



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

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
(подпись) Зверева М.А.  
(Ф.И.О. рук.ОП)

« 28 » января 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор отделения горного и нефтегазового  
дела

(название подразделения)  
  
(подпись) Шестаков Н.В.  
(Ф.И.О. рук. подразделения)

« 28 » января 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Современные методы спутникового позиционирования

**Направление подготовки 21.04.02 "Землеустройство и кадастры"**

**Магистерская программа "Землеустройство и кадастры"**

**Форма подготовки очная**

курс  1  семестр  2   
лекции  18  час.  
практические занятия  36  час.  
лабораторные работы  0  час.  
в том числе с использованием МАО лек.  10  /пр.  0  /лаб.  0  час.  
всего часов аудиторной нагрузки  54  час.  
в том числе с использованием МАО  10  час.  
самостоятельная работа  54  час.  
в том числе на подготовку к экзамену  0  час.  
контрольные работы (количество) - 1  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены  
зачет  2  семестр  
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании отделения горного и нефтегазового дела, протокол № 5 от 28 января 2021 г.

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

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании отделения:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор отделения \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании отделения:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор отделения \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## **Abstract**

### **"Modern methods of satellite positioning"**

The discipline "Modern methods of satellite positioning" was developed for students studying in the field of education program 21.04.02 "Land management and cadastres", the master program "Geoinformation and cadastral technologies" and belongs to the disciplines of choice of the variable part of the unit 1 of the educational plan. The total complexity of the discipline is 108 hours (3 credits). The curriculum provides lectures (18 hours), practical classes (36 hours), self-organizing student work (54 hours). Form of control - offset. Discipline is implemented into the 1st year, the 2 semester. The program of the course is compiled in accordance with the requirements of the FEFU's education standard in this area.

The basis for studying the discipline "Modern methods of satellite positioning" are the previous undergraduate subjects - "Geodesy" and magistracy - "Fundamentals of space geodesy." Discipline is logically connected with the study of the course "Geodetic and cartographic support of the state cadastre of real estate."

The purpose of the discipline "Modern methods of satellite positioning" is the theoretical and practical preparation of students for individual activities in the application of tools and methods of global satellite positioning when conducting scientific research, as well as in carrying out production activities of enterprises and organizations.

Objectives of the discipline:

- the study of the theoretical foundations of global satellite positioning systems;
- the study of the means and methods for the practical application of global satellite positioning systems in geodesy and cadastre;
- acquisition of practical application skills to work with the global satellite positioning systems.

The following active/interactive learning methods are used to form the appropriate skills within the discipline “Modern methods of satellite positioning”:  
practical work, lecture-conversation, lecture-discussion.

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Современные методы спутникового позиционирования»

#### Аннотация дисциплины

### «Современные методы спутникового позиционирования»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачётных единицы/ 108 академических часов. Учебным планом предусмотрено лекции – 18 часов, практические занятия – 36 часов, самостоятельная работа 54 часа. Дисциплина реализуется во 2 семестре. Форма контроля – зачет.

Цель дисциплины: 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:

- характеристика теоретических основ систем глобального спутникового позиционирования;
- обзор средств и методов практического применения систем глобального спутникового позиционирования в геодезии и кадастре;
- формирование навыков практического применения систем глобального спутникового позиционирования.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют формирование следующих компетенций

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Производственно-технологическая деятельность	ПК-2 – Способен осваивать и использовать современные программные средства	ПК-2.2 Осваивает новые программные средства для решения профессиональных задач

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	ПК-5 Способен <i>выполнять комплекс операций по радиометрической коррекции и фотogramметрической обработке данных ДЗЗ для решения производственных задач в области землеустройства и кадастра</i>	ПК- 5.1 Оценивает качество получаемых в процессе наблюдений и получаемых из аналитических центров ГНСС-данных
		ПК-5.2 Владеет средствами и методами проведения всех видов ГНСС-наблюдений для решения производственных и научных задач в области землеустройства и кадастра

