

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Панфилов Д.В.

«31» августа 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Спутниковая геодезия»

Направление подготовки 21.04.03 ГЕОДЕЗИЯ И ДИСТАНЦИОННОЕ
ЗОНДИРОВАНИЕ

Профиль Инженерная геодезия

Квалификация выпускника Магистр

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

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2017

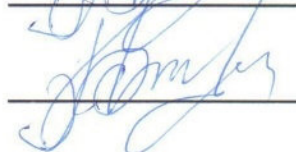
Автор программы

 / Н.Б. Хахулина /

Заведующий кафедрой
Кадастра недвижимости,
землеустройства и геодезии

 / В.Н. Баринов /

Руководитель ОПОП

 / В.Н. Баринов /

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины –сформировать у будущих магистрантов комплекса знаний в области глобальных и локальных спутниковых систем при решении практико-ориентированных задач в рамках производственно-технологической и проектно-изыскательской профессиональной деятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачи дисциплины:

- сформировать знания об основах работы геодезических спутниковых навигационных систем;
- сформировать умения в выборе технологии спутниковых геодезических определений;
- сформировать навыки в работе с геодезической спутниковой аппаратурой.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Спутниковая геодезия» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ОПК-2 - способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов

ПК-7 - готовностью осуществлять высокоточные измерения в области геодезии, геодинамики и дистанционного зондирования

ПК-8 - способностью к обработке, синтезу геодезической и аэрокосмической информации для целей картографирования, научно-исследовательских и производственных работ

ПК-13 - готовностью применять системы телекоммуникации и глобального спутникового позиционирования в геоинформационных системах, аэрокосмических и геодезических работах, мониторинге

ПК-14 - готовностью к разработкам нормативно-технических документов по организации и проведению топографо-геодезических работ и работ, связанных с дистанционным зондированием территорий, на основе научных исследований

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	знать современное спутниковое геодезическое оборудование и приборы
	уметь профессионально эксплуатировать современное спутниковое геодезическое

	оборудование и приборы
	владеть навыками эксплуатации современного спутникового геодезического оборудования и приборов
ПК-7	знать методы, способы и средства геодезических измерений спутниковыми приемниками
	уметь выполнять высокоточные измерения спутниковым оборудованием
	владеть навыком сбора и обработки информации геодезических измерений
ПК-8	знать способы обработки геодезической и аэрокосмической информации для целей картографирования, научно-исследовательских и производственных работ
	уметь обрабатывать данные спутниковых измерений
	владеть навыком обработки информации, полученной с помощью спутникового оборудования
ПК-13	знать системы телекоммуникации и глобального спутникового позиционирования в геоинформационных системах, аэрокосмических и геодезических работах, мониторинге
	уметь использовать системы телекоммуникации и глобального спутникового позиционирования в геоинформационных системах, аэрокосмических и геодезических работах, мониторинге
	владеть навыками работы с гнсс приемниками
ПК-14	знать нормативно-технические документы по организации и проведению топографо-геодезических работ с использованием спутникового геодезического оборудования
	уметь разрабатывать нормативно-технические документов по организации и проведению топографо-геодезических работ с использованием спутникового геодезического оборудования
	владеть готовностью к разработкам нормативно-технических документов по организации и проведению топографо-геодезических работ и работ, связанных с дистанционным зондированием территорий, на основе научных исследований

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	Семестр ы
		3
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	99	99
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	Семестр ы
		3
Аудиторные занятия (всего)	12	12
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа	159	159
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	180	180
зач.ед.	5	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	Определение координат систем. Геоцентрические	2	2	2	14	20

	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.	4	2	2	14	22
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.	4	2	4	14	24
4	Модели параметров спутниковых наблюдений	Виды спутниковых наблюдений. Разность фаз. комбинации фазовых данных. Комбинации псевдодальностей и фазы.	2	2	2	14	20
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 методами позиционирования.	2	2	2	14	20
6	Погрешности	Источники ошибок. Ошибки	2	4	2	14	22

	спутниковых наблюдений	аппаратуры. Остаточное влияние атмосферы. Коррекция в GPS измерениях. точность позиционирования по кодовым псевдодальностям. Точность позиционирования по фазе несущей.					
7	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	4	4	15	25
Итого			18	18	18	99	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	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	2	-	2	26	30

		технологиях. Спутниковая геодезическая аппаратура.					
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.	-	-	-	26	26
4	Модели параметров спутниковых наблюдений	Виды спутниковых наблюдений. Разность фаз. комбинации фазовых данных. Комбинации псевдодальностей и фазы.	-	-	-	26	26
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 методами позиционирования.	-	2	-	28	30
6	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	-	27	29
Итого			4	4	4	159	171

