

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Дворникова Татьяна Александровна
Должность: врио проректора по учебной работе
Дата подписания: 28.02.2026 09:01:17
Уникальный программный ключ:
81e4612224154ba92546993825fd4bfa9a28f49d



**Государственный университет
по землеустройству**

СТО СМК

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Государственный университет по землеустройству»

«УТВЕРЖДАЮ»

Врио проректора по учебно-методической работе

_____/Л.П. Подболотова /

“15” мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.17 Высшая геодезия

(шифр и название дисциплины)

направление подготовки

21.05.01 – Прикладная геодезия

(шифр и название направления подготовки)

профиль

**Инженерно-геодезические работы при межевании земель и ведении
кадастра**

уровень высшего образования

специалитет

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

квалификация

инженер-геодезист

(название)

Москва

2023



1. Разработана на кафедре геодезии и геоинформатики ФГБОУ ВО «ГУЗ» в соответствии со следующими нормативными документами:

– Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 №245.

– Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - специалитет по специальности 21.05.01 Прикладная геодезия, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 августа 2020 г. № 944.

Рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) высшего образования и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ).

2. Впервые утверждена и введена в действие на заседании кафедры геодезии и гео-информатики от «01» сентября 2021 г., протокол №1

3. Разработчики рабочей программы: д.т.н, проф. В.Н. Баранов, к.т.н., доц. М.И. Щербаков, к.т.н., доц. А.Д. Тихонов, Е.А. Чистякова.



1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ЕЕ ОБЪЕМ И МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Целью учебной дисциплины «Высшая геодезия» является формирование общекультурных и 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, проектно-изыскательской, организационно-управленческой и научно-исследовательской профессиональной деятельности.

Задачи учебной дисциплины:

в области производственно-технологической деятельности:

топографо-геодезическое обеспечение изображения поверхности Земли в целом, отдельных территорий и участков земной поверхности, как наземными, так и аэрокосмическими методами;

проведение специальных геодезических измерений при эксплуатации поверхности и недр Земли (включая объекты континентального шельфа, транспортной инфраструктуры, нефте- и газодобычи), а также при изучении других планет и их спутников;

создание, развитие и реконструкция государственных геодезических, нивелирных, гравиметрических сетей и координатных построений специального назначения;

обеспечение единой системы координат на территориях промышленных площадок, городов и других участков земной поверхности, в том числе для решения задач землеустройства и кадастров;

изучение динамики изменения поверхности Земли геодезическими методами;

в области проектно-изыскательской деятельности:

сбор, обобщение и анализ топографо-геодезической, картографической, астрономо-геодезической и гравиметрической информации, разработка на ее основе методов, средств и проектов выполнения конкретных народно-хозяйственных задач;

исследование, поверки и эксплуатация геодезических, астрономических, гравиметрических приборов, инструментов и систем;

выполнение математической обработки результатов полевых спутниковых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений;

в области организационно-управленческой деятельности:



разработка проектно-технической документации в области геодезии и дистанционного зондирования;

организация и проведение метрологической аттестации геодезических приборов и систем;

в области научно-исследовательской деятельности:

участие в проведении научно-исследовательских работ и научно-технических разработок;

проведение полевых испытаний новых спутниковых геодезических, астрономических и гравиметрических приборов;

проведение мониторинга окружающей среды на основе топографо-геодезических, гравиметрических и картографических материалов, дистанционного зондирования и ГИС-технологий;

создание трехмерных моделей физической поверхности Земли, зданий и инженерных сооружений;

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция		Индикаторы компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	
Код	Содержание компетенции (или ее части)			
ОПК-1	Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности на основе фундаментальных знаний в области геодезии	ОПК-1.1 - Демонстрирует способность решения задач профессиональной деятельности на основе математических и естественнонаучных знаний	В области знания и понимания (А) - знать	
			Знать	математический аппарат, используемый для обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений (А-1)
			В области интеллектуальных навыков (В) - уметь	
			Уметь	обрабатывать результаты полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений (В-1)
		ОПК-1.2 - Применяет принципиальные особенности математического	В области практических навыков (С) - владеть навыками	
			Владеть	современными методами обработки результатов полевых геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений (С-1)
			В области знания и понимания (А) - знать	
			Знать	математический аппарат, используемый для моделирования геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений (А-2)
			В области интеллектуальных навыков (В) - уметь	



Компетенция		Индикаторы компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	
Код	Содержание компетенции (или ее части)			
		моделирования объектов, процессов и явлений при решении задач в области геодезии и дистанционного зондирования	Уметь	выполнять математическое моделирование поверхности Земли с использованием современных технологий (В-2)
			В области практических навыков (С) - владеть навыками	
			Владеть	современными методами математического моделирования по результатам геодезических измерений, астрономических наблюдений, гравиметрических определений (С-2)
			В области знания и понимания (А) - знать	
		ОПК – 1.3 Использует математические и естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности	Знать	математические и естественнонаучные законы, касающиеся формы и строения Земли (А-3)
			В области интеллектуальных навыков (В) - уметь	
			Уметь	применять математические и естественнонаучные знания о строении Земли для решения научно-исследовательских и инженерно-геодезических задач (В-3)
			В области практических навыков (С) - владеть навыками	
ОПК-2	Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	ОПК-2.1 Разрабатывает научно-техническую, проектную документацию, связанную с профессиональной деятельностью, соответствующей действующим нормативным правовыми актами	В области знания и понимания (А) - знать	
			Знать	актуальную научно-техническую, проектную документацию в области геодезии и картографии и в смежных областях (А-1)
			В области интеллектуальных навыков (В) - уметь	
			Уметь	разрабатывать научно-техническую, проектную документацию для решения задач геодезии (В-1)
		ОПК-2.2 - Использует техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью и составленную в соответствии с	В области практических навыков (С) - владеть навыками	
			Владеть	навыками разработки научно-технической, проектной документации (С-1)
			В области знания и понимания (А) - знать	
			Знать	актуальную техническую документацию в области геодезии и картографии и в смежных областях (А-2)
			В области интеллектуальных навыков (В) - уметь	
			Уметь	использовать техническую документацию для решения задач геодезии (В-2)
			В области практических навыков (С) - владеть навыками	
			Владеть	навыками применения технической



Компетенция		Индикаторы компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	
Код	Содержание компетенции (или ее части)			
		действующими нормативными правовыми актами		документации в инженерно-геодезическом производстве (С-2)
		ОПК-2.3 – Составляет и оформляет пояснительные записки, научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии в соответствии с техническим заданием	В области знания и понимания (А) - знать	
			Знать	правила оформления пояснительных записок, научно-технических отчетов, обзоров, публикаций, рецензий (А-3)
			В области интеллектуальных навыков (В) - уметь	
			Уметь	составлять и оформлять пояснительные записки, научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии в соответствии с техническим заданием (В-3)
			В области практических навыков (С) - владеть навыками	
			Владеть	навыками, необходимыми для оформления пояснительных записок, научно-технических отчетов, обзоров, публикаций, рецензий (С-3)
ОПК-4	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и смежных областях	ОПК-4.1 - Оценивает результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывает собственный выбор	В области знания и понимания (А) - знать	
			Знать	современные алгоритмы, программы и методики хранения и защиты информации (А-1)
			В области интеллектуальных навыков (В) - уметь	
			Уметь	применять современные программные продукты для защиты и хранения информации (В-1)
			В области практических навыков (С) - владеть навыками	
			Владеть	современными информационными технологиями и программным обеспечением для решения инженерно-геодезических задач (С-1)
		ОПК-4.2 - Систематизирует и обобщает достижения в области геодезии и смежных областях	В области знания и понимания (А) - знать	
			Знать	современные научно-исследовательские и производственные проблемы и методы их решения (А-2)
			В области интеллектуальных навыков (В) - уметь	
			Уметь	систематизировать и обобщать достижения в области геодезии и смежных областях (В-2)
			В области практических навыков (С) - владеть навыками	
			Владеть	методами систематизации и обобщения информации и методов, применяемых в геодезии и в смежных областях (С-2)
		ОПК-4.3 - Проводит самостоятельно на профессиональном уровне оценку результатов	В области знания и понимания (А) - знать	
			Знать	современные алгоритмы, программы и методики решений инженерно-геодезических и научно-исследовательских задач (А-3)

Компетенция		Индикаторы компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	
Код	Содержание компетенции (или ее части)			
			В области интеллектуальных навыков (В) - уметь	
			Уметь	использовать современные технологии измерения, наблюдения и обработки геопространственных данных (В-3);
			В области практических навыков (С) - владеть навыками	
		Владе ть	современными информационными технологиями и программным обеспечением для решения инженерно-геодезических задач (С-3)	

1.2 Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Высшая геодезия» - фундаментальная техническая наука обязательной части (Б1.О.17) дисциплин подготовки студентов по направлению 21.05.01 «Прикладная геодезия» по профилю подготовки «Инженерно-геодезические работы при межевании земель и ведении кадастра». Дисциплина изучается на 3-ем, 4-ом и 5-ом курсе в 5, 6, 7, 8 и 9 семестрах.

Логическая и содержательная связь дисциплин, участвующих в формировании компетенций, содержится в ниже представленной таблице:

Компетенция	Предшествующие дисциплины	Данная дисциплина	Последующие дисциплины
ОПК-1	Физика, Математика	Высшая геодезия	Физика Земли и атмосферы Государственная итоговая аттестация
ОПК-2	Геодезия, Геоинформационные системы и технологии		Метрология, стандартизация и сертификация, Государственная итоговая аттестация
ОПК-4	Геодезия, Фотограмметрия		Теория фигур планет и гравиметрия, Государственная итоговая аттестация

1.3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоёмкость дисциплины «Высшая геодезия» составляет 22 зачётные единицы и 792 академических часа.

Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

				Всего часов
© ГУЗ	Выпуск 1	Изменение 0	Экземпляр №1	Стр. 7



Объём дисциплины	очная форма обучения	заочная формы обучения	очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	756		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	370		
Аудиторная работа (всего):	370		
в т. числе:			
Лекции	156		
Семинары, практические занятия	198		
Лабораторные работы	16		
Курсовое проектирование	РГР		
Самостоятельная работа	278+108		
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет / экзамен)	Экзаме н, зачет		

2. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Спутниковые системы в геодезии

Тема 1. Введение. Основные понятия. История развития спутниковых систем. Режимы работы спутниковой аппаратуры. (Статика, кинематика, RTK)

Тема 2. Структура глобальной навигационной системы, на примере ГЛОНАСС (космический сегмент, сегмент управления, пользовательский сегмент).

Тема 3. Основные СРНС развернутые в настоящий момент. GPS, GALILEO, BEIDOU, QZSS и пр.

Тема 4. Принцип определения пространственных координат. Системы координат применяемые в спутниковой геодезии

Тема 5. Режимы определения координат (абсолютные и относительные)

Тема 6. Принцип обработки данных от спутниковых приемников. RINEX

Тема 7. Трансформация координат из системы в систему

Раздел 2. Основы высшей геодезии

Тема 1. Основные задачи высшей геодезии. Геоид, квазигеоид, общий земной эллипсоид, референц-эллипсоид. системы координат. Аномалии высот. Уклонения отвесных линий.

Тема 2. Геометрия земного эллипсоида и прямоугольные координаты Гаусса.

Тема 3. Определение параметров земного эллипсоида. Градусные измерения.



Тема 4. Геодезические сети, их назначение и способы построения. Классификация плановых геодезических сетей. Основные положения и схемы построения геодезических сетей России.

Тема 5. Триангуляция, трилатерация, полигонометрия

Тема 6. Основные геодезические задачи на сфере.

Тема 7. Радиусы кривизны поверхности эллипсоида в данной точке. Длины дуг меридианов и параллелей. Взаимные нормальные сечения. Геодезическая линия. Методы решения малых сферических треугольников

Тема 8. Спутниковые геодезические сети

Тема 9. Высокоточное геометрическое нивелирование. Системы высот

Раздел 3. Космическая геодезия

Тема 1. Определение космической геодезии. Задачи. Методы. Фундаментальное уравнение космической геодезии.

Тема 2. Системы координат в космической геодезии.

Тема 3. Системы и шкалы времени

Тема 4. Методы наблюдений ИСЗ

Тема 5. Гравитационное поле Земли

Раздел 4. Методы космической геодезии

Тема 1. Невозмущенное движение ИСЗ

Тема 2. Возмущенное движение ИСЗ

Тема 3. Геометрический метод решения задач космической геодезии

Тема 4. Динамический метод решения задач космической геодезии

Тема 5. Геодинамика

Раздел 5. Теоретическая геодезия.

Тема 1. Высшая геодезия. Цели и задачи.

Тема 2. Сила тяжести, ее потенциал.

Тема 3. Представление геопотенциала в геодезии

Тема 4. Системы координат в теоретической геодезии

Тема 5. Натуральная система координат, отклонение отвеса, аномалия высоты

Тема 6. Топоцентрическая система координат

Тема 7. Движение земных полюсов, международная служба вращения Земли

Тема 8. Нормальный потенциал и нормальная ГПЗ

Тема 9. Нормальная сила тяжести во внешнем пространстве

Тема 10. Система координат в нормальном поле Земли

Тема 11. Аномальное поле, отклонение отвеса

Тема 12. Астрономо-геодезическое и гравиметрическое отклонение отвеса

Тема 13. Принципы определения фундаментальных постоянных

Тема 14. Редуцирование результатов измерений



Раздел 6. Физическая геодезия.

Тема 1. Система высот в геодезии. Геометрический и физический смысл понятия высоты

Тема 2. Геодезическая высота, ортометрическая высота

Тема 3. Высота геоида. Методы измерения

Тема 4. Нормальная высота, динамическая высота

Тема 5. Определение уклонения отвеса и аномалии высоты

Тема 6. Понятия о спутниковом нивелировании

Тема 7. Понятие о построении современной Государственной геодезической сети

Раздел 7. Спутниковые технологии в геодезии.

Тема 1. Системы постоянно действующих базовых станций спутниковых наблюдений. Принцип построения.

Тема 2. Система ITRF и ее применение для геодезического производства.

Тема 3. Структура обменного формата RINEX. Отличие версий.

Тема 4. Шкалы времени применяемые в СРНС.

Тема 5. Определения координат в статике и RTK используя сети базовых станций.

Тема 6. Получение координат с использованием удаленных (онлайн) сервисов постобработки спутниковых данных

Тема 7. Получение координат с использованием удаленных (онлайн) сервисов постобработки спутниковых данных

Тема 8. Получение координат с использованием удаленных (онлайн) сервисов постобработки спутниковых данных

Тема 9. Совместное использование нескольких навигационных систем

2.2 Структура учебной дисциплины

Таблица 2.1 – Структура учебной дисциплины для очной формы обучения

Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов						Компетенции	Признак компетенц ии
	Очная							
	всего	в том числе						
		лек.	пр.	ла б.	ин д.	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Раздел 1. Спутниковые системы в геодезии								
Тема 1. Введение. Основные понятия. История развития спутниковых систем. Режимы работы спутниковой аппаратуры. (Статика, кинематика, RTK)	8	2	2			4	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2;	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1,



Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов						Компетенции	Признак компетенц ии
	Очная							
	всего	в том числе						
		лек.	пр.	ла б.	ин д.	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
							ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	С-1
Тема 2. Структура глобальной навигационной системы, на примере ГЛОНАСС (космический сегмент, сегмент управления, пользовательский сегмент).	12	4	4			4	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Тема 3. Основные СРНС развернутые в настоящий момент. GPS, GALILEO, BEIDOU, QZSS и пр.	8	2	2			4	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Тема 4. Принцип определения пространственных координат. Системы координат применяемые в спутниковой геодезии	10	2	2			6	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Тема 5. Режимы определения координат (абсолютные и относительные)	14	4	4			6	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Тема 6. Принцип обработки	10	2	2			6	ОПК-1.1;	А-1, В-1,



Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов						Компетенции	Признак компетенц ии
	Очная							
	всего	в том числе						
лек.		пр.	ла б.	ин д.	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
данных от спутниковых приемников. RINEX							ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Тема 7. Трансформация координат из системы в систему	8	2	2			4	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Зачет	2					2	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Всего часов в 5 семестре	72	18	18			36		
Раздел 2. Основы высшей геодезии								
Тема 1. Основные задачи высшей геодезии. Геоид, квазигеоид, общий земной эллипсоид, референц-эллипсоид. системы координат. Аномалии высот. Уклонения отвесных линий.	10	2	2			6	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Тема 2. Геометрия земного эллипсоида и прямоугольные координаты Гаусса.	10	2	2			6	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1;	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1



Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов						Компетенции	Признак компетенц ии
	Очная							
	всего	в том числе						
		лек.	пр.	ла б.	ин д.	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
							ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1
Тема 3. Определение параметров земного эллипсоида. Градусные измерения.	10	2	2			6	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 4. Геодезические сети, их назначение и способы построения. Классификация плановых геодезических сетей. Основные положения и схемы построения геодезических сетей России.	14	2	2	2		8	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 5. Триангуляция, трилатерация, полигонометрия	16	4	2	2		8	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 6. Основные геодезические задачи на сфере.	16	4	2	2		8	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1



Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов						Компетенции	Признак компетенц ии
	Очная							
	всего	в том числе						
лек.		пр.	ла б.	ин д.	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 7. Радиусы кривизны поверхности эллипсоида в данной точке. Длины дуг меридианов и параллелей. Взаимные нормальные сечения. Геодезическая линия. Методы решения малых сферических треугольников	16	4	2	2		8	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 8. Спутниковые геодезические сети	16	4	2	2		8	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 9. Высоточное геометрическое нивелирование. Системы высот	17	4	2	2		9	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Раздел 3. Космическая геодезия								
Тема 1. Определение космической геодезии. Задачи. Методы. Фундаментальное уравнение космической геодезии.	16	2	2			12	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1

Тема 2. Системы координат в космической геодезии.	18	4	2			12	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 3. Системы и шкалы времени	21	4	2	2		13	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 4. Методы наблюдений ИСЗ	19	2	2	2		13	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 5. Гравитационное поле Земли	19	2	4			13	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Зачет	2					2	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1

Экзамен	27					27	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Всего часов в 6 семестре	180	42	30	16		65+2 7		
Раздел 4. Методы космической геодезии								
Тема 1. Невозмущенное движение ИСЗ	11	2	4			5	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 2. Возмущенное движение ИСЗ	13	4	4			5	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 3. Геометрический метод решения задач космической геодезии	14	4	6			4	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 4. Динамический метод решения задач космической геодезии	14	4	6			4	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1



Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов						Компетенции	Признак компетенц ии
	Очная							
	всего	в том числе						
лек.		пр.	ла б.	ин д.	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 5. Геодинамика	9	2	4			3	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Раздел 5. Теоретическая геодезия								
Тема 1. Высшая геодезия. Цели и задачи.	6	2	2			2	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 2. Сила тяжести, ее потенциал.	6	2	2			2	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 3. Представление геопотенциала в геодезии	6	2	2			2	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 4. Системы координат в теоретической геодезии	8	4	2			2	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1;	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1



Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов						Компетенции	Признак компетенц ии
	Очная							
	всего	в том числе						
		лек.	пр.	ла б.	ин д.	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
							ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1
Тема 5. Натуральная система координат, уклонение отвеса, аномалия высоты	10	4	4			2	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 6. Топоцентрическая система координат	10	4	4			2	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 7. Движение земных полюсов, международная служба вращения Земли	8	2	4			2	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 8. Нормальный потенциал и нормальная ГПЗ	10	2	4			4	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1



Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов						Компетенции	Признак компетенц ии
	Очная							
	всего	в том числе						
		лек.	пр.	ла б.	ин д.	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тема 9. Нормальная сила тяжести во внешнем пространстве	10	2	4			4	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 10. Система координат в нормальном поле Земли	10	2	4			4	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 11. Аномальное поле, уклонение отвеса	12	4	4			4	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 12. Астрономо-геодезическое и гравиметрическое уклонение отвеса	10	4	4			4	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 13. Принципы определения фундаментальных постоянных	10	2	4			4	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2;	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1,



Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов						Компетенции	Признак компетенц ии
	Очная							
	всего	в том числе						
лек.		пр.	ла б.	ин д.	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
							ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	С-1
Тема 14. Редуцирование результатов измерений	10	2	4			4	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Экзамен	27					27	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Всего часов в 7 семестре	216	54	72			63+2 7		
Раздел 6. Физическая геодезия								
Тема 1. Система высот в геодезии. Геометрический и физический смысл понятия высоты	16	2	6			8	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1



Тема 2. Геодезическая высота, ортометрическая высота	16	2	6			8	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 3. Высота геоида. Методы измерения	16	2	6			8	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 4. Нормальная высота, динамическая высота	16	2	6			8	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 5. Определение уклонения отвеса и аномалии высоты	17	2	6			9	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 6. Понятия о спутниковом нивелировании	18	2	7			9	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 7. Понятие о построении современной Государственной геодезической сети	18	2	7			9	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3;	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1,



Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов						Компетенции	Признак компетенц ии
	Очная							
	всего	в том числе						
лек.		пр.	ла б.	ин д.	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
							ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	С-1 А-1, В-1, С-1
Экзамен	27					27	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Всего часов в 8 семестре	144	14	44			59+2 7		
Раздел 7. Спутниковые технологии в геодезии								
Тема 1. Системы постоянно действующих базовых станций спутниковых наблюдений. Принцип построения.	10	2	2			6	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Тема 2. Система ITRF и ее применение для геодезического производства.	12	2	4			6	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Тема 3. Структура обменного формата RINEX. Отличие версий.	12	2	4			6	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2;	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1,



Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов						Компетенции	Признак компетенц ии
	Очная							
	всего	в том числе						
		лек.	пр.	ла б.	ин д.	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
							ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	C-1
Тема 4. Шкалы времени применяемые в СРНС.	12	2	4			6	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 5. Определения координат в статике и RTK используя сети базовых станций.	14	4	4			6	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 6. Получение координат с использование удаленных (онлайн) сервисов постобработки спутниковых данных	14	4	4			6	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 7. Получение координат с использование удаленных (онлайн) сервисов постобработки спутниковых данных	14	4	4			6	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1 A-1, B-1, C-1
Тема 8. Получение координат с	14	4	4			6	ОПК-1.1;	A-1, B-1,



Названия содержательных разделов и тем учебной дисциплины	Количество часов						Компетенции	Признак компетенц ии
	Очная							
	всего	в том числе						
лек.		пр.	ла б.	ин д.	СРС			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
использование удаленных (онлайн) сервисов постобработки спутниковых данных							ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Тема 9. Совместное использование нескольких навигационных систем	15	4	4			7	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Экзамен	27					27	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3	А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1 А-1, В-1, С-1
Всего часов в 9 семестре	144	28	34			55+2 7		
ИТОГО ЧАСОВ	756	156	198	16		278+ 108		

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой *разделов (тем)* учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами.

2.3 Распределение контактной работы

© ГУЗ	Выпуск 1	Изменение 0	Экземпляр №1	Стр. 24
-------	----------	-------------	--------------	---------

Распределение контактной работы по видам занятий приведено в таблицах 2.3.-2.4.

Таблица 2.3 – Лекции, их содержание и объем в часах

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
T1	Л1	Тема 1. Введение. Основные понятия. История развития спутниковых систем. Режимы работы спутниковой аппаратуры. (Статика, кинематика, RTK)	2	5
T2	Л2-3	Тема 2. Структура глобальной навигационной системы, на примере ГЛОНАСС (космический сегмент, сегмент управления, пользовательский сегмент).	4	5
T3	Л4	Тема 3. Основные СРНС развернутые в настоящий момент. GPS, GALILEO, BEIDOU, QZSS и пр.	2	5
T4	Л5	Тема 4. Принцип определения пространственных координат. Системы координат применяемые в спутниковой геодезии	2	5
T5	Л6-7	Тема 5. Режимы определения координат (абсолютные и относительные)	4	5
T6	Л8	Тема 6. Принцип обработки данных от спутниковых приемников. RINEX	2	5
T7	Л9	Тема 7. Трансформация координат из системы в систему	2	5
T1	Л1	Тема 1. Основные задачи высшей геодезии. Геоид, квазигеоид, общий земной эллипсоид, референц-эллипсоид. системы координат. Аномалии высот. Уклонения отвесных линий.	2	6
T2	Л2	Тема 2. Геометрия земного эллипсоида и прямоугольные координаты Гаусса.	2	6
T3	Л3	Тема 3. Определение параметров земного эллипсоида. Градусные измерения.	2	6
T4	Л4	Тема 4. Геодезические сети, их назначение и способы построения. Классификация плановых геодезических сетей. Основные положения и схемы построения геодезических сетей России.	2	6
T5	Л5-6	Тема 5. Триангуляция, трилатерация, полигонометрия	4	6

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
T6	Л7-8	Тема 6. Основные геодезические задачи на сфере.	4	6
T7	Л9-10	Тема 7. Радиусы кривизны поверхности эллипсоида в данной точке. Длины дуг меридианов и параллелей. Взаимные нормальные сечения. Геодезическая линия. Методы решения малых сферических треугольников	4	6
T8	Л11-12	Тема 8. Спутниковые геодезические сети	4	6
T9	Л13-14	Тема 9. Высокоточное геометрическое нивелирование. Системы высот	4	6
T10	Л15	Тема 1. Определение космической геодезии. Задачи. Методы. Фундаментальное уравнение космической геодезии.	2	6
T11	Л16-17	Тема 2. Системы координат в космической геодезии.	4	6
T12	Л18-19	Тема 3. Системы и шкалы времени	4	6
T13	Л20	Тема 4. Методы наблюдений ИСЗ	2	6
T14	Л21	Тема 5. Гравитационное поле Земли	2	6
T1	Л1	Тема 1. Невозмущенное движение ИСЗ	2	7
T2	Л2-3	Тема 2. Возмущенное движение ИСЗ	4	7
T3	Л4-5	Тема 3. Геометрический метод решения задач космической геодезии	4	7
T4	Л6-7	Тема 4. Динамический метод решения задач космической геодезии	4	7
T5	Л8	Тема 5. Геодинамика	2	7

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
T6	Л9	Тема 1. Высшая геодезия. Цели и задачи.	2	7
T7	Л10	Тема 2. Сила тяжести, ее потенциал.	2	7
T8	Л11	Тема 3. Представление геопотенциала в геодезии	2	7
T9	Л12-13	Тема 4. Системы координат в теоретической геодезии	4	7
T10	Л14-15	Тема 5. Натуральная система координат, отклонение отвеса, аномалия высоты	4	7
T11	Л16-17	Тема 6. Топоцентрическая система координат	4	7
T12	Л18	Тема 7. Движение земных полюсов, международная служба вращения Земли	2	7
T13	Л19	Тема 8. Нормальный потенциал и нормальная ГПЗ	2	7
T14	Л20	Тема 9. Нормальная сила тяжести во внешнем пространстве	2	7
T15	Л21	Тема 10. Система координат в нормальном поле Земли	2	7
T16	Л22-23	Тема 11. Аномальное поле, отклонение отвеса	4	7
T17	Л24-25	Тема 12. Астрономо-геодезическое и гравиметрическое отклонение отвеса	4	7
T18	Л26	Тема 13. Принципы определения фундаментальных постоянных	2	7
T19	Л27	Тема 14. Редуцирование результатов измерений	2	7

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
T1	Л1	Тема 1. Система высот в геодезии. Геометрический и физический смысл понятия высоты	2	8
T2	Л2	Тема 2. Геодезическая высота, ортометрическая высота	2	8
T3	Л3	Тема 3. Высота геоида. Методы измерения	2	8
T4	Л4	Тема 4. Нормальная высота, динамическая высота	2	8
T5	Л5	Тема 5. Определение отклонения отвеса и аномалии высоты	2	8
T6	Л6	Тема 6. Понятия о спутниковом нивелировании	2	8
T7	Л7	Тема 7. Понятие о построении современной Государственной геодезической сети	2	8
T1	Л1	Тема 1. Системы постоянно действующих базовых станций спутниковых наблюдений. Принцип построения.	2	9
T2	Л2	Тема 2. Система ITRF и ее применение для геодезического производства.	2	9
T3	Л3	Тема 3. Структура обменного формата RINEX. Отличие версий.	2	9
T4	Л4	Тема 4. Шкалы времени применяемые в СРНС.	2	9
T5	Л5-6	Тема 5. Определения координат в статике и RTK используя сети базовых станций.	4	9
T6	Л7-8	Тема 6. Получение координат с использованием удаленных (онлайн) сервисов постобработки спутниковых данных	4	9
T7	Л9-10	Тема 7. Получение координат с использованием удаленных (онлайн) сервисов постобработки спутниковых данных	4	9

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
T8	Л11-12	Тема 8. Получение координат с использованием удаленных (онлайн) сервисов постобработки спутниковых данных	4	9
T9	Л13-14	Тема 9. Совместное использование нескольких навигационных систем	4	9
		Общий лекционный объем дисциплины	156	5-9

Таблица 2.4 – Практические (или семинарские) занятия, их содержание и объем в часах

Номер темы	Номер занятия	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
T1	ПР1	Режимы работы спутниковой аппаратуры. (Статика, кинематика, RTK)	2	5
T2	ПР2	Работа приемников в режиме статика. Полевые измерения	2	5
T3	ПР3	Обработка статических данных в программе постобработки, вычисление координат.	2	5
T4	ПР4	Настройка приемника для работы в Stop&Go. Выполнение кинематических измерений	2	5
T5	ПР5-6	Настройка приемника для работы в RTK. Выполнение измерений в реальном времени.	4	5
T6	ПР7-8	Вывод координат в заданной системе. Экспорт файлов координат.	4	5
T7	ПР9	Создание отчетов по измерениям, координатам и пр.	2	5

Номер темы	Номер занятия	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
		Общий лекционный объем дисциплины (в семестр)	18	5
T1	ПР1	Вычисление параметров эллипсоидов	2	6
T2	ПР2	Преобразование координат из одной системы в другую	2	6
T3	ПР3	Сравнение различных градусных измерений	2	6
T4	ПР4	Вычисление поправки за кривизну Земли. Расчет высот геодезических знаков.	2	6
T5	ПР5	Решение задач на сфере	2	6
T6	ПР6	Уравнивание геодезических сетей	2	6
T7	ПР7	Решение задач на эллипсоиде	2	6
T8	ПР8	Вычисление параметров эллипсоидов	2	6
T10	ПР9	Координатно-временные преобразования в Фундаментальном уравнении космической геодезии	2	6
T11	ПР10-11	Обработка результатов фотографических наблюдений ИСЗ	4	6
T12	ПР12-13	Определение и вычисление гармоник гравитационного поля Земли	4	6
T13	ПР14-15	Определение кеплеровой орбиты ИСЗ	4	6
		Общий лекционный объем дисциплины (в семестр)	30	6

Номер темы	Номер занятия	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
T1	ПР1	Вычисление возмущенной эфемериды ИСЗ	2	7
T2	ПР2-5	Численное интегрирование методом Рунге-Кутты	8	7
T3	ПР6-9	Определение направления земной хорды по синхронным наблюдениям ИСЗ	8	7
T4	ПР10-14	Определение геоцентрической гравитационной постоянной Земли	10	7
T5	ПР15-19	Определение полярного сжатия Земли по вековым возмущениям оскулирующих элементов орбиты ИСЗ	10	7
T6	ПР20-25	Построение местной системы геодезических координат по результатам геодезических и гравиметрических данных	12	7
T7	ПР26-31	Выбор параметров поверхности относимости	12	7
T8	ПР32-36	Редукция результатов высокоточных измерений в единую систему координат	10	7
		Общий лекционный объем дисциплины (в семестр)	72	7
T1	ПР1-5	Нормальная Земля. Фундаментальные физические постоянные. Методы определения и корректировки	10	8
T2	ПР6-9	Определение поправок к параметрам принятого референц-эллипсоида по данным ИСЗ наблюдениям	8	8
T3	ПР10-13	Определение высот геоида по данным ИСЗ наблюдений	8	8
T4	ПР14-17	Уравнивание нивелирной сети по результатам геодезических и гравиметрических данных	8	8
T5	ПР18-22	Особенности распределения погрешностей измерений при уравнивании обширных геодезических сетей	10	8

Номер темы	Номер занятия	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
		Общий объем дисциплины (в семестр)	44	8
T1	ПР1-2	Планирование работ по созданию локальной сети гео пунктов с использованием СРНС	4	9
T2	ПР3-4	Предварительный расчет точности	4	9
T3	ПР5-6	Анализ схемы сети и рекомендации по добавлению или исключению векторов	4	9
T4	ПР7-8	Вычисление весов компонентов векторов	4	9
T5	ПР9-10	Уточненные и точные эфемериды и их использование	4	9
T6	ПР11-13	Вычисление координат с использованием точных эфемерид	6	9
T7	ПР14-17	Вычисление координат с использованием удаленных сервисов постобработки спутниковых данных	8	9
		Общий объем дисциплины (в семестр)	34	
		Общий объем дисциплины	198	5-9

Таблица 2.3 – Лекции, их содержание и объем в часах

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
T1	Л1	Тема 1. Введение. Основные понятия. История развития спутниковых систем. Режимы работы спутниковой аппаратуры. (Статика, кинематика, RTK)	2	5

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
T2	Л2-3	Тема 2. Структура глобальной навигационной системы, на примере ГЛОНАСС (космический сегмент, сегмент управления, пользовательский сегмент).	4	5
T3	Л4	Тема 3. Основные СРНС развернутые в настоящий момент. GPS, GALILEO, BEIDOU, QZSS и пр.	2	5
T4	Л5	Тема 4. Принцип определения пространственных координат. Системы координат применяемые в спутниковой геодезии	2	5
T5	Л6-7	Тема 5. Режимы определения координат (абсолютные и относительные)	4	5
T6	Л8	Тема 6. Принцип обработки данных от спутниковых приемников. RINEX	2	5
T7	Л9	Тема 7. Трансформация координат из системы в систему	2	5
T1	Л1	Тема 1. Основные задачи высшей геодезии. Геоид, квазигеоид, общий земной эллипсоид, референц-эллипсоид. системы координат. Аномалии высот. Уклонения отвесных линий.	2	6
T2	Л2	Тема 2. Геометрия земного эллипсоида и прямоугольные координаты Гаусса.	2	6
T3	Л3	Тема 3. Определение параметров земного эллипсоида. Градусные измерения.	2	6
T4	Л4	Тема 4. Геодезические сети, их назначение и способы построения. Классификация плановых геодезических сетей. Основные положения и схемы построения геодезических сетей России.	2	6
T5	Л5-6	Тема 5. Триангуляция, трилатерация, полигонометрия	4	6
T6	Л7-8	Тема 6. Основные геодезические задачи на сфере.	4	6
T7	Л9-10	Тема 7. Радиусы кривизны поверхности эллипсоида в данной точке. Длины дуг меридианов и параллелей. Взаимные нормальные сечения. Геодезическая линия. Методы решения малых сферических треугольников	4	6

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
T8	Л11-12	Тема 8. Спутниковые геодезические сети	4	6
T9	Л13-14	Тема 9. Высокоточное геометрическое нивелирование. Системы высот	4	6
T10	Л15	Тема 1. Определение космической геодезии. Задачи. Методы. Фундаментальное уравнение космической геодезии.	2	6
T11	Л16-17	Тема 2. Системы координат в космической геодезии.	4	6
T12	Л18-19	Тема 3. Системы и шкалы времени	4	6
T13	Л20	Тема 4. Методы наблюдений ИСЗ	2	6
T14	Л21	Тема 5. Гравитационное поле Земли	2	6
T1	Л1	Тема 1. Невозмущенное движение ИСЗ	2	7
T2	Л2-3	Тема 2. Возмущенное движение ИСЗ	4	7
T3	Л4-5	Тема 3. Геометрический метод решения задач космической геодезии	4	7
T4	Л6-7	Тема 4. Динамический метод решения задач космической геодезии	4	7
T5	Л8	Тема 5. Геодинамика	2	7
T6	Л9	Тема 1. Высшая геодезия. Цели и задачи.	2	7
T7	Л10	Тема 2. Сила тяжести, ее потенциал.	2	7