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.2 Осваивает новые программные средства для решения профессиональных задач	Знает методики и алгоритмы, заложенные в основу функционирования программных пакетов для обработки данных, получаемых при помощи современных систем спутникового позиционирования
	Умеет использовать разнообразные программные пакеты инженерного уровня, предназначенные для программно-математической обработки данных современных систем спутникового позиционирования
	Владеет навыками программно-математической обработки данных современных систем спутникового позиционирования с использованием разнообразных программных пакетов инженерного уровня
ПК- 5.1 Оценивает качество получаемых в процессе наблюдений и получаемых из аналитических центров ГНСС-данных	Знает состав и особенности всех типов данных современных систем спутникового позиционирования, получаемых в процессе наблюдений и их аналитических центров
	Умеет использовать специальные программные средства и методики для оценки качества данных систем спутникового позиционирования, получаемых в процессе наблюдений и их аналитических центров
	Владеет навыками анализа оценки качества данных систем спутникового позиционирования, получаемых в процессе наблюдений и их аналитических центров
ПК-5.2 Владеет средствами и методами проведения всех видов ГНСС-наблюдений для решения производственных и научных задач в области землеустройства и кадастра	Знает основы функционирования и особенности практического применения всех видов спутниковых ГНСС-наблюдений
	Умеет практически использовать различные типы ГНСС-аппаратуры и методов ее использования для решения производственных и научных задач в области землеустройства и кадастра

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
	Владеет средствами и методами проведения всех основных видов ГНСС-наблюдений для решения производственных и научных задач в области землеустройства и кадастра

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: практические работы, лекция-беседа, лекция-дискуссия.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 ЧАС.)**

### **Тема 1. Теоретические основы методов спутникового позиционирования (4 час.)**

Структура и общие принципы действия систем глобального спутникового позиционирования: предпосылки создания систем, отличия от других космических геодезических систем (VLBI, SLR, DORIS), сегменты систем, состав и назначение спутниковых сигналов, задача позиционирования, факторы, влияющие на результаты позиционирования

### **Тема 2. Основы методов выполнения спутниковых измерений и их обработки (6 час.)**

Режимы спутниковых измерений и методы их математической обработки: навигационный, статический, кинематический режимы измерений; абсолютный, дифференциальный и относительный методы позиционирования и особенности их практического использования; основы программной обработки спутниковых измерений: теоретические основы, существующие программы, общие принципы их использования для обработки измерений.

### **Тема 3. Применение технологий глобального спутникового позиционирования для решения государственных и научных задач (8 час.)**

Геодезические спутниковые сети разных рангов: глобальные, региональные, национальные, локальные, специальные; применение спутникового оборудования для создания различных типов геодезических сетей для реше-

ния производственных и научных задач; обзор научных приложений систем глобального позиционирования.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 ЧАС.)**

### **Занятие 1. Знакомство со спутниковым геодезическим GPS/ГЛОНАСС оборудованием (6 час.)**

1. Изучение состава комплекта спутникового оборудования геодезического класса
2. Настройка параметров выполнения измерений в различных режимах

### **Занятие 2-3. Выполнение спутниковых измерений (8 час.)**

1. Подготовка комплекта спутникового оборудования к работе и установка спутниковой антенны на пунктах различного типа (с и без устройства принудительного центрирования) Выполнение спутниковых измерений в различных режимах (статика, кинематика, кинематика в режиме реального времени), контроль параметров и управление выполнением измерений
2. Передача измерительной информации в компьютер, преобразование результатов измерений в формат RINEX

### **Занятие 4. Форматы записи и обмена данными GPS/ГЛОНАСС измерений (4 час.)**

1. Международный формат записи и обмена данными GPS/ГЛОНАСС измерений RINEX. Принципы построения, структура, практическое использование.
2. Формат COMPASTRINEX.
3. Преобразование результатов спутниковых измерений в формат RINEX и COMPASTRINEX. Обратное преобразование.
4. Программное обеспечение для преобразования результатов спутниковых измерений в различные форматы записи и обмена данными

### **Занятие 5. Подготовка к программной обработке GPS/ГЛОНАСС измерений (6 час.)**

1. Общие принципы программной обработки GPS/ГЛОНАСС измерений
2. Краткое описание и сравнительный анализ программных пакетов, используемых для обработки данных
3. Внешние источники данных, используемых для обработки спутниковых измерений.

#### **Занятие 6. Программная обработка GPS/ГЛОНАСС измерений в разных режимах (8 час.)**

1. Детальное описание с одновременной практической демонстрацией процесса обработки данных спутниковых измерений, выполненных в разных режимах
2. Анализ и управление качеством обработки данных спутниковых измерений
3. Формирование отчетов обработки данных, запись результатов обработки

#### **Занятие 7. Программная обработка данных при помощи Интернет-систем(4 час.)**

1. Обзор существующих Интернет-систем для обработки спутниковых измерений
2. Особенности использования Интернет-систем для обработки пользовательских данных
3. Анализ результатов обработки данных пользователя при помощи Интернет-систем.

