



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

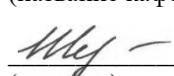
---

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
(подпись) В.М. Каморный  
(Ф.И.О. рук. ОП)  
« 28 » января 2022 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор отделения  
горного и нефтегазового дела  
(название кафедры)

  
(подпись) Н.В. Шестаков  
(Ф.И.О. зав. каф.)  
« 28 » января 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ**  
Направление подготовки 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»  
Профиль «Космическая геодезия и картография»  
Форма подготовки очная

курс 4 семестр 7,8  
лекции 18 час.  
практические занятия 72 час.  
лабораторные работы 36 час.  
в том числе с использованием МАО лек. - /пр.- /лаб. - час.  
всего часов аудиторной нагрузки 126 час.  
в том числе с использованием МАО - час.  
самостоятельная работа 90 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.  
контрольные работы (количество) - 2.  
курсовая работа / курсовой проект - семестр  
зачет 8 семестр  
экзамен 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.08.2020 № 972.

Рабочая программа обсуждена на заседании отделения горного и нефтегазового дела, № 5 от «28» января 2022 г.

Директор отделения Шестаков Н.В.  
Составитель: к.т.н., доцент Н.В. Шестаков

Владивосток

2022

## Оборот титульного листа

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Аннотация дисциплины  
«Спутниковые системы и технологии позиционирования»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачётных единиц / 216 академических часов. Учебным планом предусмотрены: лекционные занятия – 18 часов, лабораторные занятия – 36 часов, практические занятия – 72 часа, самостоятельная работа – 90 часов, в том числе на подготовку к экзамену – 27 часов. Дисциплина реализуется в 7-м и 8-м семестрах. Форма контроля экзамен, зачет.

Язык реализации – русский.

Цели и задачи освоения дисциплины:

**Цель:** теоретическая и практическая подготовка студентов к самостоятельной деятельности в области применения средств и методов глобального спутникового позиционирования при проведении научных исследований, а также в осуществлении производственной деятельности предприятий и организаций.

**Задачи:**

- изучение теоретических основ систем глобального спутникового позиционирования;
- изучение средств и методов практического применения систем глобального спутникового позиционирования в геодезии и смежных областях науки и производства;
- приобретение навыков практического применения систем глобального спутникового позиционирования в геодезии;
- изучение средств и методов применения систем глобального спутникового позиционирования для выполнения исследований в разных областях наук о Земле: сейсмологии, вулканологии, геодинамике, физике верхних слоев атмосферы.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1. Способен проводить фундаментальные и прикладные научные исследования в сфере профессиональной деятельности.	ПК-1.1. Демонстрирует знание основных научных задач сферы профессиональной деятельности. ПК-1.2. Планирует и проводит научные исследования в сфере профессиональной деятельности, обрабатывает и анализирует результаты.

Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	ПК-1.3. Использует прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации для проведения научных исследований.
ПК-2. Способен к созданию, развитию и реконструкции государственных геодезической, нивелирной, гравиметрической сетей, а также сетей специального назначения.	ПК-2.1. Выполняет полевые и камеральные геодезические работы по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей дифференциальных геодезических станций.
ПК-4. Способен решать задачи по определению фигуры Земли и ее внешнего гравитационного поля.	ПК-4.1. Выполняет математическую обработку высокоточных разнородных измерений.
ПК-6. Способен выполнять координатные и навигационные определения с использованием технологий глобальных навигационных спутниковых систем.	ПК-6.1. Владеет технологией выполнения работ по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС. ПК-6.2. Способен выполнять обработку спутниковых и наземных наблюдений, проводить анализ полученных результатов применительно к конкретным задачам потребителей с использованием современных технологий.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1. Демонстрирует знание основных научных задач сферы профессиональной деятельности.	Знает основные научные задачи сферы профессиональной деятельности. Умеет выбирать направление научных исследований в сфере профессиональной деятельности. Владеет методами постановки научных задач в сфере профессиональной деятельности.
ПК-1.2. Планирует и проводит научные исследования в сфере профессиональной деятельности, обрабатывает и анализирует результаты.	Знает методы планирования и проведения научных исследований, обработки и анализа результатов. Умеет планировать и проводить научные исследования, обрабатывать и анализировать результаты.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	Владеет методами планирования и проведения научных исследований, обработки и анализа результатов.
ПК-1.3. Использует прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации для проведения научных исследований.	<p>Знает прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации.</p> <p>Умеет применять прикладное программное обеспечение, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации.</p> <p>Владеет технологией использования прикладных программ, физико-математического аппарата, технических и руководящих документов и системы источников информации для проведения научных исследований.</p>
ПК-2.1. Выполняет полевые и камеральные геодезические работы по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей дифференциальных геодезических станций.	<p>Знает базовые принципы производства основных видов геодезических работ.</p> <p>Умеет выполнять основные виды геодезических работ.</p> <p>Владеет методами выполнения полевых и камеральных геодезических работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей дифференциальных геодезических станций.</p>
ПК-4.1. Выполняет математическую обработку высокоточных разнородных измерений.	<p>Знает теорию математической обработки высокоточных разнородных измерений.</p> <p>Умеет применять аппарат теории математической обработки геодезических измерений.</p> <p>Владеет аппаратом теории математической обработки геодезических измерений.</p>
ПК-6.1. Владеет технологией выполнения работ по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС.	<p>Знает технологию выполнения работ по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС.</p> <p>Умеет выполнять работы по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС.</p> <p>Владеет технологией выполнения работ по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС.</p>
ПК-6.2. Способен выполнять обработку спутниковых и	Знает технологию обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
наземных наблюдений, проводить анализ полученных результатов применительно к конкретным задачам потребителей с использованием современных технологий.	использование современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей. Умеет обрабатывать и анализировать результаты спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей. Владеет технологией обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Спутниковые системы и технологии позиционирования» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: практические занятия в форме семинара.

#### 1. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет \_\_\_ зачётных единиц (\_\_\_ академических часов), (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

#### Виды учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

## II. Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	

1	Системы глобального позиционирования	7	18	-	36	-	54	27	УО-1; УО-3; ПР-2; ПР-7; ПР-12
		8	-	36	36	-	36	-	УО-1; УО-3; ПР-2; ПР-7; ПР-12
	Итого		18	36	72	-	90	27	

### **III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

#### **МОДУЛЬ 1. Системы глобального позиционирования (18 час.)**

##### **Раздел 1. Принципы функционирования систем глобального позиционирования (5 час.)**

###### **Тема 1. Введение (1 час.)**

Введение в предмет и общие положения.

История развития методов координатных определений и систем спутникового позиционирования.

Обзор систем космического позиционирования VLBI, SLR, DORIS

Принципы работы, структура, их использование для целей позиционирования.

###### **Тема 2. Системы координат и времени (2 час.)**

Системы координат и времени, используемые в системах глобального позиционирования.

