

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 28 » января 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_  
Спутниковые системы и технологии позиционирования  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_  
очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_  
специалитет  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_  
180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_  
21.05.01 Прикладная геодезия  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_  
Инженерная геодезия (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Спутниковые системы и технологии позиционирования» является формирование комплекса знаний в области использования глобальных навигационных спутниковых систем при решении практико-ориентированных задач в рамках производственно-технологической и проектно-исследовательской профессиональной деятельности.

В ходе изучения данной дисциплины ставятся следующие задачи:

1. Изучение структуры и основ функционирования спутниковых навигационных систем, методов позиционирования, технологий производства геодезических измерений с помощью спутниковых навигационных систем;

2. Формирование умения проектирования, планирования и оценки точности геодезических измерений на основе спутниковых технологий позиционирования, обработки спутниковых измерений с помощью специальных прикладных программ;

3. Формирование навыков работы со спутниковой аппаратурой и прикладным программным обеспечением обработки спутниковых измерений, использования спутниковых технологий позиционирования при создании, реконструкции геодезических сетей и проведения геодезического мониторинга для изучения деформационных процессов земной поверхности.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Объектами изучения дисциплины являются:

- а) глобальные навигационные спутниковые системы;
- б) технологии позиционирования;
- в) геодезическая спутниковая аппаратура;
- г) системы координат и времени ГНСС;
- д) источники ошибок спутниковых измерений;
- е) способы обработки и оценки результатов спутниковых измерений;
- ж) анализ точности спутниковых построений.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	Знает теоретические основы функционирования спутниковых навигационных систем и их применение в геодезии; методы и способы гнсс-измерений для съемки ситуации и рельефа, их точностные характеристики; способы реализации гнсс-сетей на местности; системы координат ГНСС и способы их преобразования (конверсия, трансформирование); приемы координатно-временного обеспечения объектов с помощью ГНСС-технологий.	Знает способы применения естественнонаучных и общетехнических знаний; принципы производства измерений на поверхности Земли, отображения ситуации и рельефа на картах и планах, построения геодезических сетей и распространения систем координат на местности; понятия о форме и размерах Земли, ее гравитационном поле, системах высот; принципы построения геодезических систем координат и преобразования координат, фундаментальных астрономо-геодезических сетей; существующие методы космической геодезии; принципы фотограмметрических лазерных радиотехнических методов наблюдений ИСЗ; понятия о системах отсчета, о координатно-временном обеспечении объектов посредством применения ГНСС.	Экзамен
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Умеет использовать математические методы вычислений при решении профессиональных задач; использовать основные законы естественнонаучных и общетехнических дисциплин; фундаментальные знания в области геодезии для поиска оптимального решения производственных и исследовательских задач.	Умеет использовать математические модели и методы при решении профессиональных задач; использовать основные законы естественнонаучных и общетехнических дисциплин; фундаментальные знания в области геодезии для решения производственных и исследовательских задач.	Курсовая работа
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеет основными методами решения инженерных задач и исследовательской	Владеет основными методами решения задач, используемыми в естественнонаучных и	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		работы, выражающиеся в способности воспринимать исходную информацию, находить оптимальные пути решения поставленных задач с учетом теоретических знаний и практических навыков, знании математического аппарата для точных и приближенных расчетов, умении интерпретировать полученные результаты, отыскивать практическую и научную значимость, организовывать процесс работ.	общеинженерных дисциплинах; навыками ведения исследовательской деятельности; навыками организации геодезического производства.	
ПКО–2	ИД-1ПКО-2	Знает принципы и способы построения, требования нормативных документов, методы измерений, развития и реконструкции государственных геодезических сетей, съемочных сетей, сетей сгущения, сетей специального назначения и сетей базовых референцных станций с использованием ГНСС-технологий.	Знает принципы построения, требования нормативных документов, методики создания, развития поддержания в рабочем состоянии и реконструкции государственных геодезических, нивелирных, сетей специального назначения и сетей базовых референцных ГНСС-станций	Экзамен
ПКО–2	ИД-2ПКО-2	Умеет выполнять проектирование и планирование гнсс-измерений, составлять программу полевых наблюдений, выполнять обработку гнсс-наблюдений в прикладных программах, выполнять контроль и анализ результатов измерений при создании, развитии, реконструкции съемочных геодезических, сетей сгущения, сетей специального назначения	Умеет выполнять все этапы работ (проектирование, рекогносцировка, полевые работы, камеральные работы) при создании, развитии, реконструкции государственных геодезических, нивелирных, гравиметрических сетей, сетей специального назначения и сетей базовых референцных ГНСС-станций	Курсовая работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		и сетей базовых референчных ГНСС-станций.		
ПКО–2	ИД-3ПКО-2	Владеет навыками проектирования геодезических сетей с применением гнсс-технологий методом построения сети и методом определения висячих пунктов; предварительной оценки точности проектов измерений. Владеет навыками выполнения статических и кинематических наблюдений с использованием гнсс-аппаратуры.	Владеет навыками проектирования сетей, контроля целостности и точности сетей. Владеет навыками выполнения полевых геодезических и гравиметрических работ.	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		8	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	50	50	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	24	24	
- лабораторные работы (ЛР)	24	24	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	94	94	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)	18	18	
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

#### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
8-й семестр				
Общие сведения о глобальных навигационных спутниковых системах (ГНСС)	6	2	0	18
<p>Тема 1. Развитие и применение ГНСС. История развития ГНСС. Действующие и перспективные ГНСС. Преимущества и недостатки ГНСС перед традиционными видами геодезических измерений. Принципы построения и функционирования ГНСС. Сферы применения.</p> <p>Тема 2. Принцип дальномерных измерений, реализованный в ГНСС. Односторонний и двухсторонний способы измерения расстояний. Преимущества и недостатки.</p> <p>Тема 3. Системы координат и времени, используемые в ГНСС. Орбитальная система координат, эфемериды спутников. Мгновенная Земная система координат. Фиксированная на определенную эпоху Земная система координат. Связь систем координат. Динамическое, атомное и астрономическое время.</p>				
Структура ГНСС	4	2	0	18
<p>Тема 4. Спутниковый сегмент ГНСС. Спутниковый сегмент GPS и ГЛОНАСС. Принципы построения, функционирования и решаемые задачи. Состав установленной на спутнике аппаратуры, атомные стандарты частоты, структура сигналов, схема формирования сигналов. Режим противодействия несанкционированному доступу.</p> <p>Тема 5. Сегмент управления и контроля ГНСС. Сегмент управления и контроля систем GPS и ГЛОНАСС. Структура, принципы построения и решаемые задачи.</p> <p>Тема 6. Сегмент пользователей сигналами ГНСС. Виды спутниковой приемной аппаратуры (навигационная и геодезическая). Общая схема приемных устройств, принципы функционирования и решаемые задачи. Типы и классы точности спутниковой аппаратуры. Антенные устройства геодезических спутниковых приемников.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Источники погрешностей ГНСС-измерений	4	4	0	18
Тема 7. Ошибки ГНСС-измерений. Ошибки эфемерид спутников. Влияние ионосферы. Тропосферная рефракция. Многолучевость (многопутность). Влияние геометрии расположения спутников. Ошибки приемопередающей аппаратуры. Учет положений фазовых центров гнсс-антенн. Погрешности установки аппаратуры на пункте наблюдений.				
Методы спутниковых (гнсс) наблюдений	6	10	0	18
Тема 8. Абсолютный метод спутниковых определений координат. Принцип кодовых измерений. Кодовая псевдодальность. Уравнение связи измеряемых величин и координат пункта. Системы дифференциальной коррекции. Сферы применения и точность автономного позиционирования с использованием дифференциальных систем. Тема 9. Относительный метод спутниковых определений. Принцип фазовых измерений. Фазовая псевдодальность. Уравнение связи фазовых измерений и координат пунктов. Неоднозначность фазовых измерений. Комбинации фазовых данных. Разности фаз – первые, вторые, третьи. Порядок вычисления вектора.				
Технологии позиционирования	4	6	0	22
Тема 10. Технология геодезических работ с использованием спутникового позиционирования. Способы относительных спутниковых измерений (статика, кинематика). Использование статических способов при создании, реконструкции и сгущении геодезических сетей, а также для геодезического мониторинга деформационных процессов на земной поверхности. Применение кинематических способов. Организация спутниковых наблюдений (планирование, программа наблюдений, действие оператора на пункте). Анализ и контроль полевых измерений. Пере-счет координат. Тема 11. Сети референцных станций. Принципы построения и функционирования сетей референцных станций. Международные, национальные и региональные сети референцных станций. Форматы передачи данных, сетевые решения. Координатное обеспечение геодезических работ с использованием сетей референцных станций. Метод высокоточного позиционирования (PPP).				
ИТОГО по 8-му семестру	24	24	0	94
ИТОГО по дисциплине	24	24	0	94