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
T8	Л11	Тема 3. Представление геопотенциала в геодезии	2	7
T9	Л12-13	Тема 4. Системы координат в теоретической геодезии	4	7
T10	Л14-15	Тема 5. Натуральная система координат, уклонение отвеса, аномалия высоты	4	7
T11	Л16-17	Тема 6. Топоцентрическая система координат	4	7
T12	Л18	Тема 7. Движение земных полюсов, международная служба вращения Земли	2	7
T13	Л19	Тема 8. Нормальный потенциал и нормальная ГПЗ	2	7
T14	Л20	Тема 9. Нормальная сила тяжести во внешнем пространстве	2	7
T15	Л21	Тема 10. Система координат в нормальном поле Земли	2	7
T16	Л22-23	Тема 11. Аномальное поле, уклонение отвеса	4	7
T17	Л24-25	Тема 12. Астрономо-геодезическое и гравиметрическое уклонение отвеса	4	7
T18	Л26	Тема 13. Принципы определения фундаментальных постоянных	2	7
T19	Л27	Тема 14. Редуцирование результатов измерений	2	7
T1	Л1	Тема 1. Система высот в геодезии. Геометрический и физический смысл понятия высоты	2	8
T2	Л2	Тема 2. Геодезическая высота, ортометрическая высота	2	8

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
T3	Л3	Тема 3. Высота геоида. Методы измерения	2	8
T4	Л4	Тема 4. Нормальная высота, динамическая высота	2	8
T5	Л5	Тема 5. Определение уклонения отвеса и аномалии высоты	2	8
T6	Л6	Тема 6. Понятия о спутниковом нивелировании	2	8
T7	Л7	Тема 7. Понятие о построении современной Государственной геодезической сети	2	8
T1	Л1	Тема 1. Системы постоянно действующих базовых станций спутниковых наблюдений. Принцип построения.	2	9
T2	Л2	Тема 2. Система ITRF и ее применение для геодезического производства.	2	9
T3	Л3	Тема 3. Структура обменного формата RINEX. Отличие версий.	2	9
T4	Л4	Тема 4. Шкалы времени применяемые в СРНС.	2	9
T5	Л5-6	Тема 5. Определения координат в статике и RTK используя сети базовых станций.	4	9
T6	Л7-8	Тема 6. Получение координат с использованием удаленных (онлайн) сервисов постобработки спутниковых данных	4	9
T7	Л9-10	Тема 7. Получение координат с использованием удаленных (онлайн) сервисов постобработки спутниковых данных	4	9
T8	Л11-12	Тема 8. Получение координат с использованием удаленных (онлайн) сервисов постобработки спутниковых данных	4	9
T9	Л13-14	Тема 9. Совместное использование нескольких навигационных систем	4	9

Номер темы	Номер лекции	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
		Общий лекционный объем дисциплины	156	5-9

Таблица 2.4 – Практические (или семинарские) занятия, их содержание и объем в часах

Номер темы	Номер занятия	Наименование темы Содержание лекции	Очная ФО	
			Объем	Семестр
1	2	3	4	5
T1	ПР1	Вычисление параметров эллипсоидов	2	6
T2	ПР2	Преобразование координат из одной системы в другую	2	6
T3	ПР3	Сравнение различных градусных измерений	2	6
T4	ПР4	Вычисление поправки за кривизну Земли. Расчет высот геодезических знаков.	2	6
T5	ПР5	Решение задач на сфере	2	6
T6	ПР6	Уравнивание геодезических сетей	2	6
T7	ПР7	Решение задач на эллипсоиде	2	6
T8	ПР8	Вычисление параметров эллипсоидов	2	6
		Общий лекционный объем дисциплины (в семестр)	16	6



3. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 3.1 – Перечень вопросов и задач для видов контроля

Наименование темы	Перечень вопросов и задач	Формируемые индикаторы компетенции
Раздел 1. Спутниковые системы в геодезии	Перечень вопросов см. пункт 3.2 Перечень заданий см. пункт. 3.3	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3
Раздел 2. Основы высшей геодезии	Перечень вопросов см. пункт 3.2 Перечень заданий см. пункт. 3.3	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3
Раздел 3. Космическая геодезия	Перечень вопросов см. пункт 3.2 Перечень заданий см. пункт. 3.3	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3
Раздел 4. Методы космической геодезии	Перечень вопросов см. пункт 3.2 Перечень заданий см. пункт. 3.3	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3
Раздел 5. Теоретическая геодезия	См. перечень заданий для курсовой работы	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3
Раздел 6. Физическая геодезия	Перечень вопросов см. пункт 3.2	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3
Раздел 7. Спутниковые технологии в геодезии	Перечень заданий см. пункт. 3.3	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3;

		ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3
Промежуточная аттестация	См. ФОС (приложение 1)	ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3; ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3

Таблица 3.2 - Методические указания, используемые при изучении дисциплины

№ п/п	Наименование указаний, пособий
1	Учебно-методическое пособие «Общая астрономия» / Сост. Брагин А.А., Хромов А.В.. – М.: ГУЗ, 2017. – 52 с.

3.1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение обучающимся учебной дисциплины «Высшая геодезия» предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций, семинаров, практических занятий. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.

Самостоятельная работа студентов (СРС) позволяет предметно выработать аналитические навыки, обеспечить понимание теории и практики, более осознанно относиться к уровню своей профессиональной подготовки. СРС способствует развитию их мыслительной деятельности, обеспечивает усвоение определенного учебного материала и предоставляет необходимую подготовку для решения конкретных практических задач, входящих в их будущие профессиональные обязанности. СРС направлена на обеспечение индивидуализации при изучении курса, на развитие способностей и возможностей, на персонификацию контроля за качеством обучения.

При подготовке к практическим занятиям, руководствуясь планом и списком рекомендуемой литературы, необходимо изучить тему так, чтобы по каждому из предложенных вопросов студент мог дать развернутый, обстоятельный ответ.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов включает:

- Работа над конспектом лекции
- Подготовка к практическому занятию
- Подготовка к практическому занятию с ИАМ
- Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы
- Подбор, изучение, анализ и конспектирование рекомендованной литературы



- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов
- Подготовка к экзамену

Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться настоящей рабочей программы учебной дисциплины. Ее может представить преподаватель на вводной лекции или самостоятельно обучающийся использует информацию на официальном Интернет-сайте Университета.

Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется в электронной библиотечной системе Университет, на предлагаемые преподавателем ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.

Алгоритм деятельности преподавателя и студентов

Этапы деятельности	Содержание деятельности	
	Преподаватель	Студент
Подготовка: определение темы, цели и задач задания	Мотивирует, помогает студенту в постановке коммуникативных задач	Определяет и обсуждает с преподавателем актуальность проблемы; выдвигает совместно с преподавателем гипотезу исследования
Планирование: – определение источников, способов сбора, анализа информации, способов представления результатов; – установление критериев оценки результата и процесса	Корректирует в случае необходимости деятельность студента, предлагает идеи, высказывает предположения	Формулирует задачи и разрабатывает план действий; обсуждает с преподавателем методы исследования
Сбор информации: наблюдение, работа с справочной литературой, нормативно-правовой, учебной, научной и др.	Наблюдает за деятельностью студента, косвенно руководит его исследовательской деятельностью	Собирает и систематизирует информацию по теме
Анализ информации, формулирование выводов	Корректирует деятельность студента, наблюдает, советует	Анализирует собранную информацию
Оформление работы, подготовка к представлению	Консультирует в оформлении реферата и презентации	Оформляет конечные результаты



Этапы деятельности	Содержание деятельности	
	Преподаватель	Студент
результатов		
Представление задания	Оценивает результаты, процесс исследования по заранее установленным критериям	Представляет результаты исследования по заданию в форме устного представления презентации
Подведение итогов, рефлексия и оценка	Оценивает усилия, использованные и неиспользованные возможности, творческий подход студента.	Участвует в коллективном обсуждении, определяет возможности для продолжения исследования

Методические рекомендации при работе над конспектом лекций

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Методические рекомендации студентам по самостоятельной работе над изучаемым материалом и при подготовке к практическим занятиям

Планы практических занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или в методических указаниях по данной дисциплине.

Прежде чем приступить к изучению темы, необходимо прокомментировать основные вопросы плана семинара. Такой подход преподавателя помогает студентам быстро находить нужный материал к каждому из вопросов, не задерживаясь на второстепенном.

Подготовка к практическому занятию включает 2 этапа:

1й – организационный;

2й - закрепление и углубление теоретических знаний.

На первом этапе студент планирует свою самостоятельную работу, которая включает:

- уяснение задания на самостоятельную работу;

- подбор рекомендованной литературы;

- составление плана работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки.



Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.

Второй этап включает непосредственную подготовку студента к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. Остальная его часть восполняется в процессе самостоятельной работы. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале.

Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.

В процессе подготовки к занятиям рекомендуется взаимное обсуждение материала, во время которого закрепляются знания, а также приобретает практика в изложении и разъяснении полученных знаний, развивается речь.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения.

В начале занятия студенты под руководством преподавателя более глубоко осмысливают теоретические положения по теме занятия, раскрывают и объясняют основные положения публичного выступления. В процессе творческого обсуждения и дискуссии вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности.

Записи имеют первостепенное значение для самостоятельной работы студентов. Они помогают понять построение изучаемого материала, выделить основные положения, проследить их логику и тем самым проникнуть в творческую лабораторию автора.

Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у студента, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.

Важно развивать у студентов умение сопоставлять источники, продумывать изучаемый материал.

Большое значение имеет совершенствование навыков конспектирования у студентов.

Преподаватель может рекомендовать студентам следующие основные формы записи: план (простой и развернутый), выписки, тезисы.



Результаты конспектирования могут быть представлены в различных формах.

План – это схема прочитанного материала, краткий (или подробный) перечень вопросов, отражающих структуру и последовательность материала. Подробно составленный план ВОлне заменяет конспект.

Конспект – это систематизированное, логичное изложение материала источника. Различаются четыре типа конспектов:

- План-конспект – это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.
- Текстуальный конспект – это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.
- Свободный конспект – это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.
- Тематический конспект – составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).

Ввиду трудоемкости подготовки к практическим занятиям преподавателю следует предложить студентам алгоритм действий, рекомендовать еще раз внимательно прочитать записи лекций и уже готовый конспект по теме занятия, тщательно продумать свое устное выступление.

На занятии каждый его участник должен быть готовым к выступлению по всем поставленным в плане вопросам, проявлять максимальную активность при их рассмотрении. Выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументировано. Преподаватель следит, чтобы выступление не сводилось к репродуктивному уровню (простому воспроизведению текста), не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

Вокруг такого выступления могут разгореться споры, дискуссии, к участию в которых должен стремиться каждый. Преподавателю необходимо внимательно и критически слушать, подмечать особенное в суждениях студентов, улавливать недостатки и ошибки, корректировать их знания, и, если нужно, выступить в роли рефери. При этом обратить внимание на то, что еще не было сказано, или поддержать и развить интересную мысль, высказанную выступающим студентом.

В заключение преподаватель, как руководитель, подводит итоги занятий. Он может (выборочно) проверить конспекты студентов и, если потребуется, внести в них исправления и дополнения.



Самостоятельная работа способствует сознательному усвоению, углублению и расширению теоретических знаний; формируются необходимые профессиональные умения и навыки и совершенствуются имеющиеся; происходит более глубокое осмысление методов научного познания конкретной науки, овладение необходимыми умениями творческого познания.

Основными формами самостоятельной работы являются:

- конспектирование лекций и прочитанного источника;
- проработка материалов прослушанной лекции;
- самостоятельное изучение программных вопросов, указанных преподавателем на лекциях и выполнение домашних заданий;
- формулирование тезисов;
- составление аннотаций и написание рецензий;
- обзор и обобщение литературы по интересующему вопросу;
- изучение научной литературы;
- подготовка к семинарским занятиям, зачетам и экзаменам;
- подготовка и защита реферата, электронных презентаций.

Рекомендации по оцениванию устных ответов студентов на семинарских занятиях и выполнении практических заданий.

С целью контроля и подготовки студентов к изучению новой темы в начале каждого практического занятия преподавателем проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущей темы.

Критерии оценки:

- правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);
- полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);
- сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);
- логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);
- использование дополнительного материала (обязательное условие);
- рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов).

Оценка «5» ставится, если студент:

- 1) полно и аргументированно отвечает по содержанию задания;



2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;

3) излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «4» ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «3» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «2» ставится, если студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «2» отмечает такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Методические рекомендации по подготовке научных сообщений

Научное сообщение – творческая исследовательская работа, основанная, прежде всего, на изучении значительного количества научной и иной литературы по теме исследования. Другие методы исследования могут, конечно, применяться (и это должно поощряться), но достаточным является работа с литературными источниками и собственные размышления, связанные с темой.

Цель написания научного сообщения – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям.

При написании необходимо:

- изучить теоретическую литературу по предмету исследования;
- в развернутом виде представить историю и теорию вопроса;
- осветить основные положения темы сообщения;
- указать разные точки зрения на предмет исследования;
- обозначить свое видение проблемы изучения;
- сделать выводы по теме исследования;
- обозначить перспективу изучения проблемы;
- указать литературу по теме исследования;
- приложить глоссарий.



Подготовка сообщения подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников (монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение.

Работа должна быть графически и методически грамотно оформлена. При написании необходимо: а) отобрать учебную и научную литературу по вопросу исследования; б) составить план, в котором следует отразить: *введение*, в котором ставится цель и задачи исследования; *историю и теорию вопроса* (которая может являться составной частью введения или представлять самостоятельную главу); *основную часть работы*; *заключение*, в котором подводятся итоги исследования, а также освещается перспектива дальнейшего изучения проблемы, темы, вопроса; *список литературы, Интернет-ресурсы, глоссарий*; *приложение* (таблицы, карты и др.) в) при описательном характере темы исследования необходимо осветить точки зрения на проблему ученых, выделить распространенный взгляд на существо проблемы, представить свою точку зрения.

Подготовка презентации по теме научного сообщения

Практические советы для создания эффективной структуры кадра и удобного восприятия при оформлении результатов работы в виде презентации:

- объекты, которые несут сравнительно самостоятельную, отличную от других информацию, следует графически разделить;
- объекты можно объединить, пользуясь единой формой, цветом, размером или заключением в рамку;
- при компоновке отдельных кадров необходимо следить, чтобы объекты располагались по всему полю кадра;
- главное содержание и компоненты кадра, расположенные в местах плохого восприятия, выделять эффективными способами: контрастный цвет; черная или цветная рамка; контрастный цвет, заключенный в черную рамку; увеличение размера объекта; не следует применять в кадре большое количество цветов, чтобы не создавать пестроты, которая утомляет зрение. Наименьшее утомление глаз вызывают желтый, желто-зеленый, зеленый и светлые ахроматические цвета. Если кадр рассматривается с близкого расстояния, цвета могут быть не очень насыщенными с примесью серого, а если кадр изучают с большого расстояния в пределах учебного кабинета, то необходимы яркие насыщенные тона; система окраски должна четко разграничивать отдельные части кадра.

Шкала оценивания презентации

Дескрипторы	Минимальный ответ	Изложенный, раскрытый ответ	Законченный, полный ответ	Образцовый, примерный, достойный подражания ответ
Раскрытие проблемы	Проблема не раскрыта.	Проблема раскрыта не	Проблема раскрыта.	Проблема раскрыта полностью. Проведен

Дескрипторы	Минимальный ответ	Изложенный, раскрытый ответ	Законченный, полный ответ	Образцовый, примерный, достойный подражания ответ
	Отсутствуют выводы	полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
Представление	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использован 1-2 профессиональный термин	Представляемая информация систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
Оформление	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point). Отсутствуют ошибки в представляемой информации.
Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные	Ответы на вопросы полные и/или	Ответы на вопросы полные с при-	Нет ответов на вопросы

Дескрипторы	Минимальн ый ответ	Изложенный, раскрытый ответ	Законченный , полный ответ	Образцовый, примерный, достойный подражания ответ
	вопросы	частично полные	видением примеров и/или пояс- нений	
Итоговая оценка				

Дескрипторы для поэлементного оценивания сообщения

Уровень 5 – детерминирующая идея отражает глубокое понимание, содержание работы соответствует теме; работа оформлена с высоким качеством, оригинально.

Уровень 4 – основная идея содержательна; работа оформлена хорошо, традиционно.

Уровень 3 – идея ясна, но, возможно, шаблонна; работа оформлена некачественно, имеются методические и технические ошибки.

Уровень 2 – основная идея очевидна, но слишком проста или неоригинальна (вторична), методические и технические ошибки значительны.

Уровень 1 – основная идея поверхностна или заимствована; работа не обладает информационно-образовательными достоинствами.

Уровень 0 – основная идея отсутствует или о ней можно только догадываться.

Критерии и показатели при оценивании сообщения

Критерии	Показатели
Новизна реферированн ого текста	- актуальность проблемы и темы; - новизна и самостоятельность в постановке проблемы, в формулировании нового аспекта выбранной для анализа проблемы; - наличие авторской позиции, самостоятельность суждений.
Степень раскрытия сущности проблемы	- соответствие плана теме сообщения; - соответствие содержания теме и плану сообщения; - полнота и глубина раскрытия основных понятий проблемы; - обоснованность способов и методов работы с материалом;



Критерии	Показатели
	- умение работать с литературой, систематизировать и структурировать материал; - умение обобщать, сопоставлять различные точки зрения по рассматриваемому вопросу, аргументировать основные положения и выводы.
Обоснованность выбора источников	- круг, полнота использования литературных источников по проблеме; - привлечение новейших работ по проблеме (журнальные публикации, материалы сборников научных трудов и т.д.).
Соблюдение требований к оформлению	- правильное оформление ссылок на используемую литературу; - грамотность и культура изложения; - владение терминологией и понятийным аппаратом проблемы; - соблюдение требований к объему реферата; - культура оформления: выделение абзацев.
Грамотность	- отсутствие орфографических и синтаксических ошибок, стилистических погрешностей; - отсутствие опечаток, сокращений слов, кроме общепринятых; - литературный стиль.

Текущий и итоговый контроль успеваемости по дисциплине
Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для
оценки результатов освоения образовательной программы в рамках учебной
дисциплины

3.2. Задания на самостоятельную работу

Раздел 1. Спутниковые системы в геодезии

Цель: Знакомство с современными ГНСС-технологиями.

Содержание:

1. Решение задач, тестов, ответы на контрольные вопросы (перечень прилагается далее).

2. Проработка конспектов лекций, обязательной и дополнительной литературы с составлением конспекта

3. Изучение материалов лекций, подготовка к семинарам

4. Конспектирование, изучение рекомендуемой литературы

Срок выполнения: к экзаменационной сессии.

Раздел 2. Основы высшей геодезии



Цель: Знакомство с принципами построения систем координат, в частности с Государственной системой координат.

Содержание:

1. Решение задач, тестов, ответы на контрольные вопросы (перечень прилагается далее).
2. Проработка конспектов лекций, обязательной и дополнительной литературы с составлением конспекта
3. Изучение материалов лекций, подготовка к семинарам
4. Конспектирование, изучение рекомендуемой литературы

Срок выполнения: к экзаменационной сессии.

