

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

« 24 » января 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Высшая геодезия и основы координатно-временных систем  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 432 (12)  
(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

Цель учебной дисциплины состоит в формировании профессиональных компетенций, определяющих готовность и способность специалиста прикладной геодезии к использованию знаний в области высшей геодезии, при решении практико-ориентированных задач в рамках производственно-технологической и научно-исследовательской профессиональной деятельности.

Основные задачи дисциплины создание, развитие и реконструкция государственных геодезических, нивелирных сетей и координатных построений специального назначения, изучение динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Системы координат в геодезии, теория высот, геодезия в геодинاميке, редуционная проблема в геодезии, программное обеспечение по обработке геодезических измерений, теорию создания специальных геодезических сетей для изучения динамики изменения поверхности Земли.

### 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: - основы теории фигуры Земли и ее внешнего гравитационного поля; - геометрию земного эллипсоида; - системы координат в геодезии и их взаимные преобразования; - систему высот; - картографические проекции, используемые в геодезии; - основы сфероидической и теоретической геодезии; - теорию систем отсчета и координатно-временного обеспечения.	Знает способы применения естественнонаучных и общетеоретических 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: - выполнять преобразования систем координат; - использовать геодезические проекции; - обрабатывать результаты наблюдений с использованием геодезической и гравиметрической информации; - решать геодезические задачи на поверхности земного эллипсоида и в пространстве.	Умеет использовать математические модели и методы при решении профессиональных задач; использовать основные законы естественнонаучных и общетеоретических дисциплин; фундаментальные знания в области геодезии для решения производственных и исследовательских задач.	Защита лабораторной работы
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеет: - навыками преобразования систем координат; - навыками обработки результатов геодезических	Владеет основными методами решения задач, используемыми в естественнонаучных и общетеоретических	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
		измерений; - навыками решения основных задач на поверхности земного эллипсоида.	дисциплинах; навыками ведения исследовательской деятельности; навыками организации геодезического производства.	
ПКО–2	ИД-1ПКО-2	Знает: - требования нормативных документов к созданию развитию и реконструкции государственных геодезических сетей; - принципы построения государственных геодезических сетей; - современное состояние и перспективы развития государственных геодезических сетей России; - приборы для выполнения высокоточных геодезических измерений; - методы производства и обработки высокоточных геодезических измерений; - теорию создания специальных геодезических сетей для изучения динамики изменения поверхности Земли; - средства и методы производства высокоточных геодезических измерений для изучения динамики поверхности Земли.	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: - создавать государственные геодезические сети и геодезические сети специального назначения; - выполнять высокоточные геодезические измерения и их математическую обработку; - выполнять высокоточные геодезические измерения	Умеет выполнять все этапы работ (проектирование, рекогносцировка, полевые работы, камеральные работы) при создании, развитии, реконструкции государственных геодезических, нивелирных, гравиметрических сетей, сетей специального	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		для изучения динамики изменения поверхности Земли; - выполнять уравнивание геодезических и геодинамических сетей, - разрабатывать проектную документацию на производство геодезических работ.	назначения и сетей базовых референцных ГНСС-станций	
ПКО–2	ИД-3ПКО-2	Владеет: - методами создания государственных геодезических сетей; - методами производства и обработки высокоточных геодезических измерений; - методами производства высокоточных геодезических измерений для изучения динамики изменения поверхности Земли; - методами уравнивания геодезических и геодинамических сетей.	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		
		5	6	7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	140	48	44	48
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:				
- лекции (Л)	50	18	14	18
- лабораторные работы (ЛР)	84	28	28	28
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)				
- контроль самостоятельной работы (КСР)	6	2	2	2
- контрольная работа				
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	220	60	64	96
2. Промежуточная аттестация				
Экзамен	72	36		36
Дифференцированный зачет				
Зачет	9		9	
Курсовой проект (КП)	36			36
Курсовая работа (КР)				
Общая трудоемкость дисциплины	432	144	108	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
5-й семестр				
Раздел 1. Введение. Предмет и задачи высшей геодезии	2	0	0	2