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Геодезическая спутниковая аппаратура, типы, классы, антенны.
2	Камеральное планирование спутниковых наблюдений на пункте геодезической сети.
3	Полевое планирование спутниковых наблюдений на пункте геодезической сети.
4	Развитие геодезического планового обоснования с использованием спутниковой технологии (проектирование, оценка точности и программа работ).
5	Обработка и анализ спутниковых наблюдений геодезической сети.
6	Преобразование координат пунктов спутниковой сети в местную (локальную) систему координат.
7	Высокоточное позиционирование с использованием интернет-сервисов (PPP).

## Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Создание съемочного обоснования и производство топографической съемки в масштабе 1:1000 территории населенного пункта
2	Геодезический мониторинг деформационных процессов земной поверхности на основе спутниковых технологий позиционирования
3	Обработка гнсс-наблюдений локальной геодезической сети

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции и групповые дискуссии.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам и курсовой работе.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Генике А. А., Побединский Г. Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Картгеоцентр, 2004. 351 с.	20
2	Космическая геодезия. Спутниковые навигационные системы и их геодезическое использование : учебное пособие / Баландин В.Н., Брынь М.Я., Петров В.В., Юськевич А.В. СПб : Изд-во СПбГГИ, 2002. 72 с.	1
3	Поклад Г. Г., Гриднев С. П. Геодезия : учебное пособие для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Акад. проект, 2013. 538 с. 44,0 усл. печ. л.	26
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Богданов М. Р. Применения GPS/ГЛОНАСС : учебное пособие. Долгопрудный : Интеллект, 2012. 134 с. 8,5 усл. печ. л.	1
2	Современные и перспективные информационные ГНСС-технологии в задачах высокоточной навигации / Бартенев В. А., Гречкосеев А. К., Козорез Д. А., Красильщиков М. Н. Москва : Физматлит, 2014. 191 с., 4 л. ил. 12,0 усл. печ. л.	2
3	Соловьев Ю. А. Спутниковая навигация и ее приложения. Москва : Эко-Трендз, 2003. 325 с	13
4	Спутниковые системы и технологии позиционирования : учебно-методическое пособие / Стрелков, С. П., Кондрашин, К. Г., Константинова, Е. А., Никифорова, З. В. Астрахань : Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2020. 89 с.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Геодезия и картография : научно-технический и производственный журнал. Москва : Картгеоцентр.	1
2	Геопрофи : научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации. Москва : Проспект.	1