Раздел 3. Космическая геодезия

Цель: Знакомство с задачами, решаемыми в космической геодезии, принципами работы спутниковых технологий.

Содержание:

1. Решение задач, тестов, ответы на контрольные вопросы (перечень прилагается далее).
2. Проработка конспектов лекций, обязательной и дополнительной литературы с составлением конспекта
3. Изучение материалов лекций, подготовка к семинарам
4. Конспектирование, изучение рекомендуемой литературы

Срок выполнения: к экзаменационной сессии.

Раздел 4. Методы космической геодезии

Цель: Знакомство с теорией движения спутников и методами решений задач космической геодезии.

Содержание:

1. Решение задач, тестов, ответы на контрольные вопросы (перечень прилагается далее).
2. Проработка конспектов лекций, обязательной и дополнительной литературы с составлением конспекта
3. Изучение материалов лекций, подготовка к семинарам
4. Конспектирование, изучение рекомендуемой литературы

Срок выполнения: к экзаменационной сессии.

Раздел 5. Теоретическая геодезия.

Цель: Закрепление знаний о системах координат, используемых в геодезии, принципах уравнивания систем координат, редуцировании результатов геодезических наблюдений.

Содержание:



1. Решение задач, тестов, ответы на контрольные вопросы (перечень прилагается далее).

2. Проработка конспектов лекций, обязательной и дополнительной литературы с составлением конспекта

3. Изучение материалов лекций, подготовка к семинарам

4. Конспектирование, изучение рекомендуемой литературы

Срок выполнения: к экзаменационной сессии.

Раздел 6. Физическая геодезия.

Цель: Закрепление знаний построения и уравнивания нивелирных сетей различного назначения.

Содержание:

1. Решение задач, тестов, ответы на контрольные вопросы (перечень прилагается далее).

2. Проработка конспектов лекций, обязательной и дополнительной литературы с составлением конспекта

3. Изучение материалов лекций, подготовка к семинарам

4. Конспектирование, изучение рекомендуемой литературы

Срок выполнения: к экзаменационной сессии.

Раздел 7. Спутниковые технологии в геодезии.

Цель: Тренировка навыков применения спутниковых технологий в геодезии.

Содержание:

1. Решение задач, тестов, ответы на контрольные вопросы (перечень прилагается далее).

2. Проработка конспектов лекций, обязательной и дополнительной литературы с составлением конспекта

3. Изучение материалов лекций, подготовка к семинарам

4. Конспектирование, изучение рекомендуемой литературы

Срок выполнения: к экзаменационной сессии.

3.3 Оценка самостоятельной работы студентов специалитета (КСР)

Контроль самостоятельной работы (КСР) – вид контактной внеаудиторной работы обучающихся по образовательной программе. КСР осуществляется преподавателем по результатам отчетов студентов. Оценка КСР выставляется по пятибалльной системе в отдельную ведомость и учитывается при аттестации студентов по дисциплине в период зачетно-экзаменационной сессии.

3.4. Задания на самостоятельную работу

Проверяемые компетенции:



Код и наименование обще профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения обще профессиональной компетенции
ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности на основе фундаментальных знаний в области геодезии	ОПК-1.1 - Демонстрирует способность решения задач профессиональной деятельности на основе математических и естественнонаучных знаний; ОПК-1.2 - Применяет принципиальные особенности математического моделирования объектов, процессов и явлений при решении задач в области геодезии и дистанционного зондирования; ОПК – 1.3 Использует математические и естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-2. Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	ОПК-2.1 - Разрабатывает научно-техническую, проектную документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами; ОПК-2.2 - Использует техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью и составленную в соответствии с действующими нормативными правовыми актами; ОПК-2.3 – Составляет и оформляет пояснительные записки, научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии в соответствии с техническим заданием
ОПК-4. Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и смежных областях	ОПК-4.1 - Оценивает результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывает собственный выбор; ОПК-4.2 - Систематизирует и обобщает достижения в области геодезии и смежных областях; ОПК-4.3 - Проводит самостоятельно на профессиональном уровне оценку результатов исследований, используя современные информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства в области геодезии и смежных областях;

1. Задачи, решаемые Высшей геодезией, и связь Высшей геодезии с другими дисциплинами.

2. Проблемы построения высотных сетей: поверхности относимости (определения), системы высот: основные формулы, особенности.

3. Способ Нормальных сечений решения главной геодезической задачи (формулировка задачи, чертёж, обозначения, основные закономерности).

4. Необходимость совершенствования ГНС. Перспективы развития ГНС. Новые методы.

5. Способ Бесселя решения главной геодезической задачи (формулировка задачи, чертёж, обозначения, основные закономерности).

6. Системы высот, использовавшиеся в СССР и РФ (исторический обзор): названия, причины и порядок введения, особенности.

7. Определение радиуса и полярного сжатия Земли.



8. Методы построения плановых геодезических сетей.
9. Параметры земного эллипсоида.
10. Схема Ф.Н.Красовского построения ГГС СССР. Основные методы создания ГГС СССР.
11. Системы координат, используемые в Высшей геодезии (чертёж, названия координат, начало отсчёта и порядок отсчёта координат).
12. Основные источники погрешностей результатов измерений при создании высотных сетей: классификация, перечень, причины возникновения, средства минимизации влияния.
13. Связь между системой прямоугольных декартовых координат (X,Y,Z) и эллипсоидальной геодезической системой координат (B,L): чертежи, названия координат обеих систем, основные формулы взаимосвязи.
14. Последовательность построения ГГС СССР по схеме Ф.Н.Красовского. Источники погрешностей полевых измерений: причины возникновения, величины и способы минимизации влияния.
15. Связь между системой координат, использующей приведённую широту (u), и системой координат, использующей эллипсоидальную геодезическую широту (B): чертежи, названия координат обеих систем, основные формулы взаимосвязи.
16. Особенности методики и приборов для выполнения нивелирования I класса.
17. Главные радиусы кривизны в заданной точке поверхности эллипсоида (определения, обозначения, чертёж).
18. Современные плановые геодезические сети РФ. Их сравнение с ГГС СССР.
19. Главные радиусы кривизны в заданной точке поверхности эллипсоида (определения, обозначения, чертёж).
20. Современные плановые геодезические сети РФ. Их сравнение с ГГС СССР.
21. Вычисление радиуса кривизны меридионального сечения (чертёж, определение, обозначение, основные этапы вывода выражения).
22. Геодезические сети и системы координат: виды, определения, классификация, порядок построения и закрепления на местности.
23. Вычисление радиуса кривизны сечения первого вертикала (чертёж, определение, обозначение, основные этапы вывода выражения).
24. Системы плановых координат СССР и РФ: названия, история создания, особенности, точности.
25. Взаимные нормальные сечения на поверхности эллипсоида (чертёж, определение, обозначение, свойства).
26. Геодезические плановые сети и системы координат: виды, определения, назначение, документы, регламентирующие их построение.
27. Геодезическая линия (чертёж, определение, обозначение, свойства).
28. Сравнительная характеристика различных систем координат.



29. Вывод уравнения геодезической линии (чертёж, определение, обозначение, основные этапы вывода выражения).

30. Перспективы развития ГГС РФ и причины, приводящие к необходимости дальнейшего совершенствования: схемы и этапы построения, особенности, точности.

31. Формулировка прямой и обратной геодезических задач на поверхности эллипсоида (чертёж, обозначения, формулировка, определяемые величины, специфика решения задач на эллипсоиде).

32. Современная ГНС РФ: определение, назначение, точность, методы, программа и последовательность построения.

33. Способы решения прямой и обратной геодезических задач, основные проблемы (классификация подходов, специфика вычислений).

34. Определение поверхности относимости в системах высот. Средний уровень моря: организация регистрации, историческая справка, способы определения и приборы для измерения.

35. Дифференциальные уравнения, положенные в основу решения прямой и обратной геодезических задач (чертежи, обозначения, основные выражения).

36. Высотные сети: определение, назначение, классификация, порядок построения и закрепления на местности, эксплуатация.

3.5. Задачи

Проверяемые компетенции:

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности на основе фундаментальных знаний в области геодезии	ОПК-1.1 - Демонстрирует способность решения задач профессиональной деятельности на основе математических и естественнонаучных знаний; ОПК-1.2 - Применяет принципиальные особенности математического моделирования объектов, процессов и явлений при решении задач в области геодезии и дистанционного зондирования; ОПК – 1.3 Использует математические и естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности



ОПК-2. Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	ОПК-2.1 - Разрабатывает научно-техническую, проектную документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами; ОПК-2.2 - Использует техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью и составленную в соответствии с действующими нормативными правовыми актами; ОПК-2.3 – Составляет и оформляет пояснительные записки, научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии в соответствии с техническим заданием
ОПК-4. Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и смежных областях	ОПК-4.1 - Оценивает результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывает собственный выбор; ОПК-4.2 - Систематизирует и обобщает достижения в области геодезии и смежных областях; ОПК-4.3 - Проводит самостоятельно на профессиональном уровне оценку результатов исследований, используя современные информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства в области геодезии и смежных областях;

ЗАДАЧА 1

Дано:

1) Координаты начальной точки А:

Широта $\varphi_A = 37^\circ 58' 29,93''$ и

Долгота $\lambda_A = 64^\circ 32' 54,19''$;

2) Прямой азимут на точку В: $AA-B = 29^\circ 33' 45,65''$;

3) Расстояние от точки А до точки В: $\sigma = 0,299083$.

Требуется:

Решить геодезическую задачу способом Бесселя с целью определения обратного азимута.

ЗАДАЧА 2

Дано:

1) Координаты начальной точки А:

Широта $\varphi_A = 46^\circ 58' 29,93''$ и

Долгота $\lambda_A = 51^\circ 32' 54,19''$;

2) Прямой азимут на точку В: $AA-B = 79^\circ 33' 25,65''$;

3) Расстояние от точки А до точки В: $\sigma = 0,692083$.

Требуется:

Решить геодезическую задачу способом Бесселя с целью определения широты точки В.

ЗАДАЧА 3

Дано:



1) Координаты начальной точки А:

Широта $\varphi_A = 44^\circ 58' 23,93''$ и

Долгота $\lambda_A = 84^\circ 32' 47,19''$;

2) Прямой азимут на точку В: $AA-B = 59^\circ 33' 25,65''$;

3) Расстояние от точки А до точки В: $\sigma = 0,369083$.

Требуется:

Решить геодезическую задачу способом Бесселя с целью определения долготы точки В.

ЗАДАЧА 4

Дано:

1) Координаты начальной точки А:

Широта $\varphi_A = 44^\circ 44' 01,21''$ и

Долгота $\lambda_A = 129^\circ 18' 21,79''$;

2) Прямой азимут на точку В: $AA-B = 46^\circ 06' 17,08''$;

3) Расстояние от точки А до точки В: $\sigma = 0,829956$.

Требуется:

Решить геодезическую задачу способом Бесселя с целью определения обратного азимута.

ЗАДАЧА 5

Дано:

1) Координаты начальной точки А:

Широта $\varphi_A = 24^\circ 44' 01,21''$ и

Долгота $\lambda_A = 49^\circ 18' 51,79''$;

2) Прямой азимут на точку В: $AA-B = 92^\circ 06' 57,08''$;

3) Расстояние от точки А до точки В: $\sigma = 0,429956$.

Требуется:

Решить геодезическую задачу способом Бесселя с целью определения широты точки В.

Критерии и шкала оценивания:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если задача решена полностью в соответствии с алгоритмом, сделан анализ полученного решения, и сделаны выводы о целесообразности использования модели в практике.

Оценка «хорошо» -выставляется студенту, если задача решена полностью в соответствии с алгоритмом, анализ полученного решения

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задача решена не полностью, но в соответствии с алгоритмом

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если задача не решена. Оценка выставляется в журнале посещаемости студентов



3.4 Тестовые задания для самоконтроля

Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Проверяемые компетенции:

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности на основе фундаментальных знаний в области геодезии	ОПК-1.1 - Демонстрирует способность решения задач профессиональной деятельности на основе математических и естественнонаучных знаний; ОПК-1.2 - Применяет принципиальные особенности математического моделирования объектов, процессов и явлений при решении задач в области геодезии и дистанционного зондирования; ОПК – 1.3 Использует математические и естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-2. Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	ОПК-2.1 - Разрабатывает научно-техническую, проектную документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами; ОПК-2.2 - Использует техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью и составленную в соответствии с действующими нормативными правовыми актами; ОПК-2.3 – Составляет и оформляет пояснительные записки, научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии в соответствии с техническим заданием
ОПК-4. Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и смежных областях	ОПК-4.1 - Оценивает результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывает собственный выбор; ОПК-4.2 - Систематизирует и обобщает достижения в области геодезии и смежных областях; ОПК-4.3 - Проводит самостоятельно на профессиональном уровне оценку результатов исследований, используя современные информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства в области геодезии и смежных областях;

Вопрос 1

Какой из эллипсоидов наилучшим образом описывает фигуру Земли?

1) Трёхосный



- 2) Двухосный, с полярной осью больше, чем экваториальной
- 3) Двухосный, с полярной осью меньше, чем экваториальной

Вопрос 2

Каким должен быть необходимый набор параметров, характеризующих земной эллипсоид?

- 1) большая полуось и полярное сжатие;
- 2) большая и малая полуоси, а также полярное сжатие;
- 3) большая и малая полуоси, эксцентриситет и полярное сжатие

Вопрос 3

Какое из двух нормальных сечений, меридиональное или сечение первого вертикала, в большинстве случаев имеет больший радиус кривизны?

- 1) меридиональное;
- 2) сечение первого вертикала;
- 3) радиусы кривизны обоих сечений равны

Вопрос 4

Как пройдет геодезическая линия, проведенная от экватора под азимутом 0 градусов?

- 1) совпадая с меридиональным сечением;
- 2) совпадая с сечением первого вертикала;
- 3) располагаясь по экватору эллипсоида

Вопрос 5

Достигнет ли геодезическая линия, проведенная от экватора под азимутом 45 градусов северного полюса эллипсоида?

- 1) достигнет;
- 2) не достигнет

Критерии и шкала оценки тестовых заданий

<u>Критерии оценивания:</u> Уровень овладения компетенциями в т.ч. - Полнота знаний теоретического контролируемого материала. - Количество правильных ответов.	Кол. правильных ответов, обеспечивающих получение:			
	Зачета	Оценки за экзамен или дифференцированный зачет		
		удовлетворительно	хорошо	отлично



Оцениваемый показатель	От 55% и выше правильных ответов	55% и более правильных ответов	70% и более правильных ответов	85% и более правильных ответов
Количество тестовых заданий:				
15	8	От 8 до 11	От 11 до 13	13 и более
20	11	От 11 до 14	От 14 до 17	17 и более
25	13	От 13 до 18	От 18 до 21	21 и более
26	14	От 14 до 18	От 18 до 22	22 и более
30	16	От 16 до 21	От 21 до 26	26 и более
40	22	От 22 до 28	От 28 до 34	34 и более

3.6. Курсовая работа

Проверяемые компетенции:

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-1. Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности на основе фундаментальных знаний в области геодезии	ОПК-1.1 - Демонстрирует способность решения задач профессиональной деятельности на основе математических и естественнонаучных знаний; ОПК-1.2 - Применяет принципиальные особенности математического моделирования объектов, процессов и явлений при решении задач в области геодезии и дистанционного зондирования; ОПК – 1.3 Использует математические и естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-2. Способен разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии	ОПК-2.1 - Разрабатывает научно-техническую, проектную документацию, связанную с профессиональной деятельностью, в соответствии с действующими нормативными правовыми актами; ОПК-2.2 - Использует техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью и составленную в соответствии с действующими нормативными правовыми актами; ОПК-2.3 – Составляет и оформляет пояснительные записки, научно-технические отчеты, обзоры, публикации, рецензии в соответствии с техническим заданием



ОПК-4. Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в области геодезии и смежных областях	ОПК-4.1 - Оценивает результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывает собственный выбор; ОПК-4.2 - Систематизирует и обобщает достижения в области геодезии и смежных областях; ОПК-4.3 - Проводит самостоятельно на профессиональном уровне оценку результатов исследований, используя современные информационные технологии и прикладные аппаратно-программные средства в области геодезии и смежных областях;
---	---

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ УКЛОНЕНИЙ ОТВЕСА И АНОМАЛИЙ ВЫСОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Задание №1 Косвенная интерполяция астрономо-геодезических уклонов отвеса.

Астрономо-геодезический метод определения поверхности Земли содержит два этапа: определение параметров поверхности от-носимости (референц-эллипсоида) и определение координат точек опорной геодезической сети относительно референц-эллипсоида. На обоих этапах обычно используется система пространственных геодезических координат B, L, H . Геодезические координаты текущей точки получают последовательным прибавлением приращений координат $\Delta B, \Delta L, \Delta H$ к координатам B_0, L_0, H_0 исходного пункта.

В процессе геодезических измерений все приборы ориентируют по отвесным линиям или касательным к уровненным поверхностям; кроме того, измерения выполняют на физической поверхности Земли. Поэтому непосредственно по результатам измерений получить приращения $\Delta B, \Delta L, \Delta H$ геодезических координат нельзя. В результате измерений нужно ввести поправки, учитывающие несовпадение нормалей к референц-эллипсоиду и отвесных линий и поправки за высоту над поверхностью референц-эллипсоида. Для вычисления этих поправок нужно знать астрономо-геодезические уклоны отвеса и геодезические высоты H . Так как геодезическая высота обычно представляется как сумма нормальной высоты H^Y , которую можно считать непосредственно измеренной, и аномалии ξ^{ag} высоты, можно сказать, что для приведения результатов измерений в геодезическую систему координат необходимо знать астрономо-геодезические уклоны отвеса и аномалии высот.