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Современные методы спутникового позиционирования» представлено в Приложении 1 и 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.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Теоретические основы методов спутникового позиционирования	ПК-2.2, 5.1	Знает принципы функционирования, структуру и состав современных систем глобального спутникового позиционирования	УО-1 Контрольный опрос Вопросы №1-9 ПР-7 Практическое занятие № 1-2	УО-1 Вопросы к зачету № 1-4
			Умеет использовать теоретические знания о системах глобального спутникового позиционирования в процессе топографо-геодезических и иных работ		
			Владеет навыками использования современных систем глобального спутникового позиционирования в процессе топографо-геодезических и иных работ		
2	Тема 2. Основы методов выполнения спутниковых измерений и их обработки	ПК-5.1, 5.2	Знает методы обработки пространственных геодезических данных с помощью информационных технологий	УО-1 Контрольный опрос Вопросы № 10-14 ПР-7 Практическое занятие № 3-5	УО-1 Вопросы к зачету № 5-8
			Умеет навыками обработки пространственных геодезических дан-		

			ных средствами информационных технологий		
			Владеет навыками обработки пространственных геодезических данных средствами информационных технологий		
3	Тема 3. Применение технологий глобального спутникового позиционирования для решения государственных и научных задач	ПК-5.1, 5.2	<p>Знает принципы функционирования и методику использования современных программных комплексов, предназначенных для обработки данных систем глобального спутникового позиционирования; современное состояние науки в области разработки и применения современных систем глобального спутникового позиционирования</p> <p>Умеет использовать в практической деятельности современные программные комплексы, предназначенные для обработки данных систем глобального спутникового позиционирования; использовать спутниковое оборудование и программные средства для проведения прикладных научных исследований в области геодезического обеспечения землеустройства и кадастра</p>	УО-1 Контрольный опрос Вопросы № 15-20 ПР-7 Практическое занятие № 6-7 ПР-2 Контрольная работа	УО-1 Вопросы к зачету № 9-12

			<p>Владеет навыками практического использования современных программных комплексов, предназначенных для обработки данных систем глобального спутникового позиционирования; навыками самостоятельного анализа и интерпретации результатов наблюдений при помощи технологий глобального спутникового позиционирования</p>		
--	--	--	---	--	--

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

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

### **Основная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. 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>

2. Инженерная геодезия. Учебник для вузов /Е. Б. Ключин, М. И. Киселев, Д. Ш. Михелев и др. Москва : Академия, 2010. 496 с. (21 экз.)

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668872&theme=FEFU>

3. Карлащук В.И. Спутниковая навигация. Методы и средства: учебное пособие/ Карлащук В.И.— Электрон.текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2008.— 284 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8715>

4. 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, 2010.— 108 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20520>

### **Дополнительная литература**

*(электронные и печатные издания)*

1. Золотова Е.В. Геодезия с основами кадастра. Учебник для вузов. Москва: Академический проект: Фонд "Мир", 2012. 413 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60084.html>

2. Инженерная геодезия: Учебное пособие / Кузнецов О.Ф., - 2-е изд., пер. и доп. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. - 266 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/989252>

### **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.

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине «Современные методы спутникового позиционирования» используется

программное обеспечение для обработки GPS/ГЛОНАСС измерений TopconTools или его более современная версия или аналог.

При осуществлении образовательного процесса используются следующие информационно-справочные системы:

1. Доступ к электронному заказу книг в библиотеке ДВФУ <http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>
2. Доступ к нормативным документам ДВФУ, расписанию <https://www.dvfu.ru/>

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

Изучение дисциплины «Современные методы спутникового позиционирования» выполняется по следующему алгоритму.

1. Вся основная теоретическая база излагается на лекциях, но поскольку аудиторных часов лекций в соответствии с ОС ВО составляет гораздо меньшую часть аудиторной нагрузки, то для усвоения материала студентам предлагается самостоятельное более глубокое изучение теоретического материала.

Студент в течении семестра должен самостоятельно найти и проработать информацию, используя все лекции, предложенный преподавателем глоссарий, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из интернетовских источников для формирования собственных ответов по самоконтролю. Преподаватель контролирует результат устным опросом и контрольной работой.

2. Практическая часть курса, которая формирует основные умения и навыки, представлена практическими занятиями, на которых студенты выполняют задания в компьютерном классе, в лаборатории знакомятся с оборудованием, методикой его использования и обработкой результатов спутниковых наблюдений. В процессе усвоения теоретической и практической части проводятся контрольные работы и устный опрос.