Тема 1. Задачи и краткое содержание дисциплины. Предмет и задачи высшей геодезии. Основные разделы высшей геодезии, её взаимосвязь с другими дисциплинами. Краткие сведения о объекте изучения - Земле. Тема 2. Краткие исторические сведения о развитии высшей геодезии.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 2. Основные сведения о фигуре и гравитационном поле Земли	4	0	0	8
Тема 3. Фигура Земли. Сила тяжести и уровенные поверхности Земли. Геоид и квазигеоид. Общий земной эллипсоид и связанные с ним системы координат. Дифференциальные формулы связи различных систем координат. Фундаментальные геодезические постоянные. Тема 4. Поверхности относимости. Редукционная задача. Поверхности относимости. Референц-эллипсоид. Референц-эллипсоид Красовского и других авторов. Местные системы координат. Понятие о редукционной задаче.				
Раздел 3. Опорные геодезические сети	12	28	0	50
Тема 5. Государственная геодезическая сеть. Государственная геодезическая сеть (ГГС), её назначение и принципы построения. Схема построения ГГС РФ. Методы построения ГГС. Системы координат. Тема 6. Высокоточные угловые измерения. Приборы, предназначенные для производства высокоточных угловых измерений. Основные источники ошибок при угловых измерениях. Методика и способы производства высокоточных угловых измерений. Тема 7. Государственная нивелирная сеть. Нивелирная сеть РФ, её назначение и классификация. Системы высот и теория высот. Основные источники ошибок при нивелировании. Приборы, предназначенные для производства высокоточного нивелирования. Методика выполнения высокоточного нивелирования. Тригонометрическое нивелирование.				
ИТОГО по 5-му семестру	18	28	0	60
6-й семестр				
Раздел 4. Уравнивание геодезических сетей на плоскости	6	12	0	38
Тема 8. Уравнивание геодезических сетей коррелятным способом. Подсчёт числа независимых условных уравнений в линейно-угловых сетях и определение их вида. Составление условных уравнений и весовых функций. Составление и решение системы нормальных уравнений, нахождение поправок и оценка точности. Тема 9. Уравнивание геодезических сетей параметрическим способом. Выбор параметров, составление уравнений связи и				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
переход к уравнениям поправок применительно к линейно-угловым сетям. Получение и решение системы нормальных уравнений, вычисление поправок в результаты измерений и оценка точности. Тема 10. Уравнивание обширных геодезических сетей. Проблема обширных геодезических сетей. Основные способы уравнивания обширных геодезических сетей.				
Раздел 5. Сфероидическая геодезия. Земной эллипсоид	4	8	0	12
Тема 11. Общие сведения. Параметры земного эллипсоида. Различные системы координат и связь между ними. Радиусы кривизны эллипсоида в данной точке. Длина дуги меридиана и параллели. Площадь сфероидического треугольника и трапеции. Тема 12. Исследование кривых на поверхности земного эллипсоида. Геодезическая линия и её уравнение. Приведённая длина геодезической линии. Взаимные нормальные сечения. Угол между касательной и хордой нормального сечения. Положение геодезической линии относительно взаимных нормальных сечений. Тема 13. Решение геодезических задач на поверхности земного эллипсоида. Решение прямой и обратной геодезических задач на эллипсоиде.				
Раздел 6. Прямоугольные плоские координаты Гаусса-Крюгера	4	8	0	14
Тема 14. Выбор и применение прямоугольных координат в геодезических работах. Проекция Гаусса-Крюгера. Основные формулы комфортного изображения эллипсоида на плоскость. Формулы перехода от геодезических координат к координатам Гаусса-Крюгера и обратно. Тема 15. Общая теория преобразования координат из одной зоны в другую. Сближение меридианов на плоскости и масштаб изображения. Редукция расстояний и направлений с эллипсоида на плоскость.				
ИТОГО по 6-му семестру	14	28	0	64
7-й семестр				
Раздел 7. Теоретическая геодезия	12	28	0	50
Тема 16. Поверхность Земли и сила тяжести. Тема 17. Системы координат, используемые в теоретической геодезии, и их преобразования.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Тема 18. Нормальная земля и фундаментальные геодезические постоянные.  Фундаментальные геодезические постоянные, связь между ними. Понятие о методах определения фундаментальных геодезических постоянных.  Тема 19. Общеземные системы координат.  Аномальное поле. Уклонения отвеса и аномалии высоты. Принципы определения фундаментальных постоянных. Глобальные модели Земли. Общеземные системы координат.  Тема 20. Редуцирование результатов геодезических измерений.  Метод проектирования. Поправки в геодезические измерения за уклонения отвесных линий и высоту визирных целей.  Тема 21. Системы высот.  Системы высот. Вычисление уклонения отвеса и аномалии высоты. Ортометрическая высота и высота геоида. Нормальная высота и высота квазигеоида. Динамические высоты.  Тема 22. Влияние неоднородности поля силы тяжести на результаты инженерно-геодезических измерений.</p>				
Раздел 8. Геодинамика	6	0	0	46
<p>Тема 23. Глобальная геодинамика.  Задачи исследования геодинамических явлений.  Классификация геодинамических явлений.  Глобальные геодинамические явления.  Тема 24. Региональные и локальные геодинамические явления.  Исследование геодинамических явлений геодезическими методами. Методы анализа и интерпретации повторных геодезических измерений.</p>				
ИТОГО по 7-му семестру	18	28	0	96
ИТОГО по дисциплине	50	84	0	220

#### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
6	Определение систематических ошибок оптического микрометра
6	Исследование средней квадратической погрешности измерения горизонтального угла
6	Измерение углов способом во всех комбинациях (способ Шрейбера)
6	Исследование эксцентриситета алидады и лимба
6	Исследование рена оптического микрометра (шкалового микроскопа)

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы лабораторной работы</b>
6	Измерение углов способом круговых приёмов (способ Струве)
6	Исследование погрешности совмещения противоположных штрихов лимба
7	Высокоточное нивелирование полигона и обработка результатов измерений
7	Поверки высокоточного нивелира
8	Уравнивание способом Урмаева-Крюгера
8	Уравнивание геодезической сети коррелятным способом
9	Уравнивание линейно-угловой сети параметрическим способом
11	Решение сфероидических треугольников
11	Вычисление длин дуг меридианов и параллелей
11	Вычисление длин сторон и площади съёмочной трапеции
13	Решение обратной геодезической задачи
13	Решение прямой геодезической задачи
14	Преобразование координат из одной зоны в другую
17	Преобразование координат из одной системы в другую
18	Вычисление разности нормальных высот
20	Редукция горизонтальных направлений. Редукция линейных измерений

#### Тематика примерных курсовых проектов/работ

<b>№ п.п.</b>	<b>Наименование темы курсовых проектов/работ</b>
1	Реконструкция геодезических сетей
2	Уравнивание модели опорной геодезической сети различными способами

## 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 индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
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	Высшая геодезия. Сфероидическая геодезия. М. : Картгеоцентр - Геодиздат, 2003. 143 с.	5
2	Закатов П. С. Курс высшей геодезии : учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Недра, 1976. 511 с.	16
3	Яковлев Н. В. Высшая геодезия : учебник для вузов. Москва : Недра, 1989. 445 с.	32
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Высшая геодезия : учебник для вузов / Зданович В. Г., Белоликов А. Н., Гусев Н. А., Звонарёв К. А. Москва : Недра, 1970. 511 с. 32,0 усл. печ. л.	13