Косвенная интерполяция астрономо-геодезических уклонов отвеса и

© ГУЗ	Выпуск 1	Изменение 0	Экземпляр №1	Стр. 60
-------	----------	-------------	--------------	---------



аномалий высот с использованием гравиметрических данных

Астрономо-геодезическим уклонением отвеса называют угол между направлением отвесной линии и нормалью к референц-эллипсоиду. Составляющие $\xi^{\text{ар}}$, $\eta^{\text{ар}}$ астрономо-геодезического уклонения отвеса в плоскости меридиана и первого вертикала связаны с астрономическими и геодезическими координатами пункта зависимостями

$$\xi^{\text{ар}} = \varphi - B; \quad \eta^{\text{ар}} = (\lambda - L) \cos B. \quad (1)$$

Непосредственное определение составляющих уклонения отвеса по формулам (1) возможно только в астропунктах. В промежуточных точках их определяют интерполяцией. Линейная интерполяция астрономо-геодезических уклонений отвеса при расстояниях между астропунктами около 100 км приводит к значительным ошибкам интерполированных уклонений (около 2" в равнинных районах). Поэтому для нахождения астрономо-геодезических уклонений отвеса применяют метод косвенной интерполяции.

Косвенная интерполяция астрономо-геодезических уклонений отвеса с использованием гравиметрической карты заключается в следующем. По гравиметрической карте можно вычислить составляющие $\xi^{\text{ар}}$, $\eta^{\text{ар}}$ гравиметрического уклонения отвеса

$$\xi^{\text{гр}} = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{\psi_0} (g - \gamma) \frac{dS(\psi)}{d\psi} \sin \psi \frac{\cos A}{\sin A} d\psi dA, \quad (2)$$

де $g - \gamma$ — смешанные аномалии силы тяжести, $S(\psi)$ — функция Стокса, A , ψ — полярные сферические координаты текущей точки относительно фиксированной, в которой вычисляют уклонение отвеса, ψ_0 — радиус области, учитываемой при вычислении уклонения отвеса.

Найденные по формулам (1) и (2) составляющие уклонения отвеса будут различаться из-за несовпадения направления нормали к референц-эллипсоиду и нормальной силы тяжести* и ограничения области интегрирования при вычислении гравиметрического уклонения отвеса. Угол между нормалью к референц-эллипсоиду и направлением нормальной силы тяжести обусловлен кривизной силовой линии нормального поля, которая составляет $0,171'' H \sin 2B$, где H дано в километрах, и несовпадением геодезического референц-эллипсоида с уровенным эллипсоидом (нормальной Землей).



Изменение этого угла при перемещении по поверхности Земли на расстояния порядка 100 км невелики и происходят по линейному закону. Влияние аномалий силы тяжести на остальной части Земли за пределами радиуса Ψ_0 области учитываемых аномалий также изменяется по линейному закону при достаточном радиусе Ψ_0 . Исследования М. С. Молоденского показали, что радиус области интегрирования должен быть в 2—3 раза больше расстояния между астропунктами. Поэтому разности

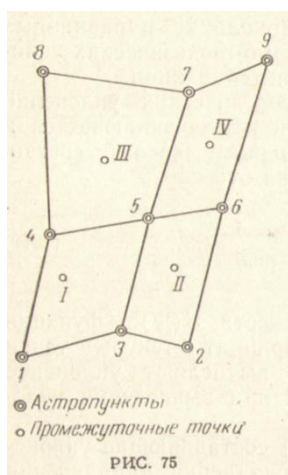
$$\xi^{\text{ар}} - \xi^{\text{гр}}, \quad \eta^{\text{ар}} - \eta^{\text{гр}} \quad (3)$$

можно достаточно точно интерполировать между астропунктами и получать астрономо-геодезические уклонения отвеса в промежуточных точках по формулам

$$\left. \begin{aligned} \xi^{\text{ар}} &= \xi^{\text{гр}} + (\xi^{\text{ар}} - \xi^{\text{гр}})_{\text{инт}}; \\ \eta^{\text{ар}} &= \eta^{\text{гр}} + (\eta^{\text{ар}} - \eta^{\text{гр}})_{\text{инт}}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

В астрономо-геодезической сети СССР астропункты расположены на расстоянии около 100 км; схема расположения астро-пунктов в одном полигоне 1 класса дана на рис. 75. В полигоне обычно находится девять астропунктов, для которых можно вычислить разности $\xi^{\text{ар}} - \xi^{\text{гр}}$, $\eta^{\text{ар}} - \eta^{\text{гр}}$. Представим эти разности в виде

$$\left. \begin{aligned} \xi^{\text{ар}} - \xi^{\text{гр}} &= \Delta\xi = a\Delta x + b\Delta y + c; \\ \eta^{\text{ар}} - \eta^{\text{гр}} &= \Delta\eta = a_1\Delta x + b_1\Delta y + c_1, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$



где $\Delta x = x - x_{\text{ср}}$, $\Delta y = y - y_{\text{ср}}$, x , y — плоские прямоугольные координаты пунктов, $x_{\text{ср}}$, $y_{\text{ср}}$ — средние значения из координат всех астропунктов в полигоне.

Коэффициенты a , b , c , a_1 , b_1 , c_1 определим по исходным данным табл. 157 из решения уравнений (5) для каждой составляющей по методу наименьших квадратов. Пример определения коэффициентов дан в табл. 158.

Нормальные уравнения:

$$4,9128a + 0,4785b - 2,0702 = 0;$$

$$4,9128a_1 + 0,4785b_1 + 0,7213 = 0;$$



$$0,4785a + 2,6355b - 0,8694 = 0$$

$$0,4785a_1 + 2,6355b_1 + 1,3745 = 0.$$

Результаты решения уравнений

$$\left. \begin{aligned} a &= +0,3964; & a_1 &= -0,0977; \\ b &= +0,2579; & b_1 &= -0,5038; \\ c &= -\frac{\Sigma \Delta \xi}{9} = -1,19''; & c_1 &= -\frac{\Sigma \Delta \eta}{9} = +2,74''. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Оценка точности

$$m_{\Delta \xi} = \sqrt{\frac{[v^2]}{6}} = 0,54''; \quad m_{\Delta \eta} = \sqrt{\frac{[v_1^2]}{6}} = 0,45''.$$

Ошибки v вычислены как разности вычисленных по формуле (5) с использованием коэффициентов (6) и измеренных разностей $\Delta \xi$, $\Delta \eta$.

Пример вычисления интерполированных уклонений отвеса в промежуточных точках дан в табл. 159.

Таблица 157

Исходные данные								
Номер пункта	x, км	y, км	$\xi_{ар}$	$\eta_{ар}$	$\xi_{гр}$	$\eta_{гр}$	η_{ξ}	$\Delta \eta$
Астропункты								
1	6 764,6	-75,8	-1,23	-3,39	+1,07	-6,79	-2,30	+3,40
2	767,6	+25,2	-1,77	+2,09	-0,50	-0,14	-1,27	+2,23
3	780,5	-10,8	-0,05	-0,07	+1,24	-3,40	-1,29	+3,33
4	845,9	-56,4	+0,72	-0,69	+1,56	-3,28	-0,84	+2,59
5	854,8	+8,8	+0,82	-0,94	+1,64	-3,69	-0,82	+2,75
6	860,8	+57,9	-2,09	-1,48	-0,34	-3,83	-1,75	+2,35
7	938,6	+39,4	-0,59	-1,89	-0,25	-4,00	-0,34	+2,11
8	955,6	-57,2	+1,57	-0,22	+2,72	-3,40	-1,15	+3,18
9	958,2	+92,1	+1,57	+1,02	+2,53	-1,68	-0,96	+2,70
Среднее	6 858,5	+2,6					-1,19	+2,74
Промежуточные точки								
I	6 816,1	-48,1			+1,32	-3,51		
II	820,5	+23,8			+1,03	-3,07		
III	894,6	-18,2			-1,44	-4,09		
IV	902,1	+52,0			-0,44	-4,11		

Оценку точности интерполирования уклонений отвеса в пределах полигона



можно выполнить по разностям $\Delta\xi$, $\Delta\eta$ в соседних астропунктах. Для рассматриваемого примера эти разности приведены в табл. 160.

Для вычисления ошибки интерполирования используем формулы

$$m_{\Delta\xi} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta\xi_1 - \Delta\xi_2)^2}{2n}}; \quad m_{\Delta\eta} = \sqrt{\frac{\sum (\Delta\eta_1 - \Delta\eta_2)^2}{2n}},$$

где n — число разностей.

Вычисление по этим формулам с использованием данных табл. 160 дает $m_{\Delta\xi}=0,52''$, $m_{\Delta\eta}=0,45''$.



Таблица 158

Определение коэффициентов a, b, c, a_1, b_1, c_1

Номер пункта	Δx , сотни км	Δy , сотни км	$-\Delta \xi$	$-\Delta \eta$	$a\Delta x$	$b\Delta y$	$\Delta \xi_{\text{инт}}$	v	$a_1\Delta x$	$b_1\Delta y$	$\Delta \eta_{\text{инт}}$	v_1
1	-0,939	-0,784	+2,30"	-3,40"	-0,37"	-0,20"	-1,76"	+0,54"	+0,09"	+0,39"	+3,22"	-0,18"
2	-0,909	+0,226	+1,27	-2,23	-0,36	+0,06	-1,49	-0,22	+0,09	-0,11	+2,72	+0,49
3	-0,780	-0,134	+1,29	-3,33	-0,31	-0,03	-1,53	-0,24	+0,08	+0,06	+2,88	-0,45
4	-0,126	-0,590	+0,84	-2,59	-0,05	-0,15	-1,39	-0,55	+0,01	+0,30	+3,05	+0,46
5	-0,037	+0,062	+0,82	-2,75	-0,01	+0,02	-1,18	-0,36	0	-0,03	+2,71	-0,04
6	+0,023	+0,553	+1,75	-2,35	+0,01	+0,14	-1,04	+0,71	0	-0,28	+2,46	+0,11
7	+0,801	+0,368	+0,34	-2,11	+0,32	+0,09	-0,78	-0,44	-0,08	-0,18	+2,48	+0,37
8	+0,971	-0,598	+1,15	-3,18	+0,38	-0,15	-0,96	+0,19	-0,09	+0,36	+3,01	-0,17
9	+0,997	+0,895	+0,96	-2,70	+0,40	+0,23	-0,56	+0,40	-0,10	-0,54	+2,10	-0,60
Σ	+0,001	-0,002	+10,72	-24,64	+0,01	+0,01		+0,03	0	0,03		-0,01

Таблица 159

Вычисление астрономо-геодезических уклонений отвеса в промежуточных пунктах

Номер пункта	Δx , сотни км	Δy , сотни км	$a\Delta x$	$b\Delta y$	$\Delta \xi$	$\xi^{\text{ГР}}$	$\xi^{\text{ар}}$	$a_1\Delta x$	$b_1\Delta y$	$\Delta \eta$	$\eta^{\text{ГР}}$	$\eta^{\text{ар}}$
I	-0,424	-0,507	-0,17"	-0,13"	-1,49"	+1,32"	-0,17"	+0,04"	+0,26"	+3,04"	-3,51"	-0,47"
II	-0,380	+0,213	-0,15	+0,05	-1,29	+1,03	-0,26	+0,04	-0,11	+2,67	-3,07	-0,40
III	+0,361	+0,016	+0,14	0	-1,05	-1,44	-2,49	-0,04	-0,01	+2,69	-4,09	-1,40
IV	+0,436	+0,494	+0,17	+0,13	-0,89	-0,44	-1,33	-0,04	-0,25	+2,45	-4,11	-1,66



Т а б л и ц а 160

Номер пункта	$\Delta\xi_1-\Delta\xi_2$	$\Delta\eta_1-\Delta\eta_2$	Номер пункта	$\Delta\xi_1-\Delta\xi_2$	$\Delta\eta_1-\Delta\eta_2$
1			7		
3	+1,01"	-0,07"	9	-0,62"	-1,07"
2	+0,02	-1,10	6	-0,79	-0,35
6	-0,48	+0,12	7		
5	+0,93	+0,40	5	-0,48	+0,64
4	-0,02	-0,16	3	-0,47	+0,58
8	-0,31	+0,59	1		
7	+0,81	-1,07	4	-1,46	+0,81



Определение превышений квазигеоида по астрономо-геодезическим данным (астрономическое нивелирование)

Задание № 2 Астрономо-геодезическое нивелирование на пунктах ГГС 1 класса.

Разность $d\zeta^{\text{ar}}$ аномалий высот в двух близких точках поверхности Земли определяется равенством

$$d\zeta^{\text{ar}} = -\vartheta^{\text{ar}} dl - \frac{g - \gamma}{\gamma} dh,$$

Здесь dl — расстояние между точками, dh — превышение (рис. 76), ϑ^{ar} — вычисленная по астрономо-геодезическим данным

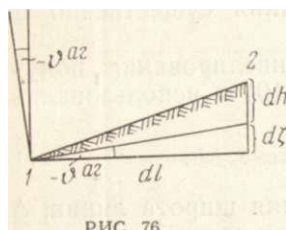


РИС. 76

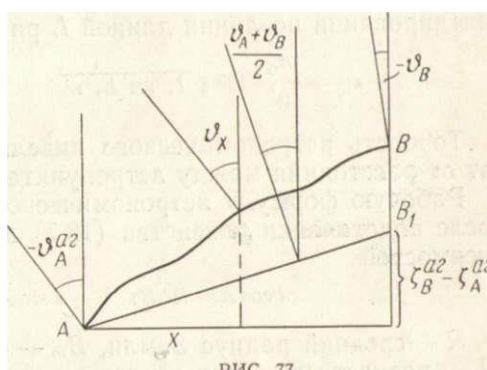


РИС. 77

составляющая уклонения отвеса в направлении dl (в азимуте A),

$$\vartheta^{\text{ar}} = (\xi^{\text{ar}} - 0,171H \sin 2B) \cos A + \eta^{\text{ar}} \sin A, \quad (7)$$

$g - \gamma$ — смешанная аномалия силы тяжести, H — высота в километрах.

Разность $\xi_B^{\text{ar}} - \xi_A^{\text{ar}}$ аномалий высот (превышение квазигеоида) между удаленными точками получают как сумму элементарных превышений

$$\xi_B^{\text{ar}} - \xi_A^{\text{ar}} = \int_A^B d\zeta^{\text{ar}} = - \int_A^B \vartheta^{\text{ar}} dl - \int_A^B \frac{g - \gamma}{\gamma} dh. \quad (8)$$



Вычисление интегралов в правой части (8) возможно в том случае, если вдоль линии АВ известны отклонения отвеса $\vartheta^{\text{ар}}$ и аномалии силы тяжести $g-\gamma$. В методе астрономического нивелирования предполагают, что отклонения отвеса между астропунктами А и В изменяются по линейному закону, т. е. в промежуточной точке на расстоянии x от начала линии оно равно

$$\vartheta_x^{\text{ар}} = \vartheta_A^{\text{ар}} + \frac{\vartheta_B^{\text{ар}} - \vartheta_A^{\text{ар}}}{l} x. \quad (9)$$

После подстановки (9) в формулу (8) и интегрирования получают формулу астрономического нивелирования

$$\zeta_B^{\text{ар}} - \zeta_A^{\text{ар}} = -\frac{\vartheta_A^{\text{ар}} + \vartheta_B^{\text{ар}}}{2} l, \quad (10)$$

где l — расстояние между астропунктами.

Второй член правой части (8) в равенстве (10) не учитывают. Применение формулы (10) предполагает, что поверхность квазигеоида между астропунктами А и В заменена плоскостью, наклон которой равен среднему отклонению отвеса между астропунктами (рис. 77). Точность астрономического нивелирования зависит главным образом от того, насколько действительные отклонения отвеса $\vartheta^{\text{ар}}$ отличаются от интерполированных по формуле (9). Средняя квадратическая погрешность астрономического нивелирования по линии длиной L равна

$$m_\zeta = \frac{m_\vartheta}{\rho''} 10^3 \sqrt{l, \text{ км } L, \text{ км}}; \quad m_\vartheta = 0,17'' \sqrt{l, \text{ км}}. \quad (11)$$

Точность астрономического нивелирования существенно зависит от расстояния между астропунктами.

Рабочую формулу астрономического нивелирования получают после подстановки равенства (7) в (10) и использования зависимостей

$$l \cos A = R \Delta B; \quad l \sin A = R \cos B_m \Delta L,$$

R — средний радиус Земли, B_m — средняя широта линии, ΔB и ΔL — разности широт и долгот астропунктов соответственно.

Рабочая формула имеет вид



$$\xi_B^{\text{ар}} - \xi_A^{\text{ар}} = -\frac{R}{2\rho''\rho'} [(\xi_A^{\text{ар}} + \xi_B^{\text{ар}} - 0,171(H_A + H_B) \sin 2B) \Delta B + (\eta_A^{\text{ар}} + \eta_B^{\text{ар}}) \cos B_m \Delta L], \quad (13)$$

где $\frac{R}{2\rho''\rho'} = 0,00449$; ΔB и ΔL — в минутах; ξ, η — в секундах дуги.

Выполним астрономическое нивелирование по линии 1—4—8—7—9—6—2—3—1 (см. рис. 75). Так как точность астрономо - геодезических уклонов отвеса составляет около 0,05", член $0,171 \times (H_A + H_B) \sin 2B$ в равнинном районе можно не учитывать. Пример вычисления дан в табл. 161.