3. Во второй половине семестра студенту предлагается самостоятельно подготовиться зачету. Студент должен проработать информацию, используя все лекции, предложенный преподавателем глоссарий, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из Интернет-источников для формирования собственных ответов.

4. Для самостоятельной работы в этой части студенту предлагается выполнение самостоятельного упражнения в качестве домашнего задания и сдачи его преподавателю как контрольной работы.

5. Зачет выставляется в общей совокупности с учетом зачетной контрольной работы, результатов контрольных опросов и результатов зачетного опроса-собеседования.

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

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Современные методы спутникового позиционирования» существует следующее материально-техническое обеспечение:

- компьютерный класс с мультимедийным оборудованием (панель LGFLATRON, проектор MITSUBISHIVLT-TX320LP) и с 15 рабочими местами HPdc7700 в составе: монитор LCD, клавиатура, компьютер HPdc7800 CMTT6750, ИБП APC 7495 RRV- 16 шт. Имеется электронные программные ключи на программное обеспечение TrimbleCredoГНСС, TrimbleBusinessCenter, MagnetOfficeTools.
- лаборатория мониторинга геосфер (постояннодействующая, базовая ГНСС-станция (PrinCeNRG1 и TopconGB-1000).
- 4 комплекта ГНСС-приемников TopconGB-1000 и TopconLegacy.

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.



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

---

---

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ШКОЛА)

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Современные методы спутникового позиционирования»**

**Направление подготовки 21.04.02 Землеустройство и кадастры  
магистерская программа «Геоинформационные и кадастровые технологии»  
Форма подготовки очная**

**Владивосток**

**20\_\_**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

### «Современные методы спутникового позиционирования»

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	24.02-20.05	Подготовка к контрольному опросу	22 час.	Устный опрос
2.	20.04 – 23.05	Выполнение контрольного задания	22 час.	Контрольная работа
4.	15.06-27.06	Подготовка к зачету	10 час.	Устный опрос

1. Студентам предлагается самостоятельно подготовиться к промежуточным контрольным устным опросам. Для этого студент должен проработать теоретическую основы, полученные на лекции и в ходе самостоятельных занятий, а также материалы практических занятий.

Контрольный опрос оценивается по 100-бальной системе и считается зачетным при наборе обучающимся не менее 60 баллов.

2. Для организации самостоятельной работы по дисциплине в качестве обязательного элемента студентам предлагается выполнение двух контрольных домашних заданий-упражнений по темам: «Преобразования координат пунктов и их разностей» и «Программная обработка GPS-измерений в спутниковой геодезической сети с целью получения координат определяемого пункта в местной системе координат и высот».

По первому заданию каждый студент получает набор данных для преобразования компонент базовых линий из пространственной в локальную топосцентрическую систему координат.

По второму заданию каждый студент получает набор тестовых данных спутниковых GPS или GPS/ГЛОНАСС наблюдений и выполняет самостоятельную их обработку с целью оценки качества измерений и получения пространственных положений каждого пункта тестовой сети.

При сдаче контрольного домашнего задания предоставляется отчет с результатами расчетов, а также производится индивидуальная беседа по особенностям выполнения работы с применением программного пакета, в котором производится обработка наблюдений.

Контрольное домашнее задание считается выполненным и зачтенным в случае правильного выполнения расчетной части и уверенных и корректных комментариев методики ее получения.

3. Студентам предлагается самостоятельно подготовиться зачетному опросу. При этом студент должен самостоятельно изучить материалы лекционных и практических занятий, рекомендованную учебно-методическую литературу и информацию из Интернет-источников.

Таким образом, в общей совокупности при выполнении всей самостоятельной работы студент готовится к контрольным опросам и работе и, в конечном счете, к зачету.



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

---

---

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(ШКОЛА)

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Современные методы спутникового позиционирования»  
Направление подготовки 21.04.02 Землеустройство и кадастры  
магистерская программа «Геоинформационные и кадастровые технологии»  
**Форма подготовки очная**

