

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Маркшейдерского дела и геодезии»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №8 от 20 мая 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«КОСМИЧЕСКАЯ ГЕОДЕЗИЯ И ГЕОДИНАМИКА»

Специальность: 21.05.01 Прикладная геодезия

Инженерная геодезия

Квалификация: Инженер-геодезист

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Хоренко Татьяна Анатольевна
Дата подписания: 03.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Загibalов
Александр Валентинович
Дата подписания: 03.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Клевцов Евгений
Валерьевич
Дата подписания: 03.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Космическая геодезия и геодинамика» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-5 Способен использовать результаты наблюдений искусственных и естественных спутников Земли и результаты астрономо-геодезических определений для решения научных и научно-технических задач	ПК-5.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-5.3	Способен использовать методы космической геодезии для решения задач геодезии и геодинамики; развивать координатную основу с помощью систем глобального позиционирования; устанавливать связь спутниковых геодезических сетей с государственной высотной и плановой основами	Знать Системы координат и измерения времени, используемые в космической геодезии. Теорию и методы развития координатной основы с помощью систем глобального позиционирования. Общие принципы использования искусственных спутников Земли (ИСЗ) для определения координат наземных пунктов. Схемы построения спутниковой триангуляции и основные уравнения. Уметь использовать методы космической геодезии для решения задач геодезии и геодинамики, производить измерения с помощью спутниковой аппаратуры, выполнять математическую обработку результатов измерений с применением компьютерной техники. Владеть методами и средствами наблюдений искусственных и естественных космических объектов, определения геодезических, орбитальных и геодинамических параметров, математической обработки результатов спутниковых и традиционных геодезических измерений, привязки спутниковых геодезических сетей к общеземной системе координат и к государственной высотной и

		плановой основе.
--	--	------------------

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Космическая геодезия и геодинамика» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Геодезия», «Высшая геодезия», «Геодезическая астрономия», «Математика», «Теория математической обработки геодезических измерений»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Автоматизация обработки инженерно-геодезических данных», «Высшая геодезия», «Геоинформационные системы и технологии», «Инженерно-геодезические изыскания», «Информационные технологии в геодезии»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	32	32
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	80	80
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Системы координат и системы времени в космической геодезии	1, 2, 3	6			1, 2	8	1	24	Контрольн ая работа

2	Системы времени	4, 5	4			3	4			Проработка отдельных разделов теоретического курса
3	История развития систем глобального позиционирования	6	2					2	12	Проработка отдельных разделов теоретического курса
4	Принципы использования искусственных спутников Земли (ИСЗ) для определения координат	7, 8, 9, 10, 11, 12	12			4, 5	10	1	22	Проработка отдельных разделов теоретического курса
5	Спутниковая триангуляция	13, 14, 16, 17	8			6, 7	10	1	22	Проработка отдельных разделов теоретического курса
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		32				32		116	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Системы координат и системы времени в космической геодезии	Системы координат по назначению: звёздные (небесные) и земные. Системы координат по началу отсчёта: геоцентрические, квазигеоцентрические, топоцентрические. Системы координат по ориентировке основной координатной плоскости: экваториальные, горизонтальные, эклиптические. Системы координат по виду координатных осей: прямоугольные (на плоскости и в пространстве) и криволинейные (сферическая система координат — долгота, широта, радиус-вектор).
2	Системы времени	Астрономическая система время. Основана на суточном вращении Земли, эталон — солнечные или звёздные сутки. Атомная система времени. Имеет строгую равномерную шкалу, точность — порядка микросекунды за год. Всемирное координированное время (UTC). Уточнённое всемирное время, отсчитывается с помощью атомных часов, принято одинаковым для всего земного шара.

3	История развития систем глобального позиционирования	Этапы развития систем глобального позиционирования: запуск первого искусственного спутника Земли, разработка системы Transit, развёртывание NAVSTAR, предоставление гражданским пользователям высокоточное определение местоположения в любой точке планеты
4	Принципы использования искусственных спутников Земли (ИСЗ) для определения координат	Линейная пространственная засечка. Фазовый метод. Дифференциальный метод. Факторы, влияющие на точность определения координат
5	Спутниковая триангуляция	Принцип построения спутниковой триангуляции. Основное уравнение космической геодезии. Определение местоположения по двум спутникам. Определение местоположения по трём спутникам. Определение местоположения по четырём спутникам.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Вычисление средних геоцентрических координат ИСЗ в системе координат стандартной эпохи по его истинным топоцентрическим координатам, заданным в системе координат эпохи наблюдения.	4
2	Вычисление элементов невозмущённой орбиты по наблюдениям спутника с пункта земной поверхности	4
3	Расчёт всемирного времени (UT), переход от звёздного времени к солнечному, расчёт эфемеридного времени	4
4	Пространственная линейная засечка	4
5	Построение геодезических сетей	6
6	Исследование процесса определения координат на автомобильном транспорте с помощью аппаратуры спутниковой навигации системы ГЛОНАСС	6
7	Вычисление координат пункта по измеренным кодовым псевдодальностям до спутников	4