Таблица 161

Определение превышений квазигеоида методом астрономического нивелирования

Номер пункта	B	L	ξ^{ar}	η^{ar}	ΔB	ΔL	B_m	$\xi_1^{ar} + \xi_2^{ar}$	$\eta_1^{ar} + \eta_2^{ar}$	$\xi_2^{ar} - \xi_1^{ar}$	l , км
1	60°59'	22°36'	-1,23"	-3,39"	+44'	+20'	61°21'	-0,51"	-4,08"	+0,276	83,5
4	61 43	22 56	+0,72	-0,69	+59	-3	62 12	+2,29	-0,91	-0,612	109,4
8	62 42	22 53	+1,57	-0,22	-09	+113	62 38	+0,98	-2,11	+0,532	97,7
7	62 33	24 46	-0,59	-1,89	+10	+62	62 38	+0,98	-0,87	+0,067	56,0
9	62 43	25 48	+1,57	+1,02	-52	-42	62 17	-0,52	-0,46	-0,162	102,9
6	61 51	25 06	-2,09	-1,48	-50	-38	61 26	-3,86	+0,61	-0,817	98,6
2	61 01	24 28	-1,77	+2,09	+07	-40	61 04	-1,82	+2,02	+0,233	38,2
3	61 08	23 48	-0,05	-0,07	-09	-72	61 04	-1,28	-3,46	-0,593	66,7
1	60 59	22 36	-1,23	-3,39							
$l_{cp} = \frac{653,0}{8} = 81,6 \text{ км}$											653,0
Σ											-1,076

Оценку точности выполним по формулам (11)

$$m_{\theta} = 0,17'' \sqrt{81,6} = 1,54''; \quad m_{\xi} = \frac{1,54''}{\rho''} 10^3 \sqrt{81,6 \cdot 653,0} = 1,72 \text{ м.} \quad (14)$$



ВЫЧИСЛЕНИЕ НОРМАЛЬНЫХ ВЫСОТ

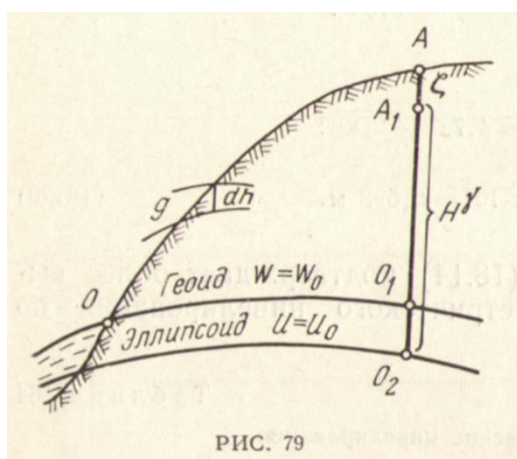
Задание №3 Вычисление нормальных высот замкнутого нивелирного хода

Вычисление разности нормальных высот

В соответствии с общим принципом определения высот в гравитационном поле высота равна отношению разности потенциалов к среднему интегральному значению силы тяжести между соответствующими уровенными поверхностями. Для геодезической высоты H можно написать

$$H = \frac{W_{O_2} - W_A}{g_m}, \quad (1)$$

где $W_{O_2} - W_A$ — разность потенциалов между точкой A физической поверхности Земли и точкой O_2 отсчетного эллипсоида, g_m — среднее интегральное значение силы тяжести между этими точками (рис. 79).



Определить геодезическую высоту по формуле (1) невозможно по двум причинам: во-первых, разность $W_{O_2} - W_A$ потенциалов из измерений не определяется; во-вторых, среднее интегральное значение g_m действительной силы тяжести нельзя найти без измерений внутри Земли вдоль линии AO_2 .

Если между точками O и A поверхности Земли выполнено геометрическое нивелирование и измерены значения силы тяжести, можно найти

геопотенциальное число $\int_O^A g dh$ репера A , равное разности потенциалов точки поверхности Земли и геоида,

$$\int_O^A g dh = -(W_A - W_O),$$

где dh — измеренное превышение, W_O — значение потенциала силы тяжести на геоиде.

Запишем геодезическую высоту H в виде

$$H = \frac{U_{O_2} - U_A}{\gamma_m} = \frac{U_O - U_A}{\gamma_m} \quad (2)$$

т. е. будем определять ее как расстояние между уровенными поверхностями нормального поля. Разность нормальных потенциалов $U_O - U_A$ из измерений не



определяется. Однако из условия близости действительного и нормального потенциалов следует, что разность $U_0 - U_A$ будет близка к геопотенциальной величине

$$\int_0^A g dh:$$

$$U_0 - U_A \approx \int_0^A g dh \quad (3)$$

В формулах (2) и (3) U_A и U_0 — значения нормального потенциала в точке A и на эллипсоиде соответственно.

Заменим в формуле (3) приближенное равенство точным

$$U_0 - U_{A_1} \approx \int_0^A g dh \quad (4)$$

где U_{A_1} — значение нормального потенциала в точке A_1 расположенной на одной отвесной линии с точкой A физической поверхности Земли.

Из условия (3) следует, что точка A_1 будет расположена вблизи точки A .

С учетом (4) равенство (2) для геодезической высоты можно записать

$$H = \frac{U_0 - U_{A_1}}{\gamma_{m0_2A_1}} = \frac{U_{A_1} - U_A}{\gamma_{mA_1A}}, \quad (5)$$

где $\gamma_{m0_2A_1}$, γ_{mA_1A} — средние интегральные значения нормальной силы тяжести на отрезках 0_2A_1 и A_1A соответственно. Член

$$\frac{U_0 - U_{A_1}}{\gamma_{m0_2A_1}} = \frac{1}{\gamma_{m0_2A_1}} \int_0^A g dh = H^\gamma$$

определяет высоту точки A_1 над эллипсоидом, которую называют нормальной высотой, член

$$\frac{U_{A_1} - U_A}{\gamma_{mA_1A}} = \zeta$$

определяет отрезок A_1A между точкой физической поверхности Земли A и точкой A_1 и называется аномалией высоты.

Таким образом,



$$H = H^{\gamma} + \zeta \quad (6)$$

Итак, для определения геодезической высоты нужно найти нормальную высоту

$$H^{\gamma} = \frac{1}{\gamma_{m02A1}} \int_0^A g dh \quad (7)$$

по результатам нивелирования и измерений силы тяжести и аномалию высоты ζ

Практически всегда определяют разность $H_B^{\gamma} - H_A^{\gamma}$ нормальных высот двух точек A и B поверхности Земли. Рабочая формула для вычисления этой разности имеет вид

$$H_B^{\gamma} - H_A^{\gamma} = \sum_A^B \Delta h_{изм} + 1,020 \left[\sum_A^B (\gamma_{0i} - \gamma_{0k}) H_m^{\gamma} + \sum_A^B (g - \gamma)_m \Delta h_{изм} \right] = \sum_A^B \Delta h_{изм} + \sum_A^B \delta h, \quad (8)$$

где $\Delta h_{изм}$ — измеренное превышение по секции, H_m^{γ} и $(g - \gamma)_m$ — средняя высота и средняя аномалия силы тяжести между соседними реперами (для одной секции), $\gamma_{0i} - \gamma_{0k}$ — разность значений

нормальной силы тяжести на эллипсоиде на широте репера (i — задний, k — передний по ходу реперы). Поправочный член $\sum_A^B \delta h$ в



Т а б л и ц а 165

Вычисление разности нормальных высот
для разомкнутого нивелирного хода

Номер репера	Широта B	H , м	H_m , м	$\Delta h_{изм}$, м	$(g-\gamma)_B$ 10^{-5} , м·с ⁻²	$0,0961H$ 10^{-5} , м·с ⁻²	$g-\gamma$	$(g-\gamma)_m$ 10^{-5} , м·с ⁻²	γ_0 $980 + 10^{-5}$, м·с ⁻²
1	43°20'02"	511							
2	28 01	488	500	-22,6910	-99	+49	-50	-46	465,5
3	34 03	471	480	-17,0150	-88	+47	-41	-40	477,4
4	43 38 00	465	468	-6,5682	-85	+45	-40	-38	486,8
					-82	+45	-37		492,3
$\Sigma -46,2742$									

Продолжение табл. 165

Номер репера	$(\gamma_{oi} - \gamma_{ok}) \times$ $\times 10^{-5}$, м·с ⁻²	$(\gamma_{oi} - \gamma_{ok}) \times$ $\times H_m \cdot 10^{-5}$, м·с ⁻² , км	$(g - \gamma)_m \Delta h_{изм}$ 10^{-5} м·с ⁻² , км	$(\gamma_{oi} - \gamma_{ok}) \cdot H +$ $+ (g - \gamma)_m \Delta h$ 10^{-5} м·с ⁻² , км
1	-11,9	-5,95	+1,04	-4,91
2	-9,4	-4,51	+0,68	-3,83
3	-5,5	-2,57	+0,25	-2,32
4	Σ	-13,03	+1,97	-11,06

$\delta h = 1,020 (-11,06) = -11,28 \text{ мм} = -0,0113 \text{ м};$

$H_B^\gamma - H_A^\gamma = -46,2742 \text{ м} - 0,0113 \text{ м} = -46,2855 \text{ м}$

измеренное превышение в формуле (8) выражен в миллиметрах при H_m^γ и $\Delta h_{изм}$, выраженных в километрах, $\gamma_{oi} - \gamma_{ok}$, $(g - \gamma)_m$ — в 10^{-5} м·с⁻². Коэффициент $1,020 = \frac{1000}{\gamma_m}$ перед квадратными скобками получен для $\gamma_m = 980 \cdot 10^{-2}$ м·с⁻².

Как видно из формулы (8), для вычисления нормальных высот нужно знать аномалии силы тяжести в свободном воздухе, для определения которых используют гравиметрические карты в редукции Буге. Переход от аномалий Буге к аномалиям в свободном воздухе осуществляют по формуле

$$g - \gamma = (g - \gamma)_B + 0,0418 \delta H \quad (9)$$

где δ — значение плотности промежуточного слоя, принятое при построении гравиметрической карты; в СССР при построении гравиметрических карт обычно принимают $\delta = 2,3 \text{ г/см}^3$, тогда

$$g - \gamma = (g - \gamma)_B + 0,0961 H, \quad (19.10)$$

где H — высота в метрах.

Пример вычисления разности нормальных высот дан в табл. 165.



Вычисление теоретической невязки нивелирного полигона

Представим себе, что нивелирный ход проложен вдоль замкнутого полигона. В этом случае разность потенциалов между конечными точками хода будет равна нулю

$$\int_A^A g dh = 0,$$

а следовательно, будет равна нулю и разность нормальных высот. Напишем формулу (8) для замкнутого полигона

$$0 = \sum_A \Delta h_{\text{изм}} + 1,020 \left[\sum_A (\gamma_{0i} - \gamma_{0k}) H_m + \sum_A (g - \gamma)_m \Delta h_{\text{изм}} \right].$$

Отсюда можно найти $\sum_A \Delta h_{\text{изм}}$ сумму измеренных превышений

в замкнутом полигоне, или теоретическую невязку нивелирного полигона

$$f = -1,020 \left[\sum_A (\gamma_{0i} - \gamma_{0k}) H_m + \sum_A (g - \gamma)_m \Delta h_{\text{изм}} \right], \quad (11)$$

которая является следствием непараллельности уровенных поверхностей. Член $(\gamma_{0i} - \gamma_{0k}) H_m$ учитывает непараллельность уровенных поверхностей нормального поля, член $(g - \gamma)_m \Delta h_{\text{изм}}$ несовпадение уровенных поверхностей действительного и нормального полей.



Т а б л и ц а 166

Вычисление теоретической невязки нивелирного полигона

$g_0 = 980\,000 \cdot 10^{-5} \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$

Название пункта	Превыше- ние, м	g , $10^{-5} \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$	$g_{\text{ср}}$, $10^{-5} \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$	$g_{\text{ср}} - g_0$, $10^{-5} \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$	f , мм
A		980+			
B	+750	500	287	287	—220
C	—700	074	137	137	+98
D	—80	200	452	452	+37
E	+830	703	529	529	—448
G	—730	355	470	470	+350
A	—70	585	542	542	+39
		500			
Σ	0				—144

Теоретическая невязка определяется одновременно с вычислением поправок $\Sigma \delta h$ в измеренные превышения.

Приближенную оценку теоретической невязки протяженного нивелирного полигона можно выполнить следующим образом. Для разности потенциалов по замкнутому контуру напишем

$$\oint g dh = \oint (g - g_0) dh + \oint g_0 dh = 0,$$

где g_0 — любое постоянное число. Отсюда получаем

$$\left. \begin{aligned} \oint g_0 dh &= - \oint (g - g_0) dh, \\ f = \oint dh &= - \frac{1}{g_0} \oint (g - g_0) dh \approx - \frac{1}{g_0} \Sigma (g_{\text{ср}} - g_0) \Delta h, \end{aligned} \right\} (12)$$



где g_{cp} — среднее значение силы тяжести для секции.

Особенности редуционных вычислений при обработке геодезических измерений в инженерно-геодезических сетях

Задание №4 Редуцирование результатов геодезических измерений на поверхность относимости.

Инженерно-геодезические построения по сравнению с государственными астрономо-геодезическими сетями имеют такие особенности:

занимают сравнительно небольшую площадь и имеют длины линий порядка сотен метров или нескольких километров;

имеют значительное число избыточных измерений и, вследствие этого, большое число условий в сети;

характеризуются высокой точностью определения взаимного положения пунктов сети;

имеют значительные углы наклона измеряемых направлений;

могут не иметь связи с государственной астрономо-геодезической сетью;

могут располагаться в предгорной и горной местности, где имеются значительные колебания уклонений отвесной линии. Рассмотрим особенности редуционных вычислений в инженерно-геодезических сетях.

Обработку измерений можно вести в местной системе координат, которая устанавливается следующим образом: в качестве от-счетной поверхности выбирают сферу радиуса равного среднему радиусу кривизны референц-эллипсоида в пределах сети. Результаты всех измерений редуцируют к поверхности этой сферы. В качестве исходного выбирают любой пункт сети, приближенные координаты которого известны (например, из астрономических наблюдений). Уклонения отвесной линии в исходном пункте в местной системе координат полагают равными нулю:

$$\xi_0^{ar} = 0; \quad \eta_0^{ar} = 0. \quad (1)$$

Для всех пунктов сети вычисляют гравиметрические или топографические уклонения отвеса ξ^{gr}, η^{gr} по гравиметрическим или топографическим картам.

Астрономо-геодезические уклонения отвеса в местной системе координат получают как разности уклонения отвеса в каждом пункте относительно исходного:



$$\xi^{ar} = \xi^{gp} - \xi_0^{gp}; \quad \eta^{ar} = \eta^{gp} - \eta_0^{gp}. \quad (2)$$

Геодезические высоты в местной системе координат устанавливают так: в исходном пункте аномалию высоты полагают равной нулю и геодезическую высоту равной нормальной высоте этого пункта. Для всех остальных пунктов сети астрономо-геодезические аномалии высот в местной системе координат определяют по формуле астрономического нивелирования

$$\Delta \zeta = -(\xi^{ar} \cos A + \eta^{ar} \sin A) S - \frac{g - \gamma}{\gamma} \Delta h, \quad (3)$$

где $\Delta \zeta$ — превышение квазигеоида вдоль линии S , A — азимут линии, Δh — превышение.

Второй член этой формулы можно вычислить только в том случае, если на участке работ выполнена гравиметрическая съемка; при превышениях, меньших 100 м, этот член не превышает нескольких сантиметров даже в сильно аномальных районах и его можно не учитывать. Поэтому превышения квазигеоида в местной системе координат определяют по формуле

$$\Delta \zeta = -\frac{1}{\rho^*} (\xi^{ar} \cos A + \eta^{ar} \sin A). \quad (4)$$

Инженерно-геодезические построения представляют собой линейно-угловые сети, в которых измерены горизонтальные и вертикальные углы и длины линий. Если измерения выполнены в горах и расстояния между пунктами невелики, точность измерения вертикальных углов сравнима с точностью измерения горизонтальных углов. Редукционная задача будет включать в себя редуцирование горизонтальных направлений, зенитных расстояний и длин линий.

В горизонтальные направления вводят поправку v_1 за отклонение отвесной линии и поправку v_2 за высоту наблюдаемого предмета. Поправку v_3 , пропорциональную квадрату расстояния, при длинах линий порядка нескольких километров не вводят.

Поправку в измеренное z зенитное расстояние вычисляют по формуле



$$z_{ar} = z + \vartheta_{ar}, \quad (5)$$

где z_{ar} — редуцированное зенитное расстояние, ϑ_{ar} — составляющая уклонения отвеса в азимуте измеренного расстояния.

Редукцию линейных измерений выполняют по приближенной формуле, при $s < 10$ км последний член в этой формулы не превышает 1 мм и его в этом случае можно не учитывать. Представим геодезическую высоту суммой нормальной высоты h и аномалии высоты ζ

$$H = h + \zeta. \quad (6)$$

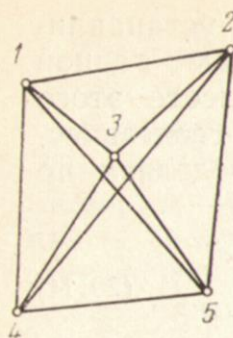


РИС. 83

Таблица 173

Номер пункта	B	L	h , м	$\xi^{гр}$	$\eta^{гр}$
1	46°41,3'	8°33,3'	2080,39	+1,6"	+9,2"
2	46 41,5	8 35,7	2119,68	+5,7	-14,2
3	46 40,8	8 34,2	1015,01	+8,1	-1,2
4	46 39,7	8 33,2	2213,14	+9,2	+9,5
5	46 39,7	8 35,1	2207,08	+4,7	-8,1

Таблица 174

Номер пункта	Номер линии	S , м	$z_{пр}$	$z_{обр}$	A
1	1—2	2999,41	89°12'	90°41'	83°51,8'
2	1—3	1842,28	124 56	54 54	130 27,2
3	1—5	3671,36	88 05	91 50	142 13,2
4	1—4	2995,24	87 27	92 30	183 20,2
5	4—3	2688,70	116 36	63 17	33 13,5
6	4—2	4573,13	91 06	88 49	43 39,3
7	4—5	2423,43	90 10	89 41	87 56,4
8	5—3	2517,89	118,21	61 31	330 09,9
9	5—2	3304,47	91 21	88 33	12 50,6
10	2—3	2505,40	115,58	63 54	234 49,3

Окончательная формула для вычисления длины линии имеет:



$$S_0 = S_1 - \frac{h_1 + h_2}{2R} S_1 + \frac{3h_1^2 + 3h_2^2 + 2h_1h_2}{8R^2} S_1 - \Delta\zeta \operatorname{ctg} z - \frac{\zeta_1 + \zeta_2}{2R} S_1, \quad (7)$$

где $S_1 = \sqrt{S^2 - \Delta h^2}$.

Пример. Выполнить редуцирование инженерно-геодезической сети (рис. 83). Исходные данные приведены в табл. 173 и 174.

По формулам (2) и (3) вычисляют астрономо-геодезические отклонения отвеса (табл. 175) и превышения квазигеоида в местной системе координат (табл. 176). В качестве исходного выберем пункт 4 (см. рис. 83).

Превышения квазигеоида вдоль сторон сети не превышают 0,3 м. В этих же пределах будут и высоты квазигеоида в местной системе координат. При редуцировании измеренных линий по формуле (7) последний член будет меньше $0,5 \cdot 10^{-7}$ с и его можно не учитывать. Член $\Delta\zeta \operatorname{ctg} z$ при значительных углах наклона будет достигать нескольких десятых долей метра и при точности измерения линий около 1 см и выше учет его обязателен.