5.2 Перечень лабораторных работ

- 1 Общее знакомство с приемником GRX 1.
- 2 Спутниковая аппаратура потребителя. Выбор спутниковой аппаратуры
- 3 Комплект фазовой спутниковой аппаратуры. Способы установки антенны и измерения ее высоты.
- 4 Планирование сеансов спутниковых наблюдений
- 5 Относительный метод спутникового позиционирования. Измерения базовых линий.
- 6 Обработка спутниковых измерений.
- 7 Дифференциальный метод спутникового позиционирования.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения, в 3 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы:

- Преобразование координат пунктов спутниковой сети в местную (локальную) систему на конкретном объекте;
- Проектирование, организация процесса наблюдений и анализ точности спутниковых сетей
- Обработка спутниковых измерений геодезической сети

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- научиться преобразовывать координаты из одной системы в другую;
- выполнять проектирование работ, с использованием спутникового геодезического оборудования;
- выполнять обработку 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
ОПК-2	знать современное спутниковое геодезическое оборудование и приборы	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь профессионально эксплуатировать современное спутниковое геодезическое оборудование и приборы	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками эксплуатации современного спутникового геодезического оборудования и приборов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-7	знать методы, способы и средства геодезических измерений спутниковыми приемниками	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	уметь выполнять высокоточные измерения спутниковым оборудованием	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыком сбора и обработки информации геодезических измерений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-8	знать способы обработки геодезической и аэрокосмической информации для целей картографирования, научно-исследовательских и производственных работ	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь обрабатывать данные спутниковых измерений	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыком обработки информации, полученной с помощью спутникового оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-13	знать системы телекоммуникации и глобального спутникового позиционирования в геоинформационных системах, аэрокосмических и геодезических работах, мониторинге	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать системы телекоммуникации и глобального спутникового позиционирования в геоинформационных системах, аэрокосмических и геодезических работах, мониторинге	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками работы с гнсс приемниками	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-14	знать нормативно-технические документы по организации и проведению топографо-геодезических работ с использованием спутникового геодезического оборудования	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать нормативно-технические документов по организации и проведению топографо-геодезических работ с использованием спутникового геодезического	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	оборудования			
	владеть готовностью к разработкам нормативно-технических документов по организации и проведению топографо-геодезических работ и работ, связанных с дистанционным зондированием территорий, на основе научных исследований	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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 3 семестре для очной формы обучения, 3 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	знать современное спутниковое геодезическое оборудование и приборы	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь профессионально эксплуатировать современное спутниковое геодезическое оборудование и приборы	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 навыками эксплуатации современного спутникового геодезического оборудования и приборов	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-7	знать методы, способы и средства геодезических измерений спутниковыми приемниками	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выполнять высокоточные измерения спутниковым оборудованием	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 навыком сбора и обработки информации	Решение прикладных	Задачи решены в	Продемонстрирован	Продемонстрирован	Задачи не решены

	геодезических измерений	задач в конкретной предметной области	полном объеме и получены верные ответы	верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	верный ход решения в большинстве задач	
ПК-8	знать способы обработки геодезической и аэрокосмической информации для целей картографирования, научно-исследовательских и производственных работ	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь обрабатывать данные спутниковых измерений	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 навыком обработки информации, полученной с помощью спутникового оборудования	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-13	знать системы телекоммуникации и глобального спутникового позиционирования в геоинформационных системах, аэрокосмических и геодезических работах, мониторинге	Тест	Выполнение теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь использовать системы телекоммуникации и глобального спутникового позиционирования в геоинформационных системах, аэрокосмических и геодезических работах, мониторинге	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 навыками работы с гнсс приемниками	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	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

				задачах		
ПК-14	знать нормативно-технические документы по организации и проведению топографо-геодезических работ с использованием спутникового геодезического оборудования	Тест	Выполнени е теста на 90- 100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильны х ответов
	уметь разрабатывать нормативно-технические документов по организации и проведению топографо-геодезических работ с использованием спутникового геодезического оборудования	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонст р ирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстр ирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть готовностью к разработкам нормативно-технических документов по организации и проведению топографо-геодезических работ и работ, связанных с дистанционным зондированием территорий, на основе научных исследований	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонст р ирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстр ирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные 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

Вопросы для тестирования с вариантами ответов:

- Частота С/А кода в спутниковой системе GPS:
 - 1.023 МГц;+
 - 5.11 МГц;
 - 10.23 МГц;
 - 1227.6 МГц;
 - 1246 МГц;
 - 1575.42 МГц;
 - 1602 МГц.
- Удаление спутников системы GPS от центра Земли:
 - 1100 км;
 - 12200 км;
 - 25500 км;
 - 26600 км;+
 - 36000 км.
- В спутниковых системах GPS и ГЛОНАСС используется:
 - амплитудная модуляция;
 - частотная модуляция;
 - 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.
11. Количество орбитальных плоскостей в спутниковой системе ГЛОНАСС:
- 1) 3;+
 - 2) 4;
 - 3) 6;
 - 4) 9;
 - 5) 12.