Владивосток

20\_\_

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-2.2 Осваивает новые программные средства для решения профессиональных задач	знает	Знает методики и алгоритмы, заложенные в основу функционирования программных пакетов для обработки данных, получаемых при помощи современных систем спутникового позиционирования
	умеет	Умеет использовать разнообразные программные пакеты инженерного уровня, предназначенные для программно-математической обработки данных современных систем спутникового позиционирования
	владеет	Владеет навыками программно-математической обработки данных современных систем спутникового позиционирования с использованием разнообразных программных пакетов инженерного уровня
ПК- 5.1 Оценивает качество получаемых в процессе наблюдений и получаемых из аналитических центров ГНСС-данных	знает	Знает состав и особенности всех типов данных современных систем спутникового позиционирования, получаемых в процессе наблюдений и их аналитических центров
	умеет	Умеет использовать специальные программные средства и методики для оценки качества данных систем спутникового позиционирования, получаемых в процессе наблюдений и их аналитических центров
	владеет	Владеет навыками анализа оценки качества данных систем спутникового позиционирования, получаемых в процессе наблюдений и их аналитических центров
ПК-5.2 Владеет средствами и методами проведения всех видов ГНСС-наблюдений для решения производственных и научных задач в области землеустройства и кадастра	знает	Знает основы функционирования и особенности практического применения всех видов спутниковых ГНСС-наблюдений
	умеет	Умеет практически использовать различные типы ГНСС-аппаратуры и методов ее использования для решения производственных и научных задач в области землеустройства и кадастра
	владеет	Владеет средствами и методами проведения всех основных видов ГНСС-наблюдений для решения производственных и научных задач в области землеустройства и кадастра

### Контроль достижения целей курса

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Тема 1. Теоретические основы мето-	ПК-2.2, 5.1	Знает принципы функционирования,	УО-1 Контроль-	УО-1 Вопросы к

	дов спутникового позиционирования		структуру и состав современных систем глобального спутникового позиционирования	ный опрос Вопросы №1-9 ПР-7 Практическое занятие № 1-2	зачету № 1-4
			Умеет использовать теоретические знания о системах глобального спутникового позиционирования в процессе топографо-геодезических и иных работ		
			Владеет навыками использования современных систем глобального спутникового позиционирования в процессе топографо-геодезических и иных работ		
2	Тема 2. Основы методов выполнения спутниковых измерений и их обработки	ПК-5.1, 5.2	Знает методы обработки пространственных геодезических данных с помощью информационных технологий	УО-1 Контрольный опрос Вопросы № 10-14 ПР-7 Практическое занятие № 3-5	УО-1 Вопросы к зачету № 5-8
			Умеет навыками обработки пространственных геодезических данных средствами информационных технологий		
			Владеет навыками обработки пространственных геодезических данных средствами информационных технологий		

3	Тема 3. Применение технологий глобального спутникового позиционирования для решения государственных и научных задач	ПК-5.1, 5.2	Знает принципы функционирования и методику использования современных программных комплексов, предназначенных для обработки данных систем глобального спутникового позиционирования; современное состояние науки в области разработки и применения современных систем глобального спутникового позиционирования	УО-1 Контрольный опрос Вопросы № 15-20 ПР-7 Практическое занятие № 6-7 ПР-2 Контрольная работа	УО-1 Вопросы к зачету № 9-12
Умеет использовать в практической деятельности современные программные комплексы, предназначенные для обработки данных систем глобального спутникового позиционирования; использовать спутниковое оборудование и программные средства для проведения прикладных научных исследований в области геодезического обеспечения землеустройства и кадастра					
Владеет навыками практического использования современных программных комплексов, предназначенных для обработки данных систем глобального спутникового позиционирования;					

			навыками самостоятельного анализа и интерпретации результатов наблюдений при помощи технологий глобального спутникового позиционирования		
--	--	--	--	--	--

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	Критерии	Показатели
<p>ПК-2.2 Осваивает новые программные средства для решения профессиональных задач</p> <p>ПК- 5.1 Оценивает качество получаемых в процессе наблюдений и получаемых из аналитических центров ГНСС-данных</p>	знает (пороговый)	знание принципов функционирования, методики использования и технологии обработки данных, получаемых при помощи методов глобального спутникового позиционирования	способность показать знания о структуре и общих принципах действия систем глобального спутникового позиционирования: предпосылки создания систем, отличия от других космических геодезических систем (VLBI, SLR, DORIS), сегменты систем, состав и назначение спутниковых сигналов
	умеет (продвинутый)	умение выполнять полевые измерения, получать данные международных аналитических центров, выполнять обработку данных, получаемых при помощи методов глобального спутникового позиционирования	способность выбирать режимы спутниковых измерений и методы их математической обработки: навигационный, статический, кинематический режимы измерений; абсолютный, дифференциальный и относительный методы позиционирования и особенности их практического использования
	владеет (высокий)	владение средствами и методами выполнения полевых измерений и программно-математической обработки данных, получаемых при помо-	способность передачи измерительной информации в компьютер, преобразования результатов измерений спутниковых измерений