3	Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. Москва : Изд-во Моск. гос. ун-та геодезии и картографии.	1
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Инструкция по созданию наблюдательных станций и производству инструментальных наблюдений за процессами сдвижения земной поверхности при разработке нефтяных месторождений в регионе Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей / сост. Ю.А. Кашников, С.Г. Ашихмин, В.Г. Букин, С.В. Гришко. – 2-е изд., испр. и доп. – Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014. – 41с.	20
2	Справочник геодезиста. Кн. 1. Москва : Недра, 1985. 455 с.	26
3	Справочник геодезиста. Кн. 2. Москва : Недра, 1985. 440 с.	26
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Гришко С. В. Уравнивание спутниковых сетей. Предварительная оценка точности проектов спутниковых измерений. Пермь : Издательство ПНИПУ, 2010. URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4612">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib4612</a> (дата обращения: 18.01.2022).	100
2	Преобразования координат. Решение задач на эллипсоиде. Проекция Гаусса-Крюгера: лаб. практикум / С.В. Гришко, А.А. Кривенко. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 48с.	100
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Антонович К. М. Космическая навигация : учебное пособие. Новосибирск : СГУГиТ, 2015. 233 с. URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-157304">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-157304</a> (дата обращения: 18.01.2022).	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-157304">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-157304</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Корецкая Г. А. Навигационные системы в кадастре : учебное пособие для студентов. Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2014. 136 с. URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-115127">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-115127</a> (дата обращения: 18.01.2022).	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-115127">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-115127</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Корецкая Г. А. Спутниковые навигационные системы в маркшейдерии. Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. 93 с. URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/lan69463">https://elib.pstu.ru/Record/lan69463</a> (дата обращения: 18.01.2022).	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lan69463">https://elib.pstu.ru/Record/lan69463</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Спутниковые системы и технологии позиционирования : учебно-методическое пособие / Стрелков, С. П., Кондрашин, К. Г., Константинова, Е. А., Никифорова, З. В. Астрахань : Астраханский? государственны? архитектурно-строительны? университет, ЭБС АСВ, 2020.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/ipr100846">https://elib.pstu.ru/Record/ipr100846</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Гришко С. В. Уравнивание спутниковых сетей. Предварительная оценка точности проектов спутниковых измерений. Пермь : Издательство ПНИПУ, 2010.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib461">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib461</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Google Earth Engine (лиц. на некоммерч. использ.)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	LGO Post Proc. Bundle Floating (сертификат 778084, 779314, каф.МДГиГИС)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	MapInfo ( каф.МДГиГИС)

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовая работа	проектор, экран, компьютер (ноутбук)	1
Лабораторная работа	компьютер	10
Лабораторная работа	проектор, экран, компьютер (ноутбук)	1
Лекция	проектор, экран, компьютер (ноутбук)	1

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------



**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (8-го семестра учебного плана) и разбито на разделы. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам, защите курсовой работы и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Промежуточный	
	С	ТО	ОЛР	КР		Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>3.1</b> Знает теоретические основы функционирования спутниковых навигационных систем и их применение в геодезии; методы и способы гнсс-измерений для съемки ситуации и рельефа, их точностные характеристики; способы реализации гнсс-сетей на местности; системы координат ГНСС и способы их преобразования (конверсия, трансформирование); приемы координатно-временного обеспечения объектов с помощью ГНСС-технологий.	С1		ОЛР1	КР		ТВ
<b>3.2</b> Знает принципы и способы построения, требования нормативных документов, методы измерений, развития и реконструкции государственных геодезических сетей, съемочных сетей, сетей сгущения, сетей специального назначения и сетей базовых референцных станций с использованием ГНСС-технологий.	С2		ОЛР2 ОЛР3	КР		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.2</b> Умеет использовать математические методы вычислений при решении профессиональных задач; использовать основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин; фундаментальные знания в области геодезии для поиска оптимального решения производственных и исследовательских задач.			ОЛР6	КР		ПЗ

<b>У.1</b> Умеет выполнять проектирование и планирование гнсс-измерений, составлять программу полевых наблюдений, выполнять обработку гнсс-наблюдений в прикладных программах, выполнять контроль и анализ результатов измерений при создании, развитии, реконструкции съемочных геодезических, сетей сгущения, сетей специального назначения и сетей базовых референциальных ГНСС-станций.			ОЛР4 ОЛР7	КР		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> Владеет навыками проектирования геодезических сетей с применением гнсс-технологий методом построения сети и методом определения висячих пунктов; предварительной оценки точности проектов измерений. Владеет навыками выполнения статических и кинематических наблюдений с использованием гнсс-аппаратуры.			ОЛР5	КР		ПЗ
<b>В.2</b> Владеет основными методами решения инженерных задач и исследовательской работы, выражающиеся в способности воспринимать исходную информацию, находить оптимальные пути решения поставленных задач с учетом теоретических знаний и практических навыков, знании математического аппарата для точных и приближенных расчетов, умении интерпретировать полученные результаты, отыскивать практическую и научную значимость, организовывать процесс работ.			ОЛР6	КР		ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; КР – курсовая работа; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ

(индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения раздела дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала проводится в форме собеседования или опроса студентов для анализа усвоения материала.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений проводится в форме защиты лабораторных работ и защиты курсовой работы.

#### **2.2.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 7 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Защита курсовой работы**

Согласно РПД запланирована 1 курсовая работа, работу над которой студенты ведут весь семестр.