2	Кузнецов П. Н., Васютинский И. Ю., Ямбаев Х. К. Геодезическое инструментоведение : учебник для вузов. М. : Недра, 1984. 364 с.	20
3	Лазарев Г. Е., Самошкин Е. М. Основы высшей геодезии : учебное пособие. Москва : Недра, 1980. 424 с.	15
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Геодезия и картография : научно-технический и производственный журнал. Москва : Картгеоцентр : Геодезия и картография, 1956 - .	1
2	Геопрофи : научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации. Москва : Проспект, 2003 - .	1
3	Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка : журнал. Москва : Изд-во Моск. гос. ун-та геодезии и картографии, 1957 - .	1
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	ГКИНП (ГНТА) 03-010-02 - Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов: утверждена Руководителем Федеральной службы геодезии и картографии России 25 декабря 2003 г. N 181-пр. Дата введения 2004-02-01.	1
2	ГКИНП (ГНТА) 17-195-99 - Инструкция по проведению поверки геодезических приборов: утверждена приказом руководителя Роскартографии от 17 июня 1999 г. N 80.: Дата введения 1999-10-01.	1
3	ГОСТ 32453-2017 - Глобальная навигационная спутниковая система системы координат методы преобразований координат определяемых точек: утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 сентября 2017 г. N 1055-ст. Дата введения 2018-07-01.	1
4	СП 317.1325800.2017 - Инженерно-геодезические изыскания для строительства: утвержден приказом Минстроя России от 22 декабря 2017 г. N 1702-пр. Дата введения 2018-06-23.	1
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Гусев В. Н., Раик М. В., Зверевич В. В. Методы исследования маркшейдерско-геодезических приборов : учебное пособие. Санкт-Петербург : Изд-во СПбГГИ, 1992. 88 с.	1
2	Загибалов А.В., Охотин А.Л. Основы высшей геодезии. Учеб. пособ. - Иркутск : Изд-во ИрГТУ. 2001. - 135 с.	1
3	Загибалов А.В., Охотин А.Л. Основы математической обработки результатов измерений. Учеб. пособ. - Иркутск : Изд-во ИрГТУ. 2001. - 120 с.	1
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Богданец Е. С., Зырянов А. Р., Лебедева О. О. Маркшейдерские приборы и технологии : в 2 ч. учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2021. - 87 с. URL: <a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib8195">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib8195</a> .	10
2	Гришко С. В., Кривенко А. А. Преобразование координат. Решение задач на эллипсоиде. Проекция Гаусса-Крюгера: лаб. практикум. Пермь : Изд-во Перми гос. техн. ун-та, 2007. - 48 с.	10
3	Гришко С.В., Букин В.Г. Система нормальных высот : метод. указания и варианты заданий к лабораторным работам. Пермь : Изд-во Перми гос. техн. ун-та, 2007. - 40 с.	10

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Афонин К. Ф. Высшая геодезия. Системы координат и преобразования между ними : учебное пособие. Новосибирск : СГУГиТ, 2020.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-157330">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-157330</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Виноградов А. В., Войтенко А. В., Шерстнева С. И. Высшая геодезия и основы координатно-временных систем (раздел «Сфероидическая геодезия»). Омск : Омский ГАУ, 2019. 60 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-119215">https://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-119215</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Мазуров, Б. Т. Геодезические методы изучения геодинамических процессов : учебник / Б. Т. Мазуров. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/133899">https://e.lanbook.com/book/133899</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Зданович В. Г., Белоликов А. Н., Гусев Н. А. Высшая геодезия : учебник для вузов / Москва : Недра, 1970. 511 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks149772">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks149772</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Мазуров, Б. Т. Высшая геодезия : учебник для вузов / Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/193409">https://e.lanbook.com/book/193409</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.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс

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>
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
Курсовой проект	Персональные компьютеры	7
Лабораторная работа	Спутниковые приёмники Trimble R10	6
Лабораторная работа	Теодолиты серии Т2	8
Лабораторная работа	Теодолиты серии Т5	4
Лабораторная работа	Цифровые нивелиры Leica DNA 03	4
Лабораторная работа	Цифровые нивелиры Leica SPRINTER 100 M	4
Лабораторная работа	Электронные тахеометры Leica TS06	5
Лабораторная работа	Электронные тахеометры Topcon GTS 105N	7
Лабораторная работа	Электронный теодолит RGK T-05	9
Лекция	Ноутбук, проектор, экран настенный	1