		щи методов глобального спутникового позиционирования	в формат RINEXи COMPASTRINEX, обратное преобразование
<p>ПК- 5.1 Оценивает качество получаемых в процессе наблюдений и получаемых из аналитических центров ГНСС-данных</p> <p>ПК-5.2 Владеет средствами и методами проведения всех видов ГНСС-наблюдений для решения производственных и научных задач в области землеустройства и кадастра</p>	знает (пороговый)	знание методики работы со спутниковой геодезической аппаратурой, алгоритмов и программного обеспечения для математической обработки и анализа результатов обработки данных, получаемых при помощи методов глобального спутникового позиционирования	способность показать знания геодезических спутниковых сетях разных рангов: глобальных, региональных, национальных, локальных, специальных; применении спутникового оборудования для создания различных типов геодезических сетей для решения производственных и научных задач
	умеет (продвинутый)	умение выполнять различные виды спутниковых геодезических наблюдений специализированной геодезической аппаратурой. выполнять программно-математическую обработку данных, получаемых при помощи методов глобального спутникового позиционирования, и анализировать ее результаты	способность применять основы программной обработки спутниковых измерений: теоретические основы, существующие программы, общие принципы их использования для обработки измерений
	владеет (высокий)	владение средствами и методами проведения всех видов ГНСС-наблюдений для решения производственных и научных задач; методами глубокого анализа получаемых результатов наблюдений и их математической обработки	способность выполнять анализ и управление качеством обработки данных спутниковых измерений, анализ результатов обработки данных пользователя при помощи Интернет-систем

## Текущая аттестация студентов.

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Современные методы спутникового позиционирования» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Современные методы спутникового позиционирования» проводится в форме контрольных мероприятий (контрольные опросы, защита контрольных заданий, самостоятельной работы), по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

– степень усвоения теоретических знаний;

при *устном контрольном опросе* критерии оценок по 100-бальной системе следующие: 100-85 баллов – проявлены глубокие знания компетенций дисциплины (ПК-2.2, ПК-5.1 и 5.2) – ответ отличается глубиной и полнотой раскрытия темы вопросов по мониторингу земельных и природных ресурсов, логичностью, последовательностью и аргументированностью ответа, умением объяснять сущность вопроса, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы; 85-75 баллов - проявлены прочные знания основных вопросов компетенций дисциплины (ПК-2.2, ПК-5.1 и 5.2): умение объяснять сущность вопросов делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, но допускаются неточности; 75-60 балл – в ответе проявлены основные знания вопросов компетенций дисциплины (ПК-2.2, ПК-5.1 и 5.2), но ответ отличается недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, недостаточным умением давать аргументированные ответы, отсутствие логичности и последовательности, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; менее 60 баллов - проявлены незнание основных вопросов знания компетенций дисциплины (ПК-2.2, ПК-5.1 и 5.2): неглубокое раскрытие темы, неумение давать аргументированные ответы, отсутствие логичности и последовательности, допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

– уровень овладения практическими умениями и навыками оценивает-

ся по уровню выполнения контрольного домашнего задания, при этом используются соответствующие критерии оценивания в 100-бальной системе, причем 100-60 баллов – выполнение задания «зачтено», менее 60 баллов – выполнение - «не зачтено».

Контрольное домашнее задание оценивается по 100-бальной системе: 100-60 баллов – «зачтено», менее 60 баллов – «не зачтено». 100-60 баллов - студент понимает принципы функционирования, структуру и состав современных систем глобального спутникового позиционирования, методы обработки пространственных геодезических данных с помощью информационных технологий (ПК-2.2), принципы функционирования и методику использования современных программных комплексов, предназначенных для обработки данных систем глобального спутникового позиционирования, современное состояние науки в области разработки и применения современных систем глобального спутникового позиционирования (ПК-5.1-5.2).

– расчетная часть выполнена без ошибок, сформирован и грамотно оформлен отчет о выполнении работы; менее 60 баллов - проявлены незнания базовых основ вопросов компетенций дисциплины (ПК-2.2, ПК-5.1 и 5.2): работа выполнена с ошибками, студент затрудняется объяснить принятые решения и действия по их реализации, оформлен со значительными нарушениями или вовсе не сформирован отчет о выполнении задания.

### **Контрольные задания**

#### *1-е типовое контрольное задание.*

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 ниже) в системе координат WGS-84.

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

Задание: Установить на своем компьютере программу GoogleEarth (<http://www.google.com/earth/>). В этой программе найти место своего проживания в г. Владивостоке и определить его геодезические координаты 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  $H$  необходимо использовать формулу  $H = h + 27$  м.