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к сдаче и защите отчетов	68
2	Подготовка к экзамену	12

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Групповое обсуждение спорного вопроса, нацеленное на получение решения, устраивающего всех участников группы. Групповое обсуждение нескольких проблемных вопросов

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Методические указания к практическим занятиям

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Методические указания к самостоятельным занятиям

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 5 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Контрольная работа для текущей оценки проводится в рамках дисциплины «Космическая геодезия и геодинамика» и направлена на проверку усвоения теоретического материала и формирование навыков практического применения знаний. Контрольная работа включает задание по теме «системы координат и системы времени»

Критерии оценивания.

Отметка «отлично» - изученный учебный материал изложен наиболее полно, научные термины раскрыты и использованы при ответе верно; ответ показывает понимание материала; студент может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

Отметка «хорошо» - Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос, уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий.

Отметка «удовлетворительно» - Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос, иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий.

Отметка «неудовлетворительно» - Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы, не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий.

6.1.2 семестр 5 | Проработка отдельных разделов теоретического курса

Описание процедуры.

Проработка разделов включает изучение систем времени, истории развития систем глобального позиционирования, принципов использования искусственных спутников Земли (ИСЗ) для определения координат и спутниковой триангуляции. Проработка отдельных разделов теоретического курса предполагает ознакомление с основными терминами и концепциями космической геодезии и геодинамики. Освоение методов и технологий, в частности, геодезические системы - изучение различных геодезических методов, используемых в космической геодезии (например, GPS, ГЛОНАСС, спутниковые системы). Участие в практических занятиях, где студенты смогут применить теоретические знания на практике.

Критерии оценивания.

Отметка «отлично» ставится, если изученный материал изложен наиболее полно, научные термины раскрыты и использованы при ответе верно. Ответ показывает понимание материала. Студент может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

Отметка «хорошо» ставится, если изученный материал изложен достаточно полно. При ответе допускаются ошибки, которые студент в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах. Студент затрудняется с ответами на 1–2 дополнительных вопроса. Отметка «удовлетворительно» ставится, если материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений. Материал излагается непоследовательно. Студент не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры. На 50% дополнительных вопросов студентом даны неверные ответы.

Отметка «неудовлетворительно» ставится, если при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала. Логика изложения учебного материала нарушена. Даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-5.3	"Отлично" - ответы на вопросы четкие, обоснованные и полные, проявлена готовность к дискуссии, студент демонстрирует высокий уровень владения знаниями, умениями и навыками, что позволяет ему решать широкий круг типовых и нетиповых задач. "Хорошо" - ответы на вопросы преимущественно правильные, но	Экзамен

	недостаточно четкие, студент способен самостоятельно воспроизводить и применять соответствующие знания, умения и навыки для решения типовых задач дисциплины. "Удовлетворительно" - ответы на вопросы не полные, на некоторые ответ не получен, знания, умения, навыки сформированы на базовом уровне, студенты частично, с помощью извне (например, с использованием наводящих вопросов, ассоциативного ряда понятий и т.д.) могут воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки. "Неудовлетворительно" - на большую часть вопросов ответы не были получены, либо они показали полную некомпетентность студента в материале дисциплины, студент не способен самостоятельно	
--	--	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен является основной формой проверки знаний и сдаются всеми студентами в обязательном порядке в строгом соответствии с рабочими планами. Преподаватель не имеет права принимать экзамены у студентов, фамилии которых не внесены в экзаменационную ведомость. В исключительных случаях экзамены могут приниматься при наличии у студентов экзаменационных листов, оформленных в установленном порядке. При явке на экзамены студенты обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору. Преподаватель вносит в зачетную книжку общее число часов по дисциплине, указанное в экзаменационной ведомости. Во время проведения экзаменов студенты могут пользоваться рабочими программами дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего экзамен, справочной литературой. Минимальное время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на устном экзамене 45 минут. По истечении этого времени студент обязан быть готовым к ответам. Нарушения студентом дисциплины на экзамене пресекаются экзаменатором вплоть до удаления с экзамена.

