

4. Не требуется располагать теорией движения ИСЗ:

- 1) в геометрическом методе;+
- 2) в динамическом методе;
- 3) в орбитальном методе.

5. Измерения должны быть синхронны:

- 1) в геометрическом методе;+
- 2) в динамическом методе;
- 3) в орбитальном методе.

6. Определяются только начальные условия движения ИСЗ и координаты пунктов:

- 1) в геометрическом методе;
- 2) в динамическом методе;
- 3) в орбитальном методе.+

7. В модели преобразования координат Гельмерта в общем случае требуются:

- 1) 3 параметра;
- 2) 5 параметров;
- 3) 7 параметров;+
- 4) 9 параметров;
- 5) 12 параметров.

8. Сегмент космических аппаратов систем GPS и ГЛОНАСС должен состоять:

- 1) из 9 спутников;
- 2) из 21 спутника;
- 3) из 24 спутников;+
- 4) из 28 спутников;
- 5) из 30 спутников.

9. В спутниковых системах GPS и ГЛОНАСС используется:

- 1) амплитудная модуляция;
- 2) частотная модуляция;
- 3) манипуляция фазы.+

10. Количество орбитальных плоскостей в спутниковой системе GPS:

- 1) 3;

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

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

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.+

11. 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.

12. 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.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Длина волны псевдослучайной последовательности C/A кода:

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

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. Расчётная инструментальная погрешность P кода системы GPS:

- 1) 0.2 м;
- 2) 0.3 м;+
- 3) 0.4 м;

- 4) 0.5 м;
- 5) 0.6 м.

6. 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. Расчетная инструментальная погрешность фазовых измерений:

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

8. Ионосфера простирается выше:

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

9. Через ионосферу проходят волны длиной:

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

10. Больше скорости света:

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

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

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

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

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

13. 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.+

14. 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.+

15. 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.+

16. При создании геодезических сетей основным режимом работы является:

- 1) кинематический;
- 2) стой и иди;
- 3) статический.+

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

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). 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 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 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 спутниковых технологиях Основы теории движения искусственных спутников Земли	ПК-3, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Структура СРНС Спутниковая аппаратура	ПК-3, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Влияние окружающей среды на распространение СРНС	ПК-3, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к

			курсовому проекту....
4	Модели параметров спутниковых наблюдений	ПК-3, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Спутниковые методы наблюдения координат	ПК-3, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Погрешности спутниковых наблюдений. Технология проведения полевых работ	ПК-3, ПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

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. Бартенев В.А., Гречкосеев А.К., Козорез Д.А., Красильщиков М.Н.

Современные и перспективные информационные ГНСС-технологии в задачах высокоточной навигации : монография / В.А. Бартенев, А.К. Гречкосеев, Д.А. Козорез, М.Н. Красильщиков ; под редакцией В.А.Бартенева, М.Н. Красильщикова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2014. — 192 с. — ISBN 978-5-9221-1577-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91173> (дата обращения: 11.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Карлашук В.И. Спутниковая навигация. Методы и средства [Электронный ресурс]/ Карлашук В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.— 284 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65412.html>.— ЭБС «IPRbooks»

3. Кашкаров, А.П. Система спутниковой навигации ГЛОНАСС / А.П. Кашкаров. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 96 с. — ISBN 978-5-97060-597-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/97338> (дата обращения: 11.09.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Мещеряков, А.А. Спутниковая Радионавигационная Система «Навстар» (GPS) : учебно-методическое пособие / А.А. Мещеряков. — Москва : ТУСУР, 2012. — 39 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10857> (дата обращения: 11.09.2019). — 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:

1.Лицензионное программное обеспечение

- Microsoft Office Word 2013/2007
- Microsoft Office Excel 2013/2007
- Microsoft Office Power Point 2013/2007
- Autodesk для учебных заведений. Трехлетняя подписка к бессрочной лицензии:
- AutoCAD
- Civil 3D

2.Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

3.Информационные справочные системы

<http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru/>

4.Современные профессиональные базы данных

East View

Адрес ресурса: <https://dlib.eastview.com/>

Academic Search Complete

Адрес ресурса: <https://neftegaz.ru/>

«Геологическая библиотека» — интернет-портал специализированной литературы

Адрес ресурса: <http://www.geokniga.org/maps/1296>

Электронная библиотека «Горное дело»

Адрес ресурса: <http://www.bibl.gorobr.ru/>

MINING INTELLIGENCE & TECHNOLOGY —

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 «Спутниковые системы и технологии позиционирования» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

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. 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 курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

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; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	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 зачетом, экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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