## 8. Фонд оценочных средств дисциплины

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

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Высшая геодезия и основы координатно-временных систем»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	21.05.01 «Прикладная геодезия»	
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Инженерная геодезия	
<b>Квалификация выпускника:</b>	Инженер-геодезист	
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Маркшейдерское дело, геодезия и геоинформационные системы	
<b>Форма обучения:</b>	Очная	
<b>Курс:</b> 3, 4	<b>Семестр:</b> 5, 6, 7	
<b>Трудоёмкость:</b>		
Кредитов по рабочему учебному плану:	12	3Е
Часов по рабочему учебному плану:	432	ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>		
Экзамен:	5, 7 семестр	
Зачет:	6 семестр	
Курсовой проект:	6 семестр	

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «*Высшая геодезия и основы координатно-временных систем*» 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 трех семестров (5-го, 6-го и 7-го семестров учебного плана) и разбито на 3 учебных раздела. В каждом разделе предусмотрены лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, 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 экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

*Таблица 1.1 – Контролируемые результаты обучения по дисциплине*

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		
	Текущий	Рубежный	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>			
<b>3.1</b> Знает: - основы теории фигуры Земли и ее внешнего гравитационного поля; - геометрию земного эллипсоида; - системы координат в геодезии и их взаимные преобразования; - систему высот; - картографические проекции, используемые в геодезии; - основы сфероидической и теоретической геодезии; - теорию систем отсчета и координатно-временного обеспечения.	С	ТО	ТВ
<b>3.2</b> Знает: - требования нормативных документов к созданию развитию и реконструкции государственных геодезических сетей; - принципы построения государственных геодезических сетей; - современное состояние и перспективы развития государственных геодезических сетей России; - приборы для выполнения высокоточных геодезических измерений; - методы производства и обработки высокоточных геодезических измерений; - теорию создания специальных геодезических сетей для изучения динамики изменения поверхности Земли; - средства и методы производства высокоточных геодезических измерений для изучения динамики поверхности Земли.	С	ТО	ТВ

Таблица 1.1 - Продолжение

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		
	Текущий	Рубежный	Экзамен
<b>Освоенные умения</b>			
<b>У.1</b> Умеет: - выполнять преобразования систем координат; - использовать геодезические проекции; - обрабатывать результаты наблюдений с использованием геодезической и гравиметрической информации; - решать геодезические задачи на поверхности земного эллипсоида и в пространстве.	-	ОЛР	ПЗ
<b>У.2</b> Умеет: - создавать государственные геодезические сети и геодезические сети специального назначения; - выполнять высокоточные геодезические измерения и их математическую обработку; - выполнять высокоточные геодезические измерения для изучения динамики изменения поверхности Земли; - выполнять уравнивание геодезических и геодинамических сетей, - разрабатывать проектную документацию на производство геодезических работ.	-	КурсП	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>			
<b>В.1</b> Владеет: - навыками преобразования систем координат; - навыками обработки результатов геодезических измерений; - навыками решения основных задач на поверхности земного эллипсоида.	-	ОЛР	ТВ, ПЗ
<b>В.2</b> Владеет: - методами создания государственных геодезических сетей; - методами производства и обработки высокоточных геодезических измерений; - методами производства высокоточных геодезических измерений для изучения динамики изменения поверхности Земли; - методами уравнивания геодезических и геодинамических сетей.	-	ОЛР	ТВ, ПЗ

*Примечание: С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос; ОЛР – отчет по лабораторной работе; ТВ – теоретический вопрос экзамена (зачета); ПЗ – практическое задание экзамена (зачета); КурсП – курсовой проект.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, защиты курсового проекта и 2-х экзаменов, проводимых 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 модуля 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**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **2.2 Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1 Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 15 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

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

### **2.2.2 Защита практических работ**

Практических работ в РПД не запланировано

### **2.2.3 Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД рубежных контрольных работ не запланировано.

## 2.3 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета в конце 6-го семестра и экзамена по дисциплине устно по билетам в конце 5-го и 7-го семестров. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных компетенций.