###### **Тема 3. Навигационные спутники (2 час.)**

Орбиты навигационных спутников, их определение и распространение.

Структура систем глобального позиционирования.

Сигналы, передаваемые навигационными спутниками, их структура и принципы обработки.

##### **Раздел 2. Измерения в ГНСС и их погрешности (5 час.)**

###### **Тема 4. Псевдодальномерные измерения (2 час.)**

Псевдодальномерные измерения в системах глобального позиционирования – фазовый и кодовый методы.

Особенности их реализации.

Комбинирование фазовых и кодовых измерений.

Формирование разностей измерений.

### **Тема 5. Источники погрешностей ГНСС-позиционирования (3 час.)**

Факторы, влияющие на результаты спутниковых измерений

Ошибки исходных данных

Воздействие внешней среды,

Инструментальные погрешности,

Геометрический фактор,

Ошибки методик наблюдения и обработки данных.

### **Раздел 3. Решение задач позиционирования (4 час.)**

### **Тема 6. Математические модели позиционирования (2 час.)**

Математические модели позиционирования: абсолютный и относительный методы.

Предобработка измерений.

Разрешение неоднозначностей фазовых измерений.

### **Тема 7. Уравнивание спутниковых сетей (2 час.)**

Уравнивание спутниковых сетей GPS/ГЛОНАСС.

Государственные геодезические спутниковые сети РФ.

Трансформирование результатов спутникового позиционирования.

### **Раздел 4. Программно-аппаратные комплексы пользователя и их применение в научных исследованиях (4 час.)**

### **Тема 8. Аппаратура пользователя и программное обеспечение для обработки спутниковых геодезических измерений. (1 час.)**

Классификация аппаратуры пользователя

Особенности применения аппаратуры пользователя

### **Тема 9. Программное обеспечение для обработки ГНСС-данных (1 час.)**

Классификация программных продуктов для обработки ГНСС-данных

Особенности применения программных продуктов для обработки ГНСС-данных

### **Тема 10. Применение ГНСС в научных исследованиях (2 часа)**

Применение ГНСС-технологий в геодинимических и сейсмологических исследованиях, и вулканологии

Применение ГНСС-технологий в гидрометеорологии

#### **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

##### **Практические занятия (72 час.)**

##### **Занятие 1 (6 час.)**

1. Изучение работы сдвиговых регистров обратной связи.
2. Расчет ПСП-последовательностей.
3. Вычисление значения GPS WEEK и дня недели по заданной календарной дате.

##### **Занятие 2 (6 час.)**

1. Трансформирование пространственных положений, получаемых при помощи систем GPS/ГЛОНАСС в различные системы координат.
2. Преобразование компонент базовой линии в местную топоцентрическую систему координат.

##### **Занятие 3 (10 час.)**

1. Решение задачи абсолютного позиционирования по измеренным кодовым псевдодалностям приемник-спутник методом наименьших квадратов.

1. Вычисление геометрического фактора.

##### **Занятие 4 (8 час.)**

1. Планирование спутниковых наблюдений.
2. Расчет допустимых расстояний до препятствий, расположенных вблизи спутниковой антенны.
3. Построение диаграммы видимости спутников GPS и ГЛОНАСС на пункте наблюдений.

4. Изучение изменения видимого расположения спутников на небесной сфере в зависимости от времени суток, широты и долготы пункта наблюдений используемой системы глобального позиционирования.

#### **Занятие 5 (8 час.)**

1. Международная GNSS служба IGS.
2. Состав, назначение, выполняемые функции.
3. Использование данных, рутинно формируемых этой службой и выставляемых в Интернет для обработки GPS/ГЛОНАСС измерений.

#### **Занятие 6 (8 час.)**

1. Международный формат записи и обмена данными GPS/ГЛОНАСС измерений RINEX.
2. Принципы построения, структура, практическое использование. Формат COMPACT RINEX.

#### **Занятие 7 (8 час.)**

1. Использование Интернет-сервисов для обработки ГНСС-данных.
2. Сравнительный анализ точности и оперативности получения пространственных положений при помощи Интернет-сервисов.

#### **Занятие 8 (8 час.)**

1. Структура сайта ITRF. Модификации ITRF. Особенности реализации и использования ITRF2014.
2. Получение координат системе ITRF2008 и 2014 на заданные эпохи.

#### **Занятие 9 (10 час.)**

1. Извлечение данных о полном электронном содержании (ПЭС) и содержании водяного пара в тропосфере по данным ГНСС-наблюдений.

### **Лабораторные работы (36 час.)**

#### **Лабораторная работа №1 (8 час.)**

1. Изучение особенностей выполнения и практическая реализация GPS/ГЛОНАСС наблюдений в режимах «статика», «стой и иди», «непрерывная кинематика», RTK.

2. Документирование спутниковых наблюдений.

**Лабораторная работа №2 (8 час.)**

1. Передача данных «сырых» спутниковых наблюдений в компьютер.

2. Преобразование их в формат RINEX.

3. Архивирование, манипулирование данными («вырезание» фрагментов, дискретизация, интерполирование, формирование файлов заданной длительности, изменение данных заголовка).

**Лабораторная работа №3 (8 час.)**

1. Знакомство со структурой, основными возможностями, достоинствами и недостатками наиболее распространенных инженерных программных пакетов (TrimbleBusinessCenter, MagnetOfficeTools и др.).

**Лабораторная работа №4 (8 час.)**

1. Создание и конфигурация проекта, импорт/экспорт GPS/ГЛОНАСС данных в проект.

2. Обработка базовых линий и оценка качества полученных результатов.

3. Уравнивание измерений.

4. Преобразование координат в местную систему координат и высот.

5. Привязка сети к системам координат WGS-84/ITRF.

**Лабораторная работа №5 (4 час.)**

1. Обработка данных GPS/ГЛОНАСС измерений при помощи.

2. Интернет-серверов-обработчиков спутниковых измерений.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Спутниковые системы и технологии позиционирования» включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **Самостоятельная работа по дисциплине**

**«Спутниковые системы и технологии позиционирования» включает:**

1. Подготовку к устным опросам по предыдущим темам
2. Подготовку по заданиям практических и лабораторных работ
3. Подготовку к итоговой устной аттестации

Самостоятельная работа по дисциплине в целом составляет 90 часов.

График выполнения самостоятельной работы формируется исходя из следующих требований:

- к началу экзаменационной сессии каждый студент обязан выполнить все практические и лабораторные работы, предусмотренные программой курса;

- к началу аттестации студент обязан выполнить те работы, которые предусмотрены в уже пройденных темах по дисциплине.

Порядок контроля хода выполнения самостоятельных работ таков: каждый студент обязан в течение двух недель после окончания очередной темы сдать соответствующую работу на проверку. Контроль усвоения лекционного материала осуществляется в начале каждой лекции в форме краткого опроса в устной форме, а также путем проведения письменного экспресс-опроса 1-2 раза в семестр, а также в ходе итоговой аттестации в конце каждого семестра.