Типовые задания курсовой работы:

1. Создание съемочного обоснования и производство топографической съемки в масштабе 1:1000 территории населенного пункта;

2. Геодезический мониторинг деформационных процессов земной поверхности на основе спутниковых технологий позиционирования;

3. Обработка ГНСС-наблюдений локальной геодезической сети.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Не предусмотрено, так как в РПД запланирована курсовая работа.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабо-

раторных работ и курсовой работы.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки освоенных умений заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине**

Типовые теоретические вопросы:

1. Назвать современные спутниковые навигационные системы и их особенности.
2. Назвать основные принципы построения и функционирования спутниковых навигационных систем.
3. Назвать преимущества и недостатки использования спутниковых навигационных систем.
4. Назвать основные сферы применения спутниковых навигационных систем.
5. Перечислить виды спутниковых приемников, их особенности, сферы применения.
6. Назвать основные источники ошибок спутниковых определений и пути их минимизации.
7. Назвать основные принципы создания опорных и съемочных сетей с использованием спутниковых технологий.
8. Перечислить методы и способы выполнения спутниковых измерений и их точностные характеристики.
9. Перечислить основные виды контроля геодезических спутниковых измерений.

Типовые практические задания:

1. Рассчитать минимальное удаление пункта спутниковых определений от препятствий. Исходные данные: высота препятствий  $H = 15$  м; высота установки антенны спутникового приемника  $h = 1.8$  м; угол маски  $\alpha = 15$  градусов.
2. Выполнить планирование спутниковых наблюдений для пункта с заданными координатами и диаграммой препятствий.
3. Запроектировать развитие съемочного обоснования методом определения висячих пунктов.
4. Запроектировать развитие съемочного обоснования методом построения сети.
5. Рассчитать точность определения пункта спутниковой сети, определенного тремя векторами геодезической спутниковой аппаратурой с точностью измерений базисных линий  $(5+0,5xD, \text{км})$  мм. Исходные данные: длины векторов  $D1 = 3542,25$  м,  $D2 = 5892,06$  м,  $D3 = 10325,47$  м.
6. Рассчитать горизонтальную точность определения съемочного пункта комплектом спутниковой аппаратуры с паспортной точность в плане  $(5+0,5ppm)$  мм и высоте  $(5+1ppm)$  мм на удалении 10 км от базового приемника.

7. Рассчитать точность определения съемочного пункта по высоте комплектом спутниковой аппаратуры с паспортной точность в плане  $(5+0,5ppm)$  мм. и высоте  $(5+1ppm)$  мм. на удалении 8 км от базового приемника.

8. Рассчитать количество сеансов спутниковых наблюдений для измерения геодезической сети при одновременном использовании трех приемников. Исходные данные: количество сторон в сети  $n = 51$ .

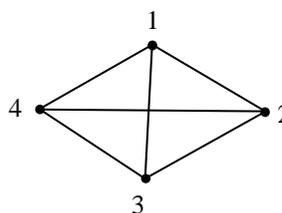
9. Рассчитать фактическую и допустимую невязки в замкнутом полигоне опорной сети при точности спутниковых наблюдений  $(5+0,5xD,км)$  мм. Исходные данные: длины векторов  $D1 = 3542,25$  м,  $D2 = 5892,06$  м,  $D3 = 10325,47$  м; измеренные компоненты векторов  $\Delta X1 = -845,588$  м,  $\Delta Y1 = -3327,806$  м,  $\Delta Z1 = 1884,900$  м,  $\Delta X2 = -1332,049$  м,  $\Delta Y2 = 3723,071$  м,  $\Delta Z2 = -1787,685$  м,  $\Delta X3 = 2177,635$  м,  $\Delta Y3 = -395,267$  м,  $\Delta Z3 = -97,211$  м.

10. Выбрать правильный вариант с независимыми измерениями в сеансе спутниковых наблюдений выполненного на 4-х пунктах (см. рисунок): а) 1-2, 1-4, 1-3, 2-4;

б) 1-4, 3-4, 3-2, 2-1;

в) 1-4, 4-3, 3-2;

г) 1-2, 2-3, 3-1.



Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

## 2.4.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## 3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов компетенций

### 3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей

части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.