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. Для получения пространственных прямоугольных координат обоих пунктов можно воспользоваться известными соотношениями:

$$X = (N + H) \cos B \cos L,$$

$$Y = (N + H) \cos B \sin L,$$

$$Z = \left( \frac{b^2}{a^2} N + H \right) \sin B,$$

где

$$N = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 \cos^2 B + b^2 \sin^2 B}}.$$

Значения большой и малой полуосей для эллипсоида WGS-84 равны, соответственно:  $a = 6378137.0000$  м,  $b = 6356752.31425$  м.

Известные формулы для преобразования в локальную топоцентрическую систему координат приведены ниже в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} \Delta N \\ \Delta E \\ \Delta U \end{pmatrix} = D^T \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix},$$

где

$$D = \begin{pmatrix} -\sin B \cos L & -\sin L & \cos B \cos L \\ -\sin B \sin L & \cos L & \cos B \sin L \\ \cos B & 0 & \sin B \end{pmatrix},$$

где  $(B, L)$  – координаты станции DVGU. 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 перевычисляться.

### *2-е типовая контрольное задание.*

Программная обработка GPS-измерений в тестовой спутниковой геодезической сети с целью получения координат определяемого пункта в местной системе координат и высот

Цель работы: Понять принципы и методы программной обработки спутниковых геодезических измерений, научиться обрабатывать и уравнивать GPS/ГЛОНАСС измерения, выполненные в режиме «статика», оценивать ка-

чество вычисления компонент базовых линий, научиться уравнивать спутниковые геодезические сети и оценивать точность получаемых в результате координат пунктов сети и трансформировать их из системы WGS-84 в местную систему координат и нормальных (ортометрических) высот.

Дано: результаты статических GPS измерений на пунктах геодезической сети, записанные в виде набора файлов в формате RINEX (директория RINEX, файлы с расширением .960и .96n). Также дан файл координат пунктов государственной геодезической сети в местной системе координат и Балтийской системе высот. В файле PNTX.crd даны точные (контрольные) геодезические координаты пункта PNTX.

Задание: Изучить работу с программным пакетом TopconTools по документации фирмы-производителя ПО (TopconTools.Post-processing Software.Руководство оператора. /Topcon Positioning Systems, Inc. 2009. - 455 с.:ил. (доступно по ссылке: [http://www.topcon.by/resource/upload/topcon\\_tools\\_RUS\\_GSI.pdf](http://www.topcon.by/resource/upload/topcon_tools_RUS_GSI.pdf) или см. директорию TT7\_1/MANUALS)). Выполнить обработку данных в учебной спутниковой сети, загруженных на компьютеры в учебном классе.

Последовательность обработки данных:

- 1) Создание и настройка нового проекта.
- 2) Импорт данных GPS измерений (в проект RINEX-файлы).
- 3) Ввод точных координат одного из пунктов сети в системе WGS-84 (в нашем случае станция PNTX). Приданием им статуса контрольных координат (не подлежащих дальнейшему изменению).
- 4) Вычисление базовых линий между всеми пунктами сети.
- 5) Формирование и анализ отчета о невязках в полигонах сети.
- 6) Уравнивание сети с минимальными ограничениями (один фиксированный пункт).
- 7) Формирование и анализ отчета об уравнивании сети.Экспорт уравненных WGS-84 координат всех пунктов сети в текстовой файл.

8) Импорт в проект координат пунктов PNT1-PNT4 в местной системе координат и высот.

9) Выполнение процедуры «локализации» сети. Анализ полученных невязок на пунктах сети и отбраковка ошибочной информации. Повторение процедуры до получения удовлетворительного результата (невязки не должны превышать 17 см в плане и по высоте).

10) Экспорт координат всех пунктов сети в местной системе координат и высот в текстовой файл.

Представление выполненного задания:

В результате выполнения задания должны быть представлены:

1) Файл проекта (файл с расширением .tpp). См. вкладку Browse при открытии панели проектов для определения местоположения этого файла.

2) Тестовые файлы, содержащие:

А) Отчет по невязкам полигонов в сети

Б) Каталог координат пунктов сети в системе WGS-84 и их среднеквадратические ошибки

В) Каталог координат пунктов сети в местной системе и высот и их среднеквадратические ошибки.