Форма проведения экзамена: по билетам (три вопроса), составленным в соответствии с программой курса и утвержденным заведующим кафедрой.

Пример задания:

Билет № 1

1. Как устанавливаются геоцентрическая, топоцентрическая и Гринвичская системы координат?
2. В чём отличие всемирного времени UT0 от UT1, как определяется время UTC?
3. Способы наблюдений ИСЗ, классификация способов наблюдения ИСЗ

Билет № 2

1. Как определяются прямое восхождение и склонение в геоцентрической и топоцентрической системах координат?
2. Возмущённое движение ИСЗ, основная задача теории возмущённого движения.
3. Понятие времени, система всемирного времени.

Билет № 3

1. Этапы развития космической геодезии.
2. Земные системы координат: квазигеоцентрическая, прямоугольная горизонтальная геодезическая.

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
ответы на вопросы четкие, обоснованные и полные, проявлена готовность к дискуссии, студент демонстрирует высокий уровень владения знаниями, умениями и навыками, что позволяет ему решать широкий круг типовых и нетиповых задач	ответы на вопросы преимущественно правильные, но недостаточно четкие, студент способен самостоятельно воспроизводить и применять соответствующие знания, умения и навыки для решения типовых задач дисциплины.	ответы на вопросы не полные, на некоторые ответ не получен, знания, умения, навыки сформированы на базовом уровне, студенты частично, с помощью извне (например, с использованием наводящих вопросов, ассоциативного ряда понятий и т.д.) могут воспроизводить и применять соответствующие знания, умения, навыки у студента не выявлены.	при ответе обнаружено непонимание основного содержания учебного материала или отсутствует ответ.

7 Основная учебная литература

1. Космическая геодезия и геодинамика : методические указания по практическим работам / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2015. - 87.
2. Космическая геодезия : учеб. для геодез. спец. вузов / Е.Г. Бойко, И.И. Краснорылов, Владимир Николаевич Баранов, 1986. - 406.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Космическая геодезия. Спутниковые навигационные системы и их геодезическое использование : учеб. пособие для студентов по специальностям 300100 "Прикладная геодезия" / В. Н. Баландин [и др.]; науч. ред. М. Я. Брынь, 2002. - 71.
2. Беррот А. Космическая геодезия / А. Беррот, В. Хофманн, 1963. - 410.
3. Бурша. Основы космической геодезии : пер. с чеш. Ч. 2 : Динамическая космическая геодезия, 1975. - 280.
4. Каула В. М. Космическая геодезия / В. М. Каула, 1966. - 162.
5. Маркузе Ю. И. Учебное пособие по курсу "Программирование и вычислительная техника" : для студентов 1 курса специальностей астрономо-геодезия, прикладная геодезия, космическая геодезия и картография / Ю. И. Маркузе, В. В. Голубев, 1976. - 69.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>
3. https://edu.itmo.ru/ru/edutech_interactiv/
4. <https://gcras.ru/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Office Standard 2010_RUS_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"
2. Microsoft Windows Seven Professional [1x1000] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [5x200])-поставка 2010

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Двухчастотный геодезический GPS ГЛОНАСС приемник Stonex S9 GNSS База
2. Двухчастотный геодезический GPS ГЛОНАСС приемник Stonex S9 GNSS Ровер
3. Двухчастотный геодезический GPS ГЛОНАСС приемник Stonex S9 GNSS Ровер
4. Двухчастотный геодезический GPS ГЛОНАСС приемник Stonex S9 GNSS Ровер
5. Двухчастотный геодезический GPS ГЛОНАСС приемник Stonex S9 GNSS Ровер
6. Двухчастотный геодезический GPS ГЛОНАСС приемник Stonex S9 GNSS Ровер
7. Двухчастотный геодезический GPS ГЛОНАСС приемник Stonex S9 GNSS Ровер

8. Двухчастотный геодезический GPS ГЛОНАСС приемник Stonex S9 GNSS Ровер
9. Двухчастотный геодезический GPS ГЛОНАСС приемник Stonex S9 GNSS База с програм. обеспечением