Самостоятельная работа состоит из освоения теоретического курса, подготовки практическим занятиям, устному собеседованию.

#### **Подготовка к лекционным занятиям**

Рекомендуется использовать разные источники: учебную литературу, электронные образовательные ресурсы - ЭОР (электронные учебные пособия, электронные копии лекционного курса, электронный дидактический материал по наиболее сложным теоретическим вопросам.), Интернет-ресурсы.

Основа подготовки – рекомендованная учебная литература, презентации тем занятий в электронной форме. Лектор за ограниченное время может лишь дать основы курса. Рекомендуем работать с качественными электронными учебниками и пособиями, содержащими глоссарий, ссылки на современные достижения в изучаемой области.

Освоение теоретического курса осуществляется не только в результате работы с традиционными печатными учебными изданиями, своим конспектом, электронными ресурсами сети ДВФУ (Ресурсы научной библиотеки) и Интернета, но и в ходе подготовки к лабораторным занятиям.

### **Подготовка к практическим занятиям**

Тема практического или лабораторного занятия объявляется преподавателям заранее, поэтому к занятию можно изучить теоретический материал с использованием уже перечисленных ресурсов, в том числе, ЭОР.

Практическая часть курса «Спутниковые системы и технологии позиционирования» полностью согласована с теоретической частью курса. Темы практических занятий выбраны с таким расчетом, чтобы обеспечить приобретение студентами основных навыков в выполнении оценки существующих территориальных комплексов, обосновании, на основании модельных объектов, их трансформации или организации новых систем.

От студентов требуется посещение лекций, практических и лабораторных занятий, обязательное участие в аттестационных испытаниях. Особо ценится активное участие в самостоятельной работе, а также качество выполнения практических и лабораторных работ.

Для успешной работы студент должен освоить предыдущий материал и ознакомиться с заданной преподавателем литературой, активно участвовать при обсуждении рефератов, вынесенных на самостоятельное изучение тем и уметь правильно оформить документацию, а также грамотно изложить основные идеи прочитанной литературы.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
<b>7 семестр</b>				
1	1-2 неделя	Подготовка к экспресс-опросу № 1	8	устный опрос
2	3-5 неделя	Выполнение самостоятельной практической работы №1-4	8	результат выполнения задания в эл. форме, устный опрос
3	6-8 неделя	Подготовка к экспресс-опросу № 2	4	устный опрос
4	9-11 неделя	Выполнение самостоятельной практической работы № 5-9.	7	результат выполнения задания в эл. форме, устный опрос
5	12 неделя	Подготовка к экзамену	27	экзамен
		Всего	54	
<b>8 семестр</b>				
6	1 неделя	Подготовка к лабораторной работе №1	4	результат выполнения задания в эл. форме, устный опрос
7	2 неделя	Подготовка к лабораторной работе №2	4	результат выполнения задания в эл. форме, устный опрос
8	3-4 неделя	Подготовка к лабораторной работе №3	4	результат выполнения задания в эл. форме, устный опрос
9	5-6 неделя	Подготовка к лабораторной работе №4	8	результат выполнения задания в эл. форме, устный опрос
10	7 неделя	Подготовка к лабораторной работе №5	8	результат выполнения задания в эл. форме, устный опрос
11	8-9 неделя	Подготовка к зачету	8	Зачет
		Всего	36	
		Итого	90	

**Критерии оценивания устных опросов:**

Результат	Полный, правильный и точный ответ	В целом правильный ответ, с неточностями	Неверный ответ
Ответ на вопрос	2 балла	1 балл	0 баллов

**Критерии оценивания правильности выполнении практической (лабораторной) работы**

Результат работы	Получены достоверные результаты	Результаты с незначительными ошибками	Результаты с ошибками	Практическая работа не выполнена
Оценка	5 баллов	4 балла	3 балла	0 баллов

Шкала оценок устных опросов:

зачтено – получение не менее 50% максимально возможной суммы баллов, равной 2 балла \* число вопросов;

не зачтено – получение менее 50% максимально возможной суммы баллов, равной 2 балла \* число вопросов.

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код индикатора достижения Результаты обучения	Оценочные средства		
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Принципы функционирования систем глобального позиционирования	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-1.3 ПК-2.1	Знает технологию планирования и выполнения всех видов работ по инженерно-геодезическим изысканиям; принципы действия и устройство геодезических приборов и инструментов, используемых в инженерно-геодезических изысканиях	Вопросы № 1-6 устный опрос, экспресс опрос №1	Вопросы № 1-6 устный опрос, экспресс опрос №1
			Умеет применять технологию планирования и выполнения всех видов работ по инженерно-геодезическим изысканиям; использовать в сфере своей профессиональной деятельности геодезические приборы и инструменты для инженерно-геодезических изысканий, с учетом действия и принципов их устройства	Практическая работа №1-4	Практическая работа №1-4
			Владеет навыками применения технологии планирования и выполнения всех видов работ по инженерно-геодезическим изысканиям; знаниями принципа действия и устройства геодезических приборов и инструментов, используемых в инженерно-геодезических изысканиях	Практическая работа №5-9	Практическая работа №5-9
2	Раздел 2. Измерения в ГНСС и их погрешности	ПК-4.1	Знает методы решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение и пр.)	Вопросы № 7-16 устный опрос, экспресс опрос № 2	Вопросы № 7-16 устный опрос, экспресс опрос № 2
			Умеет использовать методы решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса,	Практическая работа №2	Практическая работа №2

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код индикатора достижения Результаты обучения	Оценочные средства					
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация				
		картографическое и геодезическое обеспечение)						
		Владеет способностью использовать в своей практической деятельности методы решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение)	Практическая работа № 2	Практическая работа № 2				
3	Раздел 3. Решение задач позиционирования	ПК-4.1	Знает теорию математической обработки высокоточных разнородных измерений	Вопросы № 17-27 устный опрос	Вопросы № 17-27 устный опрос			
			Умеет применять аппарат теории математической обработки геодезических измерений	Лабораторная работа №1-3	Лабораторная работа №1-3			
			Владеет аппаратом теории математической обработки геодезических измерений	Лабораторная работа №1-3	Лабораторная работа №1-3			
4	Раздел 4. Программно-аппаратные комплексы пользователя и их применение в научных исследованиях	ПК-6.1	Знает технологию выполнения работ по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС, технологию обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей	Вопросы № 28-31 устный опрос	Вопросы № 28-31 устный опрос			
		ПК-6.2				Умеет выполнять работы по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС, обрабатывать и анализировать результаты спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей	Лабораторная работа №4-5	Лабораторная работа №4-5
						Владеет технологией выполнения работ по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС, технологией обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей	Лабораторная работа №4-5	Лабораторная работа №4-5

Темы докладов, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения

образовательной программы, представлены в разделе Фонды оценочных средств.

