

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«___» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1143437	Системы отсчета в геодезии

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Геоинформационные технологии в решении природноресурсных и экологических задач	Код ОП 1. 21.04.03/33.01
Направление подготовки 1. Геодезия и дистанционное зондирование	Код направления и уровня подготовки 1. 21.04.03

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кузнецов Эдуард Дмитриевич	доктор физико-математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Системы отсчета в геодезии

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины «Теория систем отсчета» и «Фундаментальное и прикладное координатно-временное обеспечение задач геодезии и дистанционного зондирования». В рамках модуля студенты получают знания об используемых в геодезических науках фундаментальных системах отсчета, их построении и преобразовании, а также о временных привязках и системах времен. Внимание уделяется методам координатно-временных привязок геодезических, фотограмметрических и других видов работ и умению применять изученные методы на практике.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Теория систем отсчета	3
2	Координатно-временное обеспечение	3
ИТОГО по модулю:		6

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование 2. Современные геодезические технологии

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Координатно-временное обеспечение	ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной	З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности

	<p>деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p>
	<p>ПК-1 - Способен изучать и моделировать процессы и явления в области геодезии, геодинамики и дистанционного зондирования, математической интерпретации связей в моделях и процессах, определять границы применяемых моделей и допущений</p>	<p>З-1 - Знать современные достижения в области геодезии, геодинамики и дистанционного зондирования</p> <p>П-1 - Опыт изучения процессов и явлений в области геодезии, геодинамики и дистанционного зондирования</p>
	<p>ПК-4 - Способен изучать и моделировать физические поля Земли и планет</