*Типовые вопросы к контрольным опросам*

1. Что такое кинематический режим GPS/ГЛОНАСС позиционирования?
2. Что такое абсолютное позиционирование?
3. Что такое статический режим GPS/ГЛОНАСС позиционирования?
4. Что такое относительное позиционирование?
5. Что такое режим RTK?
6. Для чего необходима инициализация, при выполнении измерений в кинематическом режиме?
7. Что такое многолучевость (многопутность) спутникового сигнала?
8. Для чего служит формат RINEX?
9. Что такое геометрический фактор?
10. Является ли базовая линия (baseline) вектором?

11. Что такое маска отсечки (elevation mask)?
12. Что такое дифференциальное позиционирование?
13. В чем отличие режима постобработки спутниковых измерений от режима реального времени?
14. Для чего выполняется процедура центрирования спутниковой антенны?
15. Для чего измеряется высота спутниковой антенны над центром определяемого пункта?
16. Что такое контроллер?
17. Назовите основные составные части комплекта спутникового оборудования геодезического класса?
18. Что характеризует параметр PDOP?
19. Что такое вынос пункта «в натуру»?
20. Что такое дифференциальные поправки?

### **Промежуточная аттестация студентов**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Современные методы спутникового позиционирования» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Современные методы спутникового позиционирования» предусмотрена в виде зачета. При этом, оценка на зачете является комплексной, учитываются все оценки контрольных мероприятий текущей аттестации с весом, определяемым ведущим преподавателем. Оценка «зачтено» выставляется студенту, только если ему предварительно были зачтены результаты устного опроса, контрольные домашние задания (критерии оценки каждого контрольного мероприятия указаны выше).

### **Типовые вопросы к зачету**

1. Режимы спутникового позиционирования.
2. Общая структура и основные характеристики современных глобальных систем спутникового позиционирования.

3. Способы спутникового позиционирования.
4. Принципы определения местоположения при помощи систем спутникового позиционирования.
5. Факторы, оказывающие влияние на результаты спутникового позиционирования.
6. Глобальные, региональные, национальные и локальные спутниковые сети.
7. Специальные спутниковые сети.
8. Спутниковое оборудование: назначение, классификация, состав комплекта
9. Выполнение спутниковых измерений: состав работ, особенности.
10. Математическая обработка спутниковых измерений: общие принципы, последовательность, анализ результатов
11. Возможности применения интернет-систем для обработки данных спутниковых измерений
12. Применение спутниковых систем для решения научных задач: решаемые задачи, принципы применения.

**Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине «Современные методы спутникового позиционирования»:**

<b>Баллы (рейтинговой оценки)</b>	<b>Оценка зачета</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
100 - 61	«зачтено»	<p>Оценка «зачтено» при сдаче зачета выставляется студенту, если он усвоил программный материал по дисциплине и знает принципы функционирования, структуру и состав современных систем глобального спутникового позиционирования, методы обработки пространственных геодезических данных с помощью информационных технологий (ПК-2.2), принципы функционирования и методику использования современных программных комплексов, предназначенных для обработки данных систем глобального спутникового позиционирования, современное состояние науки в области разработки и применения современных систем глобального спутникового позиционирования (ПК-5.1 и 5.2).</p> <p>Умеет использовать теоретические знания о системах глобального спутникового позиционирования в процессе</p>

		<p>топографо-геодезических и иных работ, выбирать методы и осуществлять обработку пространственных геодезических данных с помощью информационных технологий (ПК-2.2), использовать в практической деятельности современные программные комплексы, предназначенные для обработки данных систем глобального спутникового позиционирования, использовать спутниковое оборудование и программные средства для проведения прикладных научных исследований в области геодезического обеспечения землеустройства и кадастра (ПК-5.1 и 5.2).</p> <p>Владеет навыками использования современных систем глобального спутникового позиционирования в процессе топографо-геодезических и иных работ, навыками обобщения и анализа, поиска и выбора методов и технологий обработки пространственных геодезических данных средствами информационных технологий (ПК-2.2), навыками практического использования современных программных комплексов, предназначенных для обработки данных систем глобального спутникового позиционирования, навыками самостоятельного анализа и интерпретации результатов наблюдений при помощи технологий глобального спутникового позиционирования (ПК-5.1 и 5.2).</p> <p>При этом, оценка «зачтено» выставляется студенту, только если ему предварительно зачтены контрольные домашние задания и устный опрос.</p>
менее 61	«не зачтено»	<p>Оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет большую часть практической работы, часть задания не может выполнить. Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если он освоил не все не все знания, умения и навыки компетенций дисциплины (ПК-2.2, ПК-5.1 и 5.2).</p>