Определим поправки в горизонтальные направления и зенитные расстояния. Поправки за отклонения отвеса в точке 4 равны нулю,



Таблица 175

Астрономо-геодезические отклонения отвеса

Номер пункта	ξ^{gp}	ξ^{ar}	η^{gp}	η^{ar}	ξ^{ar}
4	+9,2"	0	+9,5"	0	0
1	+1,6	-7,6"	+9,2	-0,3"	
2	+5,7	-3,5	-14,2	-23,7	
3	+8,1	-1,1	-1,2	-10,7	
5	+4,7	-4,5	-8,1	-17,6	

Таблица 176

Вычисление превышений квазигеоида

Номер точки	ξ^{ar}	η^{ar}	ξ_{cp}^{ar}	η_{cp}^{ar}	$\xi_{cp}^{ar} \cos A + \eta_{cp}^{ar} \sin A$	A	s, м	$\xi_{м}^{ar}$
4	0	0						
5	-8,1"	-17,6"	-4,05"	-8,8"	-8,94"	87°56,4'	2423	-0,10
2	-14,2	-23,7	-11,5	-20,65	-15,461	12 50,6	3304	-0,25
1	+9,2	-0,3	-2,6	-12,0	+12,198	263 51,8	2999	+0,18
4	0	0	+4,6	-0,15	-4,583	183 20,2	2995	-0,07
2	-14,2	-23,7	-7,1	-11,85	-13,317	43 39,3	4573	-0,29
3	-1,2	-10,7	-7,7	-17,2	+18,495	234 49,3	2505	+0,22
1	+9,2	-0,3	+4,0	-5,5	+6,780	310 27,2	1842	+0,06
5	-8,1	-17,6	+0,55	-8,95	-5,918	142 13,2	3671	-0,11
3	-1,2	-10,7	-4,65	-14,15	+3,006	330 09,9	2518	+0,04
4	0	0	-0,6	-5,35	+3,433	213 13,5	2689	+0,04

так как эта точка выбрана в качестве исходной и для нее составляющие астрономо-геодезического отклонения отвеса равны нулю. Средняя широта сети составляет 46°40,6', поэтому формула для поправки за высоту наблюдаемого предмета примет вид

$$v_2 = 0,0508'' H_2 \cos 2A_{12}.$$

Поправки в зенитные расстояния в соответствии с вычислены в табл. 177 по формуле

$$\vartheta = \xi^{ar} \cos A_{12} + \eta^{ar} \sin A_{12}.$$



Поправки в горизонтальные направления достигают 8" для направления 2—3, поправки в зенитные расстояния — 23,94" для направления 2—1. Главную часть поправки в горизонтальные направления составляет поправка за уклонение отвеса. Поправки за высоту наблюдаемого пункта невелики, хотя высоты пунктов превышают 2 км.



Таблица 177

Вычисление поправок в горизонтальные направления и зенитные расстояния

Номер пункта	ξ_{ar} η_{ar}	Наблю- даемое направ- ление	A	$\eta_{ar} \cos A - \xi_{ar} \sin A$	z	v_1	H , км	v_2	$v_1 + v_2$	Поправка в зенитное рас- стояние
1	$-7,6''$ $-0,3$	2	$83^{\circ}51,8'$	$+7,52''$	$89^{\circ}12'$	$+0,10''$	2,119	$+0,02''$	$+0,12''$	$-1,11''$
		3	$130^{\circ}27,2$	$-5,59$	$124^{\circ}56$	$+3,90$	1,015	$-0,05$	$+3,85$	$+4,70$
		5	$142^{\circ}13,2$	$-4,42$	$88^{\circ}05$	$-0,15$	2,207	$-0,11$	$-0,26$	$+10,53$
		4	$183^{\circ}20,2$	$+0,74$	$87^{\circ}27$	$+0,03$	2,213	$+0,01$	$+0,04$	$+18,13$
2	$-3,5$ $-23,7$	5	$192^{\circ}50,6$	$+23,88$	$88^{\circ}33$	$+0,60$	2,207	$+0,05$	$+0,65$	$+8,68$
		4	$223^{\circ}39,3$	$+19,56$	$88^{\circ}49$	$+0,40$	2,213	$+0,11$	$+0,51$	$+18,89$
		3	$234^{\circ}49,3$	$+16,52$	$115^{\circ}58$	$-8,39$	1,015	$+0,05$	$-8,34$	$+21,39$
		1	$263^{\circ}51,8$	$+6,01$	$90^{\circ}41$	$-0,07$	2,080	$+0,02$	$-0,05$	$+23,94$
3	$-1,1$ $-10,7$	1	$310^{\circ}27,2$	$-6,10$	$54^{\circ}54$	$-4,29$	2,080	$-0,10$	$-4,39$	$+7,43$
		2	$54^{\circ}49,3$	$-7,06$	$63^{\circ}54$	$-3,46$	2,119	$+0,09$	$-3,37$	$-9,38$
		5	$150^{\circ}09,9$	$+8,74$	$61^{\circ}31$	$+4,74$	2,207	$-0,10$	$+4,64$	$-4,37$
		4	$213^{\circ}13,5$	$+9,55$	$63^{\circ}17$	$+4,81$	2,213	$+0,10$	$+4,91$	$+6,78$
4	0 0	1	$3^{\circ}20,2$				2,080	$+0,01$	$+0,01$	
		3	$33^{\circ}13,5$				1,015	$+0,05$	$+0,05$	
		2	$43^{\circ}39,3$				2,119	$+0,11$	$+0,11$	
		5	$87^{\circ}56,4$				2,207	$+0,01$	$+0,01$	
5	$-4,5$ $-17,6$	4	$267^{\circ}56,4$	$+5,13$	$89^{\circ}41$	$+0,03$	2,213	$+0,01$	$+0,04$	$+17,75$
		1	$322^{\circ}13,2$	$-11,15$	$91^{\circ}50$	$+0,36$	2,080	$-0,10$	$+0,26$	$+7,23$
		3	$330^{\circ}09,9$	$-13,03$	$118^{\circ}21$	$+7,03$	1,015	$-0,04$	$+6,99$	$+4,85$
		2	$12^{\circ}50,6$	$-18,16$	$91^{\circ}21$	$+0,43$	2,119	$+0,05$	$+0,48$	$-8,30$

Оценим влияние уклонений отвеса на свободные члены условных уравнений,



возникающих в сети.

Искажение суммы углов в треугольниках составит:

Номер вершины	Поправка в угол	Номер вершины	Поправка в угол
1	+0,18"	1	-0,07"
4	0	2	-0,47"
5	+0,33"	4	0
Сумма	+0,51"	Сумма	-0,54"
1	-0,25"	2	-0,20"
2	-0,67"	4	0
5	+0,07"	5	+0,40"
Сумма	-0,85"	Сумма	+0,20"

Номер вершины	Поправка в угол	Номер вершины	Поправка в угол
3	+0,83"	3	+8,20"
1	+3,80"	2	-7,79"
2	+8,32"	5	-6,60"
Сумма	+12,95"	Сумма	-6,19"
3	-9,10"	3	+0,07"
1	-3,87"	4	0
4	0	5	+7,00"
Сумма	-12,97"	Сумма	+7,07"

При точности измерения горизонтального направления 0,6—1,0" предельное значение $3\mu\sqrt{6}$ невязки треугольника составит 4,41—7,35", т. е. влияние уклонения отвеса вызовет невязку треугольника, превышающую ее предельную величину.

Оценим влияние уклонения отвеса на свободные члены полюсных условий. В сети на рис. 83 имеется геодезический четырехугольник (рис. 84) и центральная система (рис. 85). Влияние уклонения отвеса на свободные члены полюсных условий составит для четырехугольника (табл. 178)



$$\Delta f_1 = v_1 \operatorname{ctg} (1) + v_3 \operatorname{ctg} (3) + v_5 \operatorname{ctg} (5) + v_7 \operatorname{ctg} (7) - v_2 \operatorname{ctg} (2) - \\ - v_4 \operatorname{ctg} (4) - v_6 \operatorname{ctg} (6) - v_8 \operatorname{ctg} (8); \quad (7)$$

Таблица 178

Влияние уклонений отвеса на свободный член полюсного условия

Номер угла i	Значение угла (i)	v_i	$v_i \operatorname{ctg} (i)$	Номер угла i	Значение угла (i)	v_i	$v_i \operatorname{ctg} (i)$
1	41°06,8'	+0,18"	+0,21"	2	58°21,4'	-0,25"	-0,15"
3	40 12,5	-0,47	-0,56	4	30 48,7	-0,20	-0,34
5	50 37,4	+0,07	+0,06	6	54 16,5	+0,38	+0,24
7	44 17,1	0	0	8	40 19,1	0	0
$\Sigma \operatorname{ctg}^2 (i)$		Сумма -0,29		$\Sigma \operatorname{ctg}^2 (i)$		Сумма -0,25	

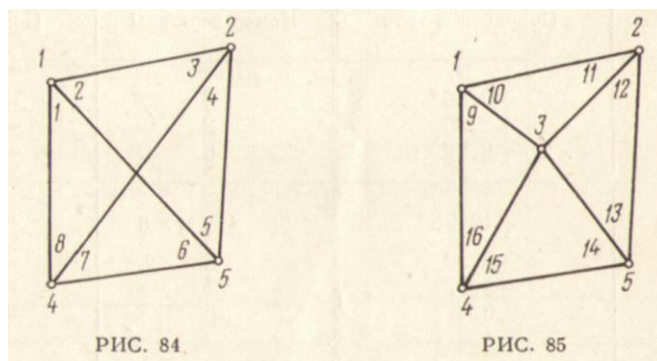
$$\Delta f_1 = -0,04'' \quad f_{\text{доп}} = 2\mu \sqrt{\Sigma \operatorname{ctg}^2 (i)} = 3,60'' \text{ при } \mu = 0,6''$$

для центральной системы (табл. 179)

$$\Delta f_2 = v_9 \operatorname{ctg} (9) + v_{11} \operatorname{ctg} (11) + v_{13} \operatorname{ctg} (13) + v_{15} \operatorname{ctg} (15) - \\ - v_{10} \operatorname{ctg} (10) - v_{12} \operatorname{ctg} (12) - v_{14} \operatorname{ctg} (14) - v_{16} \operatorname{ctg} (16). \quad (8)$$



В формуле (8) v_{ik} ... — поправки за уклонение отвеса, (1), (2), ... — значения углов. Номера углов указаны на рис. 84 и 85.



Таким образом, влияние уклонений отвеса на свободные члены может превысить допустимые значения.

Таблица 179

Влияние уклонений отвеса на свободный член полюсного условия

Номер угла i	Значение угла (i)	v_i	$v_i \operatorname{ctg}(i)$	Номер угла i	Значение угла (i)	v_i	$v_i \operatorname{ctg}(i)$
9	52°54,0"	-3,87"	-2,93"	10	46°34,3'	+3,80"	+3,40"
11	29 02,5	+8,32	+14,98	12	41 58,7	-7,79	-8,66
13	42 40,7	-6,60	-7,16	14	62 13,5	+7,00	+3,69
15	54 42,9	0	0	16	29,53,3	0	0
$\Sigma \operatorname{ctg}^2(i) \quad 5,49$		$\Sigma v_i \operatorname{ctg}(i) +4,89$		$\Sigma \operatorname{ctg}^2(i) \quad 5,44$		$\Sigma v_i \operatorname{ctg}(i) \quad -1,57$	
$\Delta f_2 = 6,46''$		$f_{\text{доп}} = 2\mu \sqrt{\Sigma \operatorname{ctg}^2(i)} = 3,77''$ при $\mu = 0,6''$					



Таблица 180

Редукция линейных измерений

Номер точки	h , м	$ \Delta h $, м	$\frac{h_1+h_2}{2}$, м	z	$\Delta \rho$, м	S , м	S_1 , м	ΔS_1 , м	ΔS_2 , м	ΔS_3 , м	S_0 , м
4	2213,14	6,06	2210	90°10'	-0,10	2423,43	2423,49	0,84	0	0	2422,59
5	2207,08	88,40	2163	91 21	-0,25	3304,47	3303,29	1,13	0	+0,01	3302,15
2	2118,68	38,29	2100	90 41	+0,18	2999,41	2999,16	1,00	0	0	2998,16
1	2080,39	132,75	2146	87 27	-0,07	2995,24	2992,30	1,01	0	0	2991,29
4	2213,14	94,46	2166	91 06	-0,29	4573,13	4572,15	1,55	0,01	+0,01	4570,60
2	2118,68	1103,67	1567	115 58	+0,22	2505,40	2243,21	0,55	0	-0,11	2248,77
3	1015,01	1065,38	1548	54 54	+0,06	1842,28	1502,98	0,36	0	+0,04	1502,58
1	2080,39	126,69	1144	88 05	-0,11	3671,36	3669,17	0,66	0	0	3668,51
5	2207,08	1192,07	1611	118 21	+0,04	2517,89	2217,82	0,56	0	-0,02	2217,28
3	1015,01	1198,13	1614	63 17	+0,04	2688,70	2407,00	0,61	0	+0,02	2406,37
4	2213,14										



Критерии оценки:

оценка «отлично»(зачтено) выставляется студенту, если задание выполнено на 100% или на 80% и получен верный ответ на дополнительный вопрос;

оценка «хорошо» (зачтено), если задание выполнено на 80% или на 60% и получен верный ответ на дополнительный вопрос;

оценка «удовлетворительно»(зачтено), если задание выполнено на 60% или на 40% и получен верный ответ на дополнительный вопрос;

оценка «неудовлетворительно»(незачтено), если задание выполнено менее, чем на 40% и не получен верный ответ на дополнительный вопрос

3.7. Задания для подготовки к занятиям практического типа Занятия практического типа для студентов очной формы обучения

РАЗДЕЛ 1. СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОДЕЗИИ

ТЕМА 1. РЕЖИМЫ РАБОТЫ СПУТНИКОВОЙ АППАРАТУРЫ. (СТАТИКА, КИНЕМАТИКА, РТК)

Цель и задачи: Знакомство с основными методами наблюдений

Вопросы для обсуждения:

1. Основные погрешности дифференциального и абсолютного методов наблюдений

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с фигурой Земли и роли ГПЗ в формировании размеров и формы Земли

Задания: ЛР1

Источники: обязательные:1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 2. РАБОТА ПРИЕМНИКОВ В РЕЖИМЕ СТАТИКА. ПОЛЕВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Цель и задачи: Знакомство с методикой наблюдений

Вопросы для обсуждения:

1. Какова точность определения координат в режиме статика?

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с преобразованиями координат

Задания: ЛР2

Источники: обязательные:1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 3. ОБРАБОТКА СТАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ В ПРОГРАММЕ ПОСТОБРАБОТКИ, ВЫЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ

Цель и задачи: Знакомство с методикой обработки

Вопросы для обсуждения:

1. Когда используется данный метод обработки статических наблюдений?



Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с преобразованиями координат

Задания: ЛР2

Источники: обязательные:1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 4. НАСТРОЙКА ПРИЕМНИКА ДЛЯ РАБОТЫ В STOP&GO. ВЫПОЛНЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель и задачи: Знакомство с настройкой оборудования

Вопросы для обсуждения:

1. В каких видах работ используется данный режим?

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с преобразованиями координат

Задания: ЛР2

Источники: обязательные:1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 5. НАСТРОЙКА ПРИЕМНИКА ДЛЯ РАБОТЫ В РТК. ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Цель и задачи: Знакомство с настройкой оборудования

Вопросы для обсуждения:

2. В каких видах работ используется данный режим?

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с преобразованиями координат

Задания: ЛР2

Источники: обязательные:1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 6. ВЫВОД КООРДИНАТ В ЗАДАННОЙ СИСТЕМЕ. ЭКСПОРТ ФАЙЛОВ КООРДИНАТ

Цель и задачи: Знакомство с файловой системой

Вопросы для обсуждения:

3. В каких системах координат позволяет работать спутниковое оборудование?

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с преобразованиями координат

Задания: ЛР2

Источники: обязательные:1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 7. СОЗДАНИЕ ОТЧЕТОВ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ, КООРДИНАТАМ И ПР.

Цель и задачи: Знакомство с отчетной документацией по результатам ГНСС-наблюдений

Вопросы для обсуждения:

1. Какая информация должна быть отмечена в техническом отчете



Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с преобразованиями координат

Задания: ЛР2

Источники: обязательные: 1, 2, 3; дополнительные: см. список

РАЗДЕЛ 2. Высшая геодезия. Основные работы

Тема 1. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЛИпсоИДОВ

Цель и задачи: Изучение фигуры Земли и ее математического представления

Вопросы для обсуждения:

2. Понятие фигуры Земли
3. Определение параметров фигуры Земли
4. Задачи высшей геодезии при оценке параметров фигуры Земли

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с фигурой Земли и роли ГПЗ в формировании размеров и формы Земли

Задания: ЛР1

Источники: обязательные: 1, 2, 3; дополнительные: см. список

Тема 2. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ ИЗ ОДНОЙ СИСТЕМЫ В ДРУГУЮ

Цель и задачи: Значение систем координат в высшей геодезии. Понятие общеземных, референсных и топоцентрических систем

Вопросы для обсуждения:

2. Задачи высшей геодезии при установлении связей между различными СК

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с преобразованиями координат

Задания: ЛР2

Источники: обязательные: 1, 2, 3; дополнительные: см. список

Тема 3. СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ГРАДУСНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель и задачи: Знакомство с градусными измерениями, цели и задачи

Вопросы для обсуждения:

1. Назначение астрономических наблюдений
2. Принципы измерения значительных (протяженных) длин дуги меридиана

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с градусными измерениями

Задания: ЛР3

Источники: обязательные: 1, 2, 3; дополнительные: см. список



Тема 4. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОПРАВКИ ЗА КРИВИЗНУ ЗЕМЛИ. РАССЧЕТ ВЫСОТ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ЗНАКОВ

Цель и задачи: Основные принципы построения триангуляционных сетей и рядов триангуляции

Вопросы для обсуждения:

1. Роль базисных измерений при построении триангуляции
2. Назначение астрономических азимутов
3. Методы вычисления координат для «плоской» и «сферической» Земли

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР4

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 5. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА СФЕРЕ

Цель и задачи: Перенос (редуцирование) результатов измерений с физической поверхности Земли на сферу.