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 вопросы для тестирования с вариантами ответов:

1 Угол наклона орбит спутниковой системы GPS:

1) ;

2) ;+

3) ;

4) ;

5) .

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 P 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 P 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 решения прикладных задач *вопросы для экзамена*

- 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 Виды спутниковых наблюдений. Разность фаз. комбинации фазовых данных.
- 24 Комбинации псевдодальностей и фазы.
- 25 Методы определения координат с применением ГЛОНАСС и GPS технологий.
- 26 Абсолютный метод спутниковых определений. Дифференциальный метод определения координат.
- 27 Относительное позиционирование.
- 28 Объединение ГЛОНАСС и GPS методов с другими методами позиционирования.
- 29 Источники ошибок. Ошибки аппаратуры. Остаточное влияние атмосферы.
- 30 Коррекция в GPS измерениях. точность позиционирования по кодовым псевдодальностям. Точность позиционирования по фазе несущей
- 31 Общий порядок выполнения работ. Проект построения геодезической сети. Рекогносцировка сети и закладка центров. Планирование доступности спутников.
- 32 Режимы спутниковых измерений.
- 33 Кинематический режим в относительном методе.
- 34 Геодезические сети для мониторинга Земной поверхности.
- 35 Метрологическое обеспечение спутниковых измерений.
- 36 Время, в спутниковых измерениях
- 37 Системы всемирного времени
- 38 движение навигационного спутника по орбите
- 39 Информационные сигналы спутниковых навигационных систем
- 40 Интерфейсы ГЛОНАСС и GPS
- 41 Формирование информационного сигнала в ГЛОНАСС
- 42 Формирование информационного сигнала в GPS
- 43 Описание структуры и содержания навигационных данных, передаваемых со спутников GPS

- 44 Содержание и расположение данных навигационных спутников
- 45 Описание структуры и содержания навигационных данных, передаваемых со спутников ГЛОНАСС
- 46 Оперативная информация навигационного сообщения системы ГЛОНАСС
- 47 Альманах
- 48 Передача данных с контрольно-корректирующей станции на борт воздушного судна
- 49 Структура и содержание навигационных данных дифференциальной ГНСС
- 50 Кинематические и высокоточные сообщения
51. Аппаратура потребителя. Требования к аппаратуре
- 52 Основы расчета координат потребителя
- 53 Расчет координат псевдодалномерным методом
- 54 Погрешности навигационных определений
- 55 Понятие геометрического фактора
- 56 Итеративный метод расчета координат потребителя
- 57 Дифференциальный метод определения координат
- 58 Алгоритм расчета эфемерид навигационного спутника ГЛОНАСС на текущий момент времени
- 59 Алгоритм расчета эфемерид навигационного спутника GPS на текущий момент времени
- 60 Алгоритмы расчета времени

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

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	ОПК-2, ПК-7, ПК- 8, ПК-13, ПК-14	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

2	Структура СРНС. Спутниковая аппаратура	ОПК-2, ПК-7, ПК- 8, ПК-13, ПК-14	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Влияние окружающей среды на распространение СРНС	ОПК-2, ПК-7, ПК- 8, ПК-13, ПК-14	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Модели параметров спутниковых наблюдений	ОПК-2, ПК-7, ПК- 8, ПК-13, ПК-14	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Спутниковые методы наблюдения координат	ОПК-2, ПК-7, ПК- 8, ПК-13, ПК-14	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Погрешности спутниковых наблюдений	ОПК-2, ПК-7, ПК- 8, ПК-13, ПК-14	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
7	Технология проведения полевых работ	ОПК-2, ПК-7, ПК- 8, ПК-13, ПК-14	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. Карлацук В.И. Спутниковая навигация. Методы и средства [Электронный ресурс]/ Карлацук 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. ЭБС «СройКонсультант»- информационная система нормативно-технических документов;
2. www.dwg.ru;
3. www.iasv.ru;

4. NormaCS;
5. Stroyka.ru;
6. Normark.ru;
7. Complexdox.ru;
8. Stroiconsultant.ru.
9. Электронно-библиотечная система «Elibrary»
- 10 Электронно-библиотечная система «IPRbooks»

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Комплект спутникового оборудования

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 спутниковых измерений. Занятия проводятся путем решения конкретных задач на улице.

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; - 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 экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.