## **VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Подшивалов, В. П. Инженерная геодезия : учебник / В. П. Подшивалов, М. С. Нестеренок. — 2-е изд., испр. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 463 с. — ISBN 978-985-06-2429-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65553>
2. Алешечкин, А. М. Определение угловой ориентации объектов по сигналам спутниковых радионавигационных систем: монография / А. М. Алешечкин. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 176 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=507422>
3. Золотова Е.В. Геодезия с основами кадастра. Учебник для вузов. Москва: Академический проект: Фонд "Мир", 2012. 413 с. <http://www.iprbookshop.ru/60084.html>
4. Антонович, К. М. Космическая навигация : учебное пособие / К. М. Антонович. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – 233 с. – Текст : непосредственный.

### **Дополнительная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Геодезия : учебник для вузов / Г. Г. Поклад. Москва : Недра, 1988. 304 с. (17 экз.) <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:242614&theme=FEFU>
2. Инженерная геодезия: Учебное пособие / Кузнецов О.Ф., - 2-е изд., пер. и доп. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. - 266 с. <http://znanium.com/catalog/product/989252>
2. Полежаева Е.Ю. Современный электронный геодезический инструментарий (Виды, метод и способы работы): учебное пособие/ Полежаева Е.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный

архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 108 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20520>

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. [www.glonass-iac.ru/](http://www.glonass-iac.ru/) - официальный сайт информационно-аналитический центр ГЛОНАСС;
2. [www.trimble.com](http://www.trimble.com) – официальный сайт компании Trimble;
3. [www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/index.shtml](http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/index.shtml) – официальный сайт службы NGS;
4. [www.unavco.org](http://www.unavco.org) – официальный сайт института UNAVCO.

## **VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

От студентов требуется посещение лекций, практических занятий, обязательное участие в аттестационных испытаниях. Особо ценится активное участие в самостоятельной работе, качество выполнения лабораторных работ.

Для успешной работы студент должен освоить предыдущий материал и ознакомиться с заданной преподавателем литературой, активно участвовать в обсуждении и разборе теоретических положений и практических ситуаций на лекционных, практических и лабораторных занятиях, вынесенных на самостоятельное изучение тем, уметь правильно оформить документацию, а также грамотно изложить основные идеи прочитанной литературы.

Преподаватель строит занятия в следующей последовательности:

- теоретическая часть;
- разбор практических примеров;
- самостоятельное решение практических задач обучающимися;
- комментарии возможной области приложения похожих задач в прямой специальности.

Лектор стимулирует развитие самостоятельного мышления у студентов разными педагогическими приемами.

Практическая часть курса «Спутниковые системы и технологии позиционирования» полностью согласована с теоретической частью курса. Темы практических занятий и лабораторных работ выбраны, чтобы обеспечить приобретение студентами основных навыков выполнения исследований и расчетов. После выполнения практических и лабораторных работ (итогом которых является выполнение студентами практического задания) проводится итоговое собеседование с обсуждением целей, задач и содержания выполненных работ и полученных результатов.

Изучение тем рекомендуется в последовательности структуры данной рабочей программы дисциплины.

Приступить к освоению дисциплины следует в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения рабочей программы дисциплины (РПД). Обратит внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, практические занятия) планируется самостоятельная работа, результаты которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все аудиторные и самостоятельные задания необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с планом-графиком.

### **Использование материалов РПД**

Для успешного освоения дисциплины следует использовать содержание разделов Рабочей программы дисциплины: лекционного курса, материалов практических занятий, методических рекомендаций по организации самостоятельной работы студентов, глоссария, перечня учебной литературы и других источников информации, контрольно-измерительных материалов (опросы, вопросы зачета), а также дополнительных материалов.

### **Рекомендации по подготовке к лекционным и практическим занятиям**

Успешное освоение дисциплины предполагает активное участие студентов на всех этапах ее освоения. Изучение дисциплины следует начинать с проработки содержания рабочей программы и методических указаний.

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- перед очередной лекцией просмотреть конспект предыдущего занятия;
- при самостоятельном изучении темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД литературные источники. Если возникли затруднения, обратиться к преподавателю в часы консультаций или практического занятия.

Основной целью проведения практических занятий является систематизация и закрепление знаний по изучаемой теме, формирование умений самостоятельно работать с дополнительными источниками информации, аргументировано высказывать и отстаивать свою точку зрения.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:

повторить теоретический материал по заданной теме;

продумать формулировки вопросов, выносимых на обсуждение;

использовать не только конспект лекций, но и дополнительные источники литературы, рекомендованные преподавателем.

При подготовке к текущему контролю использовать материалы РПД (Фонды оценочных средств).

При подготовке к промежуточной аттестации, использовать материалы РПД (Фонды оценочных средств).

На самостоятельную работу выносятся подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам.

При подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам необходимо ознакомиться с материалами из основной и дополнительной литературы, изучить основной теоретический материал по теме, при необходимости, воспользоваться литературой на русском и английском языке и/или источниками в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".

## **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для учащихся предоставлены:

- Учебная аудитория на 15 мест с мультимедийным проектором для чтения лекций.
- Компьютерный класс с доступом в Интернет на 15 компьютеров.
- Компьютерные программы CredoGNSS, Magnet Office Tools, Trimble Business Center, TEQC, Trimble Planning, GPSCAL, BERNESE Ver.5.2.
- Библиотечный фонд ДВФУ и кафедры: учебники, справочные пособия, архивные материалы, лекции в виде презентаций, иллюстрации, медиа-файлы (фото, видео).
- Специализированное геодезическое оборудование.

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usbkbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видео увеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками.
г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс д.10, корпус Е	Компьютерный класс: Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокмутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокмутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS). Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK (16 шт.)
г. Владивосток, ул. Радио 7	LSD панель Samsung 50 дюймов FullHD Smart TV [ГНСС приемник Topcon Gb-1000 3 шт. ГНСС приемник PrinCe i80.]*