Вопросы для обсуждения:

1. Назовите проблемы, возникающие при редуцировании результатов измерений
2. Какие поправки необходимо вводить в измерения углов и расстояний

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 6. УРАВНИВАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Цель и задачи: Исключение случайных и систематических погрешностей при определении координат точек земной поверхности

Вопросы для обсуждения:

1. Свойства случайных и систематических ошибок
2. Основные задачи уравнивания
3. Методы уравнивательных вычислений, применяемые при обработки сетей триангуляции и полигонометрии

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 7. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА ЭЛЛИПСОИДЕ

Цель и задачи: Определение расстояний и направлений геодезических линий на поверхности эллипсоида



Вопросы для обсуждения:

1. Методы определения расстояний и направлений для геодезических линий на сфероиде

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1, 2, 3; дополнительные: см. список

Тема 8. ВЫЧИСЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЛИПСОИДОВ

Цель и задачи: Определение расстояний и направлений геодезических линий на поверхности эллипсоида

Вопросы для обсуждения:

2. Методы определения расстояний и направлений для геодезических линий на сфероиде

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1, 2, 3; дополнительные: см. список

РАЗДЕЛ 3. КОСМИЧЕСКАЯ ГЕОДЕЗИЯ

Тема 9. КООРДИНАТНО-ВРЕМЕННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ФУНДАМЕНТАЛЬНОМ УРАВНЕНИИ КОСМИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ

Цель и задачи: Определение геоцентрических координат пунктов по наблюдениям ИСЗ

Вопросы для обсуждения:

1. Какие проблемы необходимо решить при переходе от измеренных координат ИСЗ к координатам ИСЗ в общеземной СК
2. Какие виды измерений используются в космической геодезии

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1, 2, 3; дополнительные: см. список

Тема 10. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ИСЗ

Цель и задачи: Получение топоцентрических направлений на ИСЗ

Вопросы для обсуждения:



1. Какие координаты являются опорными при обработке результатов фотографических наблюдений

2. Какие погрешности возникают при фотографических наблюдениях ИСЗ

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ВЫЧИСЛЕНИЕ ГАРМОНИК ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ

Цель и задачи: Изучение ГПЗ по наблюдениям ИСЗ

Вопросы для обсуждения:

1. Какие виды гармонических составляющих определяются
2. В чем отличие спутниковых и наземных методов определения ГПЗ

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЕПЛЕРОВОЙ ОРБИТЫ ИСЗ

Цель и задачи: Вычисление геоцентрических координат ИСЗ

Вопросы для обсуждения:

1. Что такое кеплерова орбита?
2. Почему возникают возмущения в движении ИСЗ?
3. Как связаны возмущения с аномальным ГПЗ?

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

РАЗДЕЛ 4. МЕТОДЫ КОСМИЧЕСКОЙ ГЕОДЕЗИИ

Тема 1. ВЫЧИСЛЕНИЕ ВОЗМУЩЕННОЙ ЭФЕМЕРИДЫ ИСЗ

Цель и задачи: Решение задач высшей геодезии

Вопросы для обсуждения:

1. Как связана возмущенная орбита с параметрами ГПЗ?
2. Методы определения J_2 (C_{20}) по наблюдениям вековых возмущений в орбитах



Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 2. ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ МЕТОДОМ РУНГЕ-КУТТА

Цель и задачи: Метод решения дифференциальных уравнений движений ИСЗ

Вопросы для обсуждения:

1. Точность решения задачи
2. Область использования численных методов
3. Отличие аналитических от численных методов

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЗЕМНОЙ ХОРДЫ ПО СИНХРОННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ ИСЗ

Цель и задачи: Определение направления и длины хорды, соединяющей два удаленных пункта

Вопросы для обсуждения:

1. Кто предложил этот способ?
2. Возможности этого способа
3. Как использовался этот способ при создании международной общеземной геодезической сети?

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ ГРАВИТАЦИОННОЙ ПОСТОЯННОЙ ЗЕМЛИ

Цель и задачи: Определение постоянной, необходимой для решения задач высшей геодезии

Вопросы для обсуждения:

1. Назовите спутниковые и наземные методы определения
2. Геоцентрические постоянные относятся к постоянным астрономии или геодезии?

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5



Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛЯРНОГО СЖАТИЯ ЗЕМЛИ ПО ВЕКОВЫМ ВОЗМУЩЕНИЯМ ОСКУЛИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ОРБИТЫ ИСЗ

Цель и задачи: Определение основной постоянной, характеризующей фигуру Земли

Вопросы для обсуждения:

1. В чем преимущества спутниковых методов определения J2?
2. Какая орбита ИСЗ выгодна для определения J2?

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

РАЗДЕЛ 5. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ГЕОДЕЗИЯ

Тема 6. ПОСТРОЕНИЕ МЕСТНОЙ СИСТЕМЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ КООРДИНАТ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Цель и задачи: Определение координат пунктов в единой системе с учетом аномальности ГПЗ

Вопросы для обсуждения:

1. Назовите 3 поправки, учитывающие влияние ГПЗ на измеренное горизонтальное направление
2. Как влияет отклонение отвеса на измеренное зенитное расстояние

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 7. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТИ ОТНОСИМОСТИ

Цель и задачи: Определение параметров эллипсоида, для которого редукции измеренных величин будут минимальны

Вопросы для обсуждения:

1. Как влияет аномальность ГПЗ на определяемую высоту геоида
2. Назовите методы определения геодезической высоты пункта
3. Методы определения гипсометрической высоты

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли



Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 8. РЕДУКЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫСОКОТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ЕДИНУЮ СИСТЕМУ КООРДИНАТ

Цель и задачи: Приведение результатов измерений к единой системе координат

Вопросы для обсуждения:

1. Как определяется уклонение отвеса при создании высокоточных сетей на небольших территориях
2. Что такое местное гравиметрическое уклонение отвеса?

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

РАЗДЕЛ 6. ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОДЕЗИЯ

Тема 1. НОРМАЛЬНАЯ ЗЕМЛЯ. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И КОРРЕКТИРОВКИ

Цель и задачи: Создание общеземной СК

Вопросы для обсуждения:

1. Что такое нормальная Земля?
2. Как определяется нормальное ГПЗ?
3. Методы определения аномальностей реального ГПЗ

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВК К ПАРАМЕТРАМ ПРИНЯТОГО РЕФЕРЕНЦ-ЭЛИПСОИДА ПО ДАННЫМ ИСЗ НАБЛЮДЕНИЯМ

Цель и задачи: Уточнение параметров и размеров эллипсоида с применением современных технологий

Вопросы для обсуждения:

1. Принцип рассматриваемой методики
2. Отличие рассматриваемой методики от традиционного метода

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список



Тема 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТ ГЕОИДА ПО ДАННЫМ ИЗ НАБЛЮДЕНИЙ

Цель и задачи: Определение гипсометрических высот по наблюдениям ИЗ

Вопросы для обсуждения:

1. Преимущество метода в сравнении с традиционными
2. Основные проблемы, возникающие при определении гипсометрических высот по ГНСС-наблюдениям

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 4. УРАВНИВАНИЕ НИВЕЛИРНОЙ СЕТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ И ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Цель и задачи: Создание высокоточной сети нивелирных пунктов

Вопросы для обсуждения:

1. В чем принципиальное различие данного метода от «обычных» методов нивелирования
2. В чем причина разнообразия систем нивелирных высот

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 5. ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ УРАВНИВАНИИ ОБШИРНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Цель и задачи: Создание обширных сетей

Вопросы для обсуждения:

1. Как влияют дополнительные измерения на результаты определения координат, полученные по имеющимся ранее выполненным наблюдениям
2. Принципиальные основы метода Ранис-Праневича

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

РАЗДЕЛ 7. СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОДЕЗИИ



Тема 1. ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ГЕО ПУНКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРНС

Цель и задачи: Создание локальной сети геодезических пунктов

Вопросы для обсуждения:

1. Как осуществляется предварительная оценка точности

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 2. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ РАССЧЕТ ТОЧНОСТИ

Цель и задачи: Создание локальной сети геодезических пунктов

Вопросы для обсуждения:

1. Как осуществляется предварительная оценка точности

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 3. АНАЛИЗ СХЕМЫ СЕТИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДОБАВЛЕНИЮ ИЛИ ИСКЛЮЧЕНИЮ ВЕКТОРОВ

Цель и задачи: Усовершенствование ГНСС-сети

Вопросы для обсуждения:

1. Каким условиям должна удовлетворять современная ГНСС-сеть

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 4. ВЫЧИСЛЕНИЕ ВЕСОВ КОМПОНЕНТОВ ВЕКТОРОВ

Цель и задачи: Методы уточнения результатов ГНСС-наблюдений

Вопросы для обсуждения:

1. Каким условиям должны удовлетворять результаты наблюдений на пункте

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника 2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные: 1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 5. УТОЧНЕННЫЕ И ТОЧНЫЕ ЭФЕМЕРИДЫ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ



Цель и задачи: Повышение точности результатов

Вопросы для обсуждения:

1. Что такое РРР- метод

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника
2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные:1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 6. ВЫЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТОЧНЫХ ЭФЕМЕРИД

Цель и задачи: Знакомство с методами высокоточных наблюдений

Вопросы для обсуждения:

1. Основные погрешности в результатах определений координат ГНСС-методом

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника
2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные:1,2,3; дополнительные: см. список

Тема 6. ВЫЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УДАЛЕННЫХ СЕРВИСОВ ПОСТОБРАБОТКИ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

Цель и задачи: Знакомство с методами высокоточных наблюдений

Вопросы для обсуждения:

1. Получение доступа к удаленным сервисам пост-обработки спутниковых данных

Задания для самостоятельной работы: конспектирование раздела учебника
2 (см. список), связанных с кривизной Земли

Задания: ЛР5

Источники: обязательные:1,2,3; дополнительные: см. список

3.8 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений, навыков, характеризующая этапы формирования компетенций по дисциплине «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» проводится в форме текущей, рубежной и итоговой (промежуточной) аттестации.

Контроль текущей успеваемости обучающихся – текущая аттестация – проводится в ходе семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний; формирования у них умений и навыков; своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке студентов и принятия необходимых



мер по ее корректировке; совершенствованию методики обучения; организации учебной работы и оказания обучающимся индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся:

- на занятиях;
- по результатам выполнения тестовых работ;
- по результатам выступлений с сообщениями и докладами;
- по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов;

Контроль за выполнением студентами каждого вида работ может осуществляться поэтапно и служит основанием для предварительной и рубежной аттестации по дисциплине.

Рубежная аттестация обучающихся проводится преподавателем в целях подведения промежуточных итогов текущей успеваемости студентов, анализа состояния учебной работы, выявления неуспевающих, ликвидации задолженностей.

К рубежному контролю относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся:

- по результатам проведения рубежного контроля уровня усвоения знаний (с помощью выполнения практических работ);

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится с целью выявления соответствия уровня теоретических знаний, практических умений и навыков по дисциплине «Высшая геодезия и основы координатно-временных систем» требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности): «Прикладная геодезия» в форме зачета, экзамена.

Экзамен/зачет проводится после завершения изучения дисциплины в объеме рабочей учебной программы. Форма проведения экзамена/зачета определяется кафедрой (устный – по билетам, либо путем собеседования по вопросам; письменная работа, тестирование и др.). Оценка по результатам зачета – зачтено, незачтено, экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Все виды текущего и рубежного контроля осуществляются на практических занятиях.

Каждая форма контроля по дисциплине включает в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения студентами знаний и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков.

Процедура оценивания компетенций обучающихся основана на следующих стандартах:

1. Периодичность проведения оценки (на каждом занятии).



2. Многоступенчатость: оценка (как преподавателем, так и студентами группы) и самооценка обучающегося, обсуждение результатов и комплекса мер по устранению недостатков.

3. Единство используемой технологии для всех обучающихся, выполнение условий сопоставимости результатов оценивания.

4. Соблюдение последовательности проведения оценки: предусмотрено, что развитие компетенций идет по возрастанию их уровней сложности, а оценочные средства на каждом этапе учитывают это возрастание.

Краткая характеристика процедуры реализации текущего и итогового контроля по дисциплине для оценки компетенций обучающихся представлена в таблице:

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика процедуры оценивания компетенций	Представление оценочного средства в фонде
1	Тест	Проводится семинарских занятиях. Позволяет оценить уровень знаний студентами теоретического материала по дисциплине. Осуществляется на бумажных или электронных носителях по вариантам. Количество вопросов в каждом варианте определяется преподавателем. Отведенное время на подготовку определяет преподаватель.	Фонд тестовых заданий
2	Реферат (доклад)	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. Доклад - продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-исследовательской или научной темы. Тематика рефератов (докладов) выдается на занятии, выбор темы осуществляется	Темы рефератов (докладов)



		студентом самостоятельно. Подготовка осуществляется во внеаудиторное время. Результаты озвучиваются на семинарском занятии, регламент – 7 мин. на выступление. В оценивании результатов наравне с преподавателем принимают участие студенты группы.	
3	Устный опрос	Устный опрос по основным терминам может проводиться в начале/конце лекционного или семинарского занятия в течение 15-20 мин. Либо устный опрос проводится в течение всего семинарского занятия по заранее выданной тематике. Выбранный преподавателем студент может отвечать с места либо у доски.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
5	Разноуровневые задачи и задания	Выполняются на практических занятиях по темам. а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.	Комплект типовых задач
6	Зачет, Экзамен	Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. При выставлении оценок учитывается уровень приобретенных компетенций студента. Компонент «знать» оценивается теоретическими вопросами по содержанию дисциплины, компоненты «уметь» и «владеть» –	Комплект вопросов к зачету, экзамену



		практикоориентированными заданиями. Аудиторное время, отведенное студенту, на подготовку - 60 мин.	
	Курсовая работа	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве; выявлять уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, а также навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.	Темы групповых и/или индивидуальных работ

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Высшая геодезия» включает:

- перечень компетенций, планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы и этапы их формирования;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования;
- описание шкал оценивания;
- критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения (промежуточной аттестации) по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции(ий).

Фонд оценочных средств по дисциплине «Высшая геодезия» представлен в приложении 1.



5. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Огородова Л. В. Высшая геодезия: учебник. Гр. УМО, Ч. III : Теоретическая геодезия / Л.В. Огородова.- М.:Геодезкартиздат, 2006.-384с.

Дополнительная литература

2. Практикум по высшей геодезии:учеб. пособие/ Н.В. Яковлев и др.- М.: ИД «Альянс»,2007.-367с.

6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

2. Федеральный портал «Российское образование» - <http://www.edu.ru/>
3. Интегральный каталог ресурсов Федерального портала «Российское образование» - <http://soip-catalog.informika.ru/>
4. Федеральный фонд учебных курсов - <http://www.ido.edu.ru/ffec/econ-index.html>
5. Консультант плюс - Consultant.ru
6. Гарант - garant.ru

7. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующее программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office (академическая лицензия)

Информационные технологии:

- сбор, хранение, систематизация и выдача учебной и научной информации;
- обработка текстовой, графической и эмпирической информации;
- подготовка, конструирование и презентация итогов исследовательской и аналитической деятельности;
- самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных;
- использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.

Информационные справочные системы



В ходе реализации целей и задач по дисциплине обучающиеся могут при необходимости использовать возможности информационно-справочных систем, электронных библиотек и архивов.

Информационно-справочные и информационно-правовые системы: информационно-справочные и поисковые системы Yandex, Google.

Профессиональные базы данных: Справочно-правовая система «КонсультантПлюс», Справочно-правовая система «Гарант»

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

№	Адрес сайта и его описание	Перечень материалов представленных на сайте
1	https://e.lanbook.com/	Электронно- библиотечная система «Издательство Лань»
2	http://znanium.com/	Электронно- библиотечная система ZNANIUM.COM
3	https://www.biblio-online.ru/	Электронная библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»
4	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPR BOOKS
5	https://guz.bibliotech.ru	Электронно-библиотечная система ГУЗ

8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для материально-технического обеспечения дисциплины «Высшая геодезия» используются:

Аудитория 31 для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, занятий практического типа:

Рабочее место преподавателя. Рабочие места обучающихся. Трибуна для выступлений, проектор – 1 шт., экран – 1 шт. Ноутбук ASUS. Microsoft Windows, Microsoft Office (академическая лицензия), Консультант Плюс, Гарант, Adobe Acrobat Reader DC (свободно распространяемое ПО).

Аудитория 27 для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, занятий практического типа:

Рабочее место преподавателя. Рабочие места обучающихся.

Leica Jogger 28 оптический нивелир в комплекте со штативом S6-N и двумя рейками TS3 -10 шт.,



Leica Jogger 24 оптический нивелир в комплекте со штативом алюминиевым S6-N и двумя рейками TS3 -20 шт.,

Нивелир цифровой Trimble DiNi,

Лазерный дальномер Bosch GLM150 - 25 шт.,

Цифровой теодолит CST в комплекте со штативом S6-N – 30шт.,

Электронный тахеометр Trimble M3 – 10 шт.,

Сканер наземный лазерный Leica BLK360,

GPS Приёмник TRIMBLE R3 – 30 шт.

Стенды образовательные:

- плакат «Геодезические знаки»;
- плакат «Топографические съемки»;
- плакат «Нанесение точек теодолитного хода на план»;
- плакат «Геодезические расчеты при вертикальной планировке участка»;
- плакат «Тахеометрическая съемка»

Аудитории - помещения для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду:

Аудитория 10-1 (Читальный зал). Рабочие места студентов. Компьютеры 12 шт. Microsoft Windows, Microsoft Office (академическая лицензия), Консультант Плюс, Гарант, Adobe Acrobat Reader DC (свободно распространяемое ПО). Доступна вся учебная и методическая литература, включая доступ к ЭБС.

Аудитории 204-207, 209, 211 (компьютерные классы) для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, занятий практического типа:

Рабочее место преподавателя. Рабочие места обучающихся. Проекционная панель LG 43UK6390PLG – 1 шт., стационарный компьютер – 9 шт. Моноблок – 1 шт. Windows, Microsoft Office (академическая лицензия), Консультант Плюс, Гарант, Adobe Acrobat Reader DC (свободно распространяемое ПО), Autodesk Education 2019 (Autodesk AutoCAD, Autodesk Revit Architect, Autodesk Civil 3D, Autodesk 3ds MAX – академические лицензии), GRAPHISOFT (ArchiCad 24 Russian, Базовый BIMcloud, MEP Modeler – академические лицензии), Adobe Photoshop, CorelDRAW.

Аудитория 34: Рабочее место преподавателя. Рабочие места обучающихся. Сканер – 2 шт. Компьютер – 12 шт. Microsoft Windows, Microsoft Office (академическая лицензия), CredoDAT, Adobe Acrobat Reader DC (свободно распространяемое ПО).

9. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ



Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Медиа материалы также следует использовать и адаптировать с учетом индивидуальных особенностей обучения лиц с ОВЗ.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.