### 2.3.1 Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

*Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:*

1. Предмет и задачи Высшей геодезии. Основные понятия и определения (уровенная поверхность, геоид, референц-эллипсоид).

2. Эллипс. Каноническое уравнение эллипса, его параметры и соотношения между ними.

3. Эллипсоид вращения. Земной эллипсоид, его элементы и параметры.

*Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:*

1. Уравнивание линейно-угловой сети коррелятным способом.

2. Уравнивание линейно-угловой сети параметрическим способом.

3. Высокоточные угловые измерения способом Шрейбера.

*Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:*

1. Преобразование систем координат из одной системы (WGS-84) в другую (ГСК-2011).

2. Уравнивание нивелирной сети 2-го класса.

3. Обработка результатов геодезических измерений

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

### 2.3.2 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.

## **2.4 Типовые задания для курсовой работы по дисциплине**

Курсовой проект – это форма исследовательской работы студента, форма творческого отчета за пройденный этап обучения. Выполнение курсового проекта призвано выявить способности студентов на основе полученных знаний самостоятельно решать конкретные практические задачи или проводить исследование по одному из вопросов, изучаемых по общепрофессиональным и специальным дисциплинам и выработку соответствующих профессиональных компетенций.

Курсовая работа, как правило, носит в основном теоретический характер, решения типовых задач, а курсовой проект в обязательном порядке предусматривает выполнение аналитических расчетов, построения чертежей, разработку конкретных мероприятий и предложений.

*Тема типового курсового проекта:*

1. Реконструкция геодезических сетей.
2. Уравнивание модели опорной геодезической сети различными способами.

Курсовой проект выполняется согласно варианту индивидуального задания. Полный перечень вариантов исходных данных для курсового проектирования в виде утвержденного комплекса топографических карт и планов цехов и предприятий хранится на выпускающей кафедре.

Оценка результатов выполнения курсового проекта в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время защиты курсового проекта.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при защите курсового проекта для компонентов *знать, уметь, владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3 Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и 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 дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3.2 Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по четырехбалльной 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.

Форма билета для экзамена

ФГАОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет» (ПНИПУ)

21.05.01 «Прикладная геодезия»  
«Инженерная геодезия»  
Кафедра «Маркшейдерское дело, геодезия и  
геоинформационные системы»

**Дисциплина «Высшая геодезия и основы  
координатно-временных систем»**

**БИЛЕТ № 1**

1. Предмет и задачи Высшей геодезии. Основные понятия и определения (уровенная поверхность, геоид, референц-эллипсоид).
2. Особенности устройства нивелиров, применяемых при высокоточных измерениях.
3. При измерении 4-х направлений способом круговых приемов получили незамыкание горизонта  $\Delta = -4,8''$ . Необходимо определить величину поправки в каждое направление.

Составитель

\_\_\_\_\_ (подпись)

А.Р. Зырянов

Заведующий кафедрой МДГиГИС

\_\_\_\_\_ (подпись)

Ю.А. Кашников

Приложение к ФОС для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
«Высшая геодезия и основы координатно-временных систем»

Типовые контрольные задания для оценки результатов обучения по дисциплине, формирующих дисциплинарные части компетенций.

**Вопросы для контроля усвоенных знаний:**

*Перечень вопросов для оценивания дисциплинарной части компетенции*

1. Предмет и задачи Высшей геодезии. Основные понятия и определения (уровенная поверхность, геоид, референц-эллипсоид).
2. Эллипс. Каноническое уравнение эллипса, его параметры и соотношения между ними.
3. Эллипсоид вращения. Земной эллипсоид, его элементы и параметры.
4. Общий земной эллипсоид (определение, ориентирование в теле Земли, методы вывода параметров, назначение, примеры).
5. Референц-эллипсоид (определение, ориентирование в теле Земли, методы вывода параметров, назначение, примеры).
6. Пространственная прямоугольная система геодезических координат. Уравнения связи прямоугольных пространственных систем координат.
7. Классификация систем координат.
8. Эллипсоидальная система геодезических координат. Уравнения связи прямоугольных пространственных и эллипсоидальных систем координат.
9. Система астрономических координат. Связь геодезических и астрономических координат. Уклонение отвесных линий. Азимуты Лапласа.
10. Классификация государственных геодезических сетей.
11. Назначение и требования к государственной геодезической сети и основные принципы ее развития.
12. Структура и плотность государственной геодезической сети по состоянию на 1995 год.
13. Современное состояние государственной геодезической сети (структура и плотность пунктов).
14. Геодезические сети ФАГС и ВГС и СГС-1.
15. Астрономо-геодезическая сеть (общие сведения, методы создания). Метод триангуляции.
16. Астрономо-геодезическая сеть (общие сведения, методы создания). Метод полигонометрии.
17. Астрономо-геодезическая сеть (общие сведения, методы создания). Метод трилатерации, линейно-угловых и комбинированных геодезических засечек.

18. Система и принципы построения ГГС. Точность и плотность построения ГГС.
19. Принцип построения астрономо-геодезической сети 1-го класса. Точность измерений в АГС-1.
20. Принцип построения астрономо-геодезической сети 2-го класса. Точность измерений в АГС-2.
21. Принцип построения сетей сгущения 3-го и 4-го класса. Точность измерений в сетях 3-го и 4-го класса.
22. Центры пунктов. Геодезические знаки.
23. Классификация теодолитов. Особенности высокоточных теодолитов.
24. Поверки и исследования высокоточных теодолитов.
25. Определение ошибок совмещения противоположных штрихов лимба
26. Определение рена шкалового микроскопа.
27. Определение эксцентриситета алидады.
28. Определение среднеквадратической погрешности измерения горизонтального угла.
29. Измерение углов способом круговых приемов (способ Струве).
30. Измерение углов способом во всех комбинациях (способ Шрейбера).
31. Источники ошибок при угловых измерениях.
32. Классификация государственных нивелирных сетей (общие сведения, точность).
33. Принцип построения государственных нивелирных сетей.
34. Нивелирование 1-го класса. Методика. Контроль наблюдений на станции.
35. Нивелирование 2-го класса. Методика. Контроль наблюдений на станции.
36. Поверки и исследования высокоточных нивелиров.
37. Подсчет числа условных уравнений в сетях триангуляции.
38. Графический способ определения числа и вида условных уравнений.
39. Уравнивание по направлениям и уравнивание по углам.
40. Условия фигур.
41. Условие горизонта.
42. Полусное условие.
43. Условие дирекционных углов.
44. Базисное условие.
45. Координатные условия.
46. Составление весовых функций.
47. Общий алгоритм уравнивания триангуляции коррелятным способом.
48. Способ Урмаева (двух групповой способ).
49. Способ Гаусса-Крюгера.
50. Общий алгоритм уравнивания триангуляции параметрическим способом.

### Задания для контроля усвоенных умений:

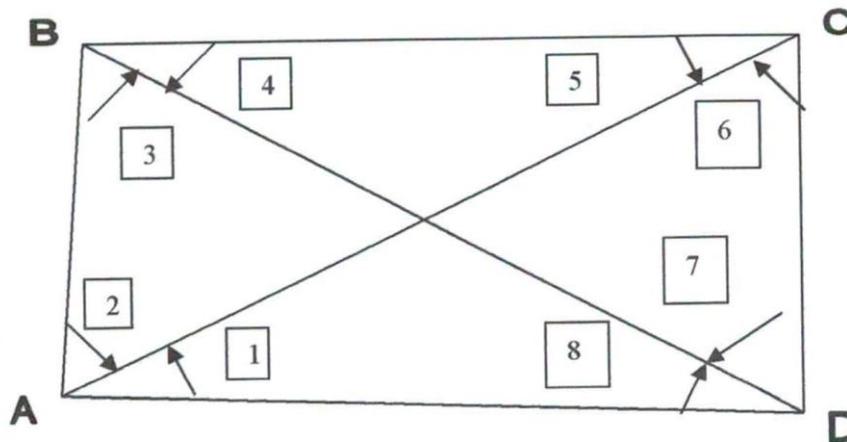
*Перечень вопросов для оценивания дисциплинарной части компетенции*

1. Рассчитать поправку за рен ( $\Delta r$ ) оптического микрометра в отчёты  $65^{\circ}30'00,8''$  и  $234^{\circ}19'59,9''$  при значении рена  $r=-2,8''$ .
2. Рассчитать поправку в отчёт по нивелирной рейке за угол  $i=6,4''$ , если расстояние от нивелира до рейки  $S=23$  м.
3. При измерении 4-х направлений способом круговых приемов получили незамыкание горизонта  $\Delta=-4,8''$ . Необходимо определить величину поправки в каждое направление.
4. Вычислить по формуле Ферреро среднюю квадратическую ошибку измерения угла в сети триангуляции из 6-ти треугольников со следующими невязками:  $2,4''$ ;  $-3,6''$ ;  $-4,2''$ ;  $3,8''$ ;  $-1,7''$ ;  $-4,7''$ .
5. Четыре направления измерены способом во всех комбинациях. В результате получены следующие средние значения измеренных углов:

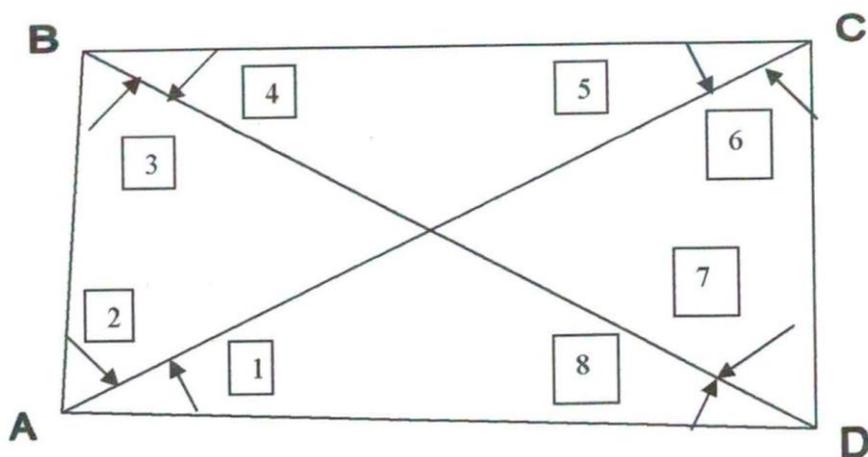
$$\begin{aligned}(1.2) &= 31^{\circ}15'36,6''; \\(1.3) &= 75^{\circ}54'03,8''; \\(1.4) &= 127^{\circ}40'39,9''; \\(2.3) &= 44^{\circ}38'25,1''; \\(2.4) &= 96^{\circ}25'03,2''; \\(3.4) &= 51^{\circ}46'35,4''.\end{aligned}$$

Найти уравненное значение угла [2.3].

6. Определить число независимых условных уравнений в геодезическом четырехугольнике, изображенном на рис.1. Измеренные углы пронумерованы и показаны стрелками.



7. Составить полюсное условие для геодезического четырехугольника, изображенного на рис.2. Измеренные углы пронумерованы и показаны стрелками.



**Задание для контроля усвоенных владений:**

*Перечень вопросов для оценивания дисциплинарной части компетенции*

1. Преобразование систем координат из одной системы (WGS-84) в другую (ГСК-2011).
2. Уравнивание нивелирной сети 2-го класса.
3. Обработка результатов геодезических измерений.

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

Разработчик \_\_\_\_\_ Зырянов А.Р.  
(подпись)