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

**Х. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине  
**«Спутниковые системы и технологии позиционирования»**

**ПАСПОРТ ФОС**

Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-1. Способен проводить фундаментальные и прикладные научные исследования в сфере профессиональной деятельности.	ПК-1.1. Демонстрирует знание основных научных задач сферы профессиональной деятельности. ПК-1.2. Планирует и проводит научные исследования в сфере профессиональной деятельности, обрабатывает и анализирует результаты. ПК-1.3. Использует прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации для проведения научных исследований.
ПК-2. Способен к созданию, развитию и реконструкции государственных геодезической, нивелирной, гравиметрической сетей, а также сетей специального назначения.	ПК-2.1. Выполняет полевые и камеральные геодезические работы по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей дифференциальных геодезических станций.
ПК-4. Способен решать задачи по определению фигуры Земли и ее внешнего гравитационного поля.	ПК-4.1. Выполняет математическую обработку высокоточных разнородных измерений.
ПК-6. Способен выполнять координатные и навигационные определения с использованием технологий глобальных навигационных спутниковых систем.	ПК-6.1. Владеет технологией выполнения работ по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС. ПК-6.2. Способен выполнять обработку спутниковых и наземных наблюдений, проводить анализ полученных результатов применительно к конкретным задачам потребителей с использованием современных технологий.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-1.1. Демонстрирует знание основных научных задач сферы профессиональной деятельности.	Знает основные научные задачи сферы профессиональной деятельности. Умеет выбирать направление научных исследований в сфере профессиональной деятельности. Владеет методами постановки научных задач в сфере профессиональной деятельности.
ПК-1.2. Планирует и проводит научные исследования в сфере профессиональной деятельности, обрабатывает и анализирует результаты.	Знает методы планирования и проведения научных исследований, обработки и анализа результатов. Умеет планировать и проводить научные исследования, обрабатывать и анализировать результаты. Владеет методами планирования и проведения научных исследований, обработки и анализа результатов.
ПК-1.3. Использует прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации для проведения научных исследований.	Знает прикладные программные продукты, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации. Умеет применять прикладное программное обеспечение, физико-математический аппарат, технические и руководящие документы и систему источников информации. Владеет технологией использования прикладных программ, физико-математического аппарата, технических и руководящих документов и системы источников информации для проведения научных исследований.
ПК-2.1. Выполняет полевые и камеральные геодезические работы по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей дифференциальных геодезических станций.	Знает базовые принципы производства основных видов геодезических работ. Умеет выполнять основные виды геодезических работ. Владеет методами выполнения полевых и камеральных геодезических работ по созданию, развитию и реконструкции государственных геодезических, нивелирных и гравиметрических сетей, сетей специального назначения, в том числе, сетей дифференциальных геодезических станций.
ПК-4.1. Выполняет математическую обработку высокоточных разнородных измерений.	Знает теорию математической обработки высокоточных разнородных измерений. Умеет применять аппарат теории математической обработки геодезических измерений. Владеет аппаратом теории математической обработки геодезических измерений.
ПК-6.1. Владеет технологией выполнения работ по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС.	Знает технологию выполнения работ по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС. Умеет выполнять работы по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	Владеет технологией выполнения работ по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС.
ПК-6.2. Способен выполнять обработку спутниковых и наземных наблюдений, проводить анализ полученных результатов применительно к конкретным задачам потребителей с использованием современных технологий.	Знает технологию обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей. Умеет обрабатывать и анализировать результаты спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей. Владеет технологией обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей.

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код индикатора достижения Результаты обучения	Оценочные средства		
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация	
1	Раздел 1. Принципы функционирования систем глобального позиционирования	ПК-1.1	Знает технологию планирования и выполнения всех видов работ по инженерно-геодезическим изысканиям; принципы действия и устройство геодезических приборов и инструментов, используемых в инженерно-геодезических изысканиях	Вопросы № 1-6 устный опрос, экспресс опрос №1	Вопросы № 1-6 устный опрос, экспресс опрос №1
		ПК-1.2			
		ПК-1.3			
		ПК-2.1	Умеет применять технологию планирования и выполнения всех видов работ по инженерно-геодезическим изысканиям; использовать в сфере своей профессиональной деятельности геодезические приборы и инструменты для инженерно-геодезических изысканий, с учетом действия и принципов их устройства	Практическая работа №1-4	Практическая работа №1-4
			Владеет навыками применения технологии планирования и выполнения всех видов работ по инженерно-геодезическим изысканиям; знаниями принципа действия и устройства геодезических приборов и инструментов, используемых в инженерно-геодезических изысканиях	Практическая работа №5-9	Практическая работа №5-9
2	Раздел 2. Измерения в ГНСС и их погрешности	ПК-4.1	Знает методы решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение и пр.)	Вопросы № 7-16 устный опрос, экспресс опрос № 2	Вопросы № 7-16 устный опрос, экспресс опрос № 2
			Умеет использовать методы решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы,	Практическая работа №2	Практическая работа №2

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код индикатора достижения Результаты обучения	Оценочные средства					
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация				
		спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение)						
		Владеет способностью использовать в своей практической деятельности методы решения задач на основе комплексного космического обеспечения (геоинформационные системы, спутниковая навигация, дистанционное зондирование Земли из космоса, картографическое и геодезическое обеспечение)	Практическая работа № 2	Практическая работа № 2				
3	Раздел 3. Решение задач позиционирования	ПК-4.1	Знает теорию математической обработки высокоточных разнородных измерений	Вопросы № 17-27 устный опрос	Вопросы № 17-27 устный опрос			
			Умеет применять аппарат теории математической обработки геодезических измерений	Лабораторная работа №1-3	Лабораторная работа №1-3			
			Владеет аппаратом теории математической обработки геодезических измерений	Лабораторная работа №1-3	Лабораторная работа №1-3			
4	Раздел 4. Программно-аппаратные комплексы пользователя и их применение в научных исследованиях	ПК-6.1	Знает технологию выполнения работ по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС, технологию обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей	Вопросы № 28-31 устный опрос	Вопросы № 28-31 устный опрос			
		ПК-6.2				Умеет выполнять работы по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС, обрабатывать и анализировать результаты спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей	Лабораторная работа №4-5	Лабораторная работа №4-5
						Владеет технологией выполнения работ по высокоточному позиционированию и навигации на основе ГНСС, технологией обработки и анализа результатов спутниковых и наземных наблюдений с использованием современных технологий применительно к конкретным задачам потребителей	Лабораторная работа №4-5	Лабораторная работа №4-5

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Оценочные средства
ПК-1. Способен проводить фундаментальные и прикладные научные исследования в сфере профессиональной деятельности. ПК-2. Способен к созданию, развитию и реконструкции государственных геодезической, нивелирной, гравиметрической сетей, а также сетей специального назначения	знает (пороговый уровень)	источники, средства и методы получения и обработки информации, необходимой для обработки ГНСС-наблюдений; методы анализа качества ГНСС-данных;	Технически грамотно отвечает на вопросы по разделу.	полностью сформированы с незначительными пробелами  нечеткие знания  отрывочные знания	Отлично  Хорошо  Удовлетворительно  Неудовлетворительно
	умеет (продвинутый)	получать данные международных аналитических центров, необходимые для обработки ГНСС-наблюдений; оценивать качество получаемых в процессе наблюдений и получаемых из аналитических центров ГНСС-данных;	В состоянии продемонстрировать на практических примерах умение получать данные международных аналитических центров и оценивать качество получаемых в процессе наблюдений и получаемых из аналитических центров ГНСС-данных	Умеет составлять без ошибок с небольшими недостатками с большим количеством ошибок  Подготовленные материалы не подлежат исправлению	Отлично  Хорошо  Удовлетворительно  Неудовлетворительно
	владеет (высокий)	в совершенстве инструментами и методами получения и обработки информации, необходимой для обработки ГНСС-наблюдений; в совершенстве методами и инструментами анализа качества ГНСС-данных.	Уверенно демонстрирует владение инструментами и методами получения и обработки информации, необходимой для обработки ГНСС-наблюдений, методами и инструментами анализа качества ГНСС-данных	Может полностью самостоятельно выполнять все этапы моделирования и оценочных работ с небольшими недостатками  Владеет нечеткими навыками  Не владеет навыками	Отлично  Хорошо  Удовлетворительно  Неудовлетворительно
ПК-4. Способен решать задачи по определению фигуры Земли и ее внешнего гравитационного поля.	знает (пороговый уровень)	основы теории устройства и функционирования ГНСС-систем; источники ошибок ГНСС-измерений; методы проведения ГНСС-наблюдений и	Технически грамотно отвечает на вопросы по разделу.	полностью сформированы с незначительными пробелами	Отлично  Хорошо

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Оценочные средства
		построения ГНСС-сетей; методы применения ГНСС в научных исследованиях и научно-технических разработках		нечеткие знания  отрывочные знания	Удовлетворительно  Неудовлетворительно
	умеет (продвинутой)	анализировать и минимизировать влияние возникающих в процессе ГНСС-наблюдений ошибок; использовать ГНСС-технологии при проведении различных видов наблюдений, выполняемых в ходе научных исследований и научно-технических разработок	В состоянии продемонстрировать на практических примерах умение анализировать и минимизировать влияние возникающих в процессе ГНСС-наблюдений ошибок; использовать ГНСС-технологии при проведении различных видов наблюдений, выполняемых в ходе научных исследований и научно-технических разработок	Умеет составлять без ошибок  с небольшими недостатками  с большим количеством ошибок  Подготовленные материалы не подлежат исправлению	Отлично  Хорошо  Удовлетворительно  Неудовлетворительно
	владеет (высокий)	средствами и методами использования ГНСС-технологий при проведении геофизических, геодезических, гидрометеорологических, сейсмологических исследований и научно-технических разработок	Уверенно демонстрирует владение средствами и методами использования ГНСС-технологий при проведении геофизических, геодезических, гидрометеорологических, сейсмологических исследований и научно-технических разработок	Может полностью самостоятельно выполнять все этапы моделирования и оценочных работ  с небольшими недостатками  Владеет нечеткими навыками  Не владеет навыками	Отлично  Хорошо  Удовлетворительно  Неудовлетворительно
ПК-6 Способен выполнять координатные и навигационные определения с	знает (пороговый уровень)	основы функционирования ГНСС и аппаратуры пользователя; методов проведения	Технически грамотно отвечает на вопросы по разделу.	полностью сформированы	Отлично  Хорошо

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Оценочные средства
использованием технологий глобальных навигационных спутниковых систем		ГНСС наблюдений и их математической обработки.		с незначительными пробелами  нечеткие знания  отрывочные знания	Удовлетворительно  Неудовлетворительно
	умеет (продвинутый)	использовать аппаратуру пользователя и проводить основные виды ГНСС-наблюдений. Оценивать их качество, находить и устранять возникающие проблемы.	В состоянии продемонстрировать на практических примерах умение использовать аппаратуру пользователя и проводить основные виды ГНСС-наблюдений. Оценивать их качество, находить и устранять возникающие проблемы	Умеет составлять без ошибок  с небольшими недостатками  с большим количеством ошибок  Подготовленные материалы не подлежат исправлению	Отлично  Хорошо  Удовлетворительно  Неудовлетворительно
	владеет (высокий)	средствами и методами исследования любого типа ГНСС оборудования и проведения всех видов ГНСС-наблюдений для решения производственных и научных задач. Методами глубокого, в том числе научного, анализа получаемых результатов наблюдений и их математической обработки.	Уверенно демонстрирует владение средствами и методами исследования любого типа ГНСС оборудования и проведения всех видов ГНСС-наблюдений для решения производственных и научных задач. Методами глубокого, в том числе научного, анализа получаемых результатов наблюдений и их математической обработки.	Может полностью самостоятельно выполнять все этапы моделирования и оценочных работ  с небольшими недостатками  Владеет нечеткими навыками  Не владеет навыками	Отлично  Хорошо  Удовлетворительно  Неудовлетворительно

## Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

### Критерии оценивания устных опросов:

Результат	Полный, правильный и точный ответ	В целом правильный ответ, с неточностями	Неверный ответ
Ответ на вопрос	2 балла	1 балл	0 баллов

### Критерии оценивания правильности выполнении практической работы (лабораторной)

Результат работы	Получены достоверные результаты	Результаты с незначительными ошибками	Результаты с ошибками	Практическая работа не выполнена
Оценка	5 баллов	4 балла	3 балла	0 баллов

### Оценочные средства для промежуточной аттестации

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

#### Пример задания для самостоятельной практической работы № 1.

Перевычисление геодезических координат пункта ( $B, L, H$ ) в пространственные прямоугольные координаты ( $X, Y, Z$ ).

Преобразование разностей прямоугольных координат (компонент базовой линии –  $(\Delta X, \Delta Y, \Delta Z)$ ) локальную топоцентрическую систему координат ( $\Delta N, \Delta E, \Delta U$ )

**Цель работы:** Понять принципы преобразования компонент базовых линий из пространственной в локальную топоцентрическую систему координат.

**Дано:** геодезические координаты базовой станции ДВФУ (см. таблицу) в системе координат WGS-84.

Наименование пункта	Широта, $B$	Долгота, $L$	Геодезическая высота, $H$
DVGU	43°07'31" N	131°53'13" E	102м

**Задание:** Установить на своем компьютере программу GoogleEarth (<http://www.google.com/earth/>). В этой программе найти место своего проживания в г. Владивостоке или любую другую интересующую точку в пределах города и определить геодезические координаты этого пункта в системе WGS-84 с точностью до секунды дуги. Для этого в GoogleEarth необходимо в закладке «Вид», активировать опцию «Строка состояния». После этого, в рабочем окне программы, внизу появится строка с текущими геодезическими координатами курсора и высотой выбранной точки над уровнем моря –  $h$ . Для перехода к геодезической высоте пункта необходимо использовать калькулятор высот геоида (см., например, сайт [http://www.unavco.org/community\\_science/science-support/geoid/geoid.html](http://www.unavco.org/community_science/science-support/geoid/geoid.html)).

Полученное значение высоты геоида следует использовать для получения геодезической высоты пункта над эллипсоидом WGS-84.

Геодезические координат обеих точек необходимо перевычислить пространственные прямоугольные координаты и вычислить их разности (компоненты базовой линии), причем координаты станции DVGU следует вычитать из соответствующих координат второго пункта.

Далее, полученные разности ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$ ) следует преобразовать в локальную топоцентрическую систему координат ( $\Delta N$ ,  $\Delta E$ ,  $\Delta U$ ). Контролем правильности преобразования является получение одного и того же значения длины базовой линии между станцией DVGU и вторым пунктом, вычисленных в пространственной прямоугольной и топоцентрической системе координат.

**Перевычисление координат.** Значения большой и малой полуосей для эллипсоида WGS-84 равны, соответственно:  $a = 6378137.0000$  м,  $b = 6356752.31425$  м. Для получения пространственных прямоугольных координат обоих пунктов можно воспользоваться известными соотношениями (см. Hofmann-Wellenhof et. al, стр. 277).

Известные формулы для преобразования в локальную топоцентрическую систему координат приведены в той же книге (см. Hofmann-Wellenhof et. al, стр. 280-282).

Длина базовой линии есть модуль вектора, коим и является она сама и вычисляется по общеизвестной формуле.

**Представление выполненного задания:**

Результаты выполнения задания представить в форме электронной таблицы Excel. В таблице должны быть приведены все исходные данные, рабочие вычисления, результаты расчетов и контрольные вычисления. Таблица должна быть аккуратно и ясно оформлена, снабжена необходимыми подписями и пояснениями. При изменении значений исходных данных результат должен автоматически пере вычисляться.

Выполненную работу присылать в срок до зачетной недели на адрес: [shestakov.nv@dvfu.ru](mailto:shestakov.nv@dvfu.ru).

**Пример задания для самостоятельной практической работы № 2.**

Определение геодезических координат ( $B$ ,  $L$ ,  $H$ ) и нормальной высоты пункта в системе координат WGS-84 дифференциальным методом по данным кодовых GPS-наблюдений.

**Цель работы:** Понять принципы решения пространственной линейной засечки по данным кодовых GPS-наблюдений и уточнения полученного решения путем введения дифференциальных поправок в местоположение ровера.

**Дано:** Вся необходимая для выполнения работы информация и задание дано в прилагаемой копии Методических указаний для студентов IV-курса, составленных в СГГА профессором К.М. Антоновичем, стр. 18-38.

**Задание:** Внимательно прочитать теоретический материал на стр. 18-22. Изучить формулировку задачи на стр. 23-24 и разобрать пример ее решения на стр. 31-38. Выбрать по номеру зачетной книжки в соответствии с рекомендациями на стр. 24, последний абзац исходные данные для решения задачи.

**Представление выполненного задания:**

Результаты выполнения задания представить в форме электронной таблицы Excel. В таблице должны быть приведены все исходные данные, номер зачетной книжки студента, рабочие вычисления, результаты расчетов и контрольные вычисления. Таблица должна быть аккуратно и ясно оформлена, снабжена необходимыми подписями и пояснениями. При изменении значений исходных данных результат должен автоматически пере вычисляться.

Выполненную работу присылать в срок до зачетной недели на адрес: [shestakov.nv@dvfu.ru](mailto:shestakov.nv@dvfu.ru).

### **Пример задания для лабораторной работы**

#### **Задание на преобразование данных из формата приемника в формат RINEX**

1. При помощи программы tps2rin преобразовать суточный файл GNSS данных в формат RINEX.

2. Создать свой файл с параметрами станции и повторить задание 1)

Задания на использование программы TEQC:

1. Объединить три RINEX файла в один.

2. Изменить интервал записи информации в RINEX файле с 15 сек. на 30 сек.

3. Вырезать из суточного RINEX файла двух-часовой фрагмент с 14:00 до 16:00 UTC.

4. Написать простой bat- файл для изменения высоты антенны в RINEX файлах.

5. Написать простой bat- файл для исключения наблюдений ГЛОНАСС в RINEX файлах.

Задание на преобразование RINEX файлов в компактный RINEX формат

1. При помощи утилиты `gnx2crx` преобразовать RINEX файл в компактный формат.

2. При помощи программы `gzip` дополнительно сжать полученный файл.

3. Выполнить обратное преобразование в RINEX формат для полученного на предыдущем шаге файла.

Полученные в результате выполнения работы файлы и написанный скрипт для автоматизированного изменения информации в заголовке RINEX файла необходимо представить и пояснить преподавателю лично!

### **Пример задания для лабораторной работы**

#### **Задание на обработку данных наблюдений в локальной ГНСС-сети.**

**Цель:** уравнивание опорной геодезической сети в системе координат WGS-84 (ITRF); определение параметров преобразования координат из системы WGS-84 (ITRF) в местную систему координат. Сохранение полученных параметров трансформирования.

#### **Исходные данные.**

1) Файлы ГНСС-наблюдений на опорных пунктах в формате RINEX.

2) Пространственные прямоугольные координаты в системе WGS-84 исходного пункта опорной геодезической сети (пункт DVFU, файл DVFU.txt).

3) Плоские прямоугольные координаты и отметки пунктов опорной геодезической сети в местной системе координат и высот (файл MSK\_crd.txt).

#### **Ход выполнения работы.**

Для выполнения работы может использоваться любое имеющееся ПО. Желательно, чтобы это был один из следующих программных пакетов: Topcon-Tools, MagnetOfficeTools, TrimbleBusinessOffice или Кредо-ГНСС.

1) Создать и настроить новый проект.

2) Импортировать данные ГНСС-наблюдений в проект. Проверить правильно ли импортировались типы антенн, указанные в файлах наблюдений. Измеренные высоты антенн - вертикальные, кроме высоты антенны на пункте PTR4 в сеансе наблюдений 14.11.2017г. В данном сеансе способ измерения -

наклонный (Slant) и в исходном файле неверно указана высота антенны. Корректное значение наклонной высоты 1.995 м.

3) Ввести и зафиксировать координаты исходного пункта DVFU взяв их из файла DVFU.txt.

4) Вычислить все базовые линии в сети. Оценить невязки замкнутых фигур в сети.

5) Уравнять сеть с минимальными ограничениями, взяв за исходный пункт DVFU. Оценить СКО координат пунктов сети, полученные из уравнивания. Результаты считать приемлемыми, если СКО уравненных координат пунктов сети не превосходят 5 мм по всем компонентам.

6) Импортировать в проект координаты пунктов опорной сети в местной системе координат и высот.

7) Выполнить локализацию или калибровку (определение параметров проекции в ПО Кредо-ГНСС) и оценить разности координат на совмещенных пунктах. Исключая плановые или высотные компоненты пунктов, либо все координатные компоненты станций из состава пунктов, определяющих параметры преобразования, добиться того, чтобы абсолютные величины остаточных разностей не превосходили 10 см.

### **Представление результатов работы**

Переслать или принести и показать готовый проект преподавателю и уметь отвечать на любые вопросы, касающиеся выполненной работы.

### **Оценочные средства для текущей аттестации**

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется преподавателем.

### **Вопросы для устного опроса**

#### **Типовые вопросы к экспресс-опросам**

1. Что является компонентами базовой линии?

2. Как называется сегмент систем глобального позиционирования, состоящий из навигационных спутников?
3. Подчинена ли работа службы IGS сегменту слежения и контроля какой-либо из ГНСС?
4. Какой принцип определения местоположения заложен в основу ГНСС?
5. Что определяют методом абсолютного позиционирования - координаты или их разности?
6. Какой принцип разделения сигналов используется в системе GPS - частотный или кодовый?
7. Как называется ГНСС-приемник, перемещаемый по определяемым пунктам?
8. Что изменяет фазовая манипуляция - фазу, амплитуду или частоту ГНСС-сигнала?
9. Что такое псевдодальность?
10. Какой способ псевдодальномерных измерений точнее - кодовый или фазовый?
11. Сколько несущих частот в настоящее время в системе GPS?
12. Совпадают ли системные шкалы времени ГНСС со шкалой TAI?
13. От чего зависит ширина окна радиопрозрачности атмосферы Земли?
14. Каким числом, по определению, является неоднозначность фазовых измерений - целым или вещественным?
15. Как называется процедура разрешения неоднозначности фазовых измерений?
16. Как называется потеря счета фазовых циклов принимаемого сигнала ГНСС-приемником?
17. Можно ли практически исключить влияние тропосферы на результаты ГНСС-определений линейным комбинированием фазовых и/или кодовых измерений?
18. От какой точки в ГНСС-антенне рассчитываются псевдодальность приемник-спутник?

19. Можно осуществлять высокоточное позиционирование геодезическим двухчастотным мультисистемным ГНСС-приемником внутри здания?

20. Как расшифровывается аббревиатура RTK?

21. Что такое DOP?

22. Какие погрешности удается исключить формированием первых разностей фазовых ГНСС-измерений?

23. Как расшифровывается аббревиатура VRS?

24. Какой метод развития ГНСС-сетей позволяет выполнить уравнивание - лучевой или сетевой?

25. Для чего используется контроллер?

26. Как называется процедура преобразования координат из одной системы координат в другую?

### **ПЕРЕЧЕНЬ ТИПОВЫХ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ (ЭКЗАМЕНУ)**

1. Назначение глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), краткая история их развития, текущее состояние.

2. Общая структура и основные характеристики глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС 2-го поколения).

3. Космический сегмент систем глобального позиционирования: назначение, структура, основные функции.

4. Сегмент контроля и управления системой систем глобального позиционирования: назначение, структура, основные функции.

5. Наземный сегмент (сеть IGS): назначение, структура, основные функции.

6. Общие принципы определения местоположения при помощи систем глобального позиционирования.

7. Основные принципы абсолютного позиционирования (пространственная линейная засечка, основные уравнения). Достоинства и недостатки метода.

8. Основные принципы относительного позиционирования (базовая линия, компоненты базовой линии, понятия базовой станции и ровера). Достоинства и недостатки метода.

9. Общая характеристика сигналов, передаваемых навигационными спутниками, и их назначение.

10. Модулирование несущих сигналов в ГНСС GPS и ГЛОНАСС. Фазовая манипуляция.

11. Принципы формирования и виды сигналов, передаваемых спутниками GPS (схема формирования радиосигналов на спутнике GPS, дальномерные коды, режимы доступа).

12. Принципы формирования и виды сигналов, передаваемых спутниками ГЛОНАСС (схема формирования радиосигналов на спутнике ГЛОНАСС, дальномерные коды).

13. Пропускание радиоволн атмосферой Земли.

14. Системы времени, используемые в ГНСС GPS и ГЛОНАСС, и их связь с основными общемировыми шкалами времени.

15. Основные методы определения псевдодальностей в ГНСС GPS и ГЛОНАСС – кодовый метод (основные принципы и уравнения).

16. Основные методы определения псевдодальностей в ГНСС GPS и ГЛОНАСС – фазовый метод (основные принципы и уравнения).

17. Общая характеристика источников ошибок, оказывающих влияние на результаты позиционирования при помощи ГНСС GPS и ГЛОНАСС. Влияние ошибок эфемерид спутников GPS и ГЛОНАСС на результаты позиционирования.

18. Влияние ионосферы на результаты GPS и ГЛОНАСС измерений. Моделирование ионосферной рефракции (модель Дж. Клобушар). Важнейшие линейные комбинации GPS/ГЛОНАСС измерений и «уничтожение» влияния ионосферы на результаты ГНСС позиционирования.

19. Влияние тропосферы на результаты GPS и ГЛОНАСС измерений. Методы учета тропосферной рефракции (моделирование тропосферы и оценка параметров тропосферы).

20. Влияние эффекта многопутности на результаты GPS и ГЛОНАСС измерений.

21. Влияние препятствий на распространение спутникового сигнала.

22. Влияние нестабильности и неточного знания положения фазового центра антенны на результаты GPS и ГЛОНАСС позиционирования.

23. Геометрический фактор (DOP) и его влияние на результаты GPS и ГЛОНАСС позиционирования.

24. Формирование разностей спутниковых измерений (одинарные, двойные, тройные разности). Их использование при решении задачи позиционирования, достоинства и недостатки.

25. Способы и режимы позиционирования, основные особенности и характеристики.

26. Способы инициализации при выполнении кинематического позиционирования.

27. Режим RTK. Достоинства и недостатки метода, особенности реализации. Работа с единственной базовой станцией. Работа в сети базовых станций. Работа в режиме VRS.

28. Принципы и методы создания геодезических GPS и ГЛОНАСС сетей.

29. Общие принципы уравнивания геодезических GPS и ГЛОНАСС сетей.

30. Трансформация результатов GPS/ГЛОНАСС измерений в заданную систему координат. Трансформация плановых координат. Трансформация высот.

31. Упрощенная принципиальная схема устройства и функционирования спутникового приемника.

### **Перечень оценочных средств (ОС)**

№ пп	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства
<b>Устный опрос</b>				
1	УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	УО-3	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
3	УО-4	Круглый стол, дискуссия, полемика, диспут, дебаты	Оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения.	Перечень дискуссионных тем
<b>Письменные работы</b>				
1	ПР-1	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
2	ПР-2	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
3	ПР-4	Реферат	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов
4	ПР-5	Курсовая работа	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы курсовых работ

5	ПР-6	Лабораторная работа	Средство для закрепления и практического освоения материала по определенному разделу.	Лабораторные задания
6	ПР-7	Конспект	Продукт самостоятельной работы обучающегося, отражающий основные идеи заслушанной лекции, сообщения и т.д.	Темы/разделы дисциплины
7	ПР-9	Проект / Курсовой проект	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы групповых и/или индивидуальных проектов
8	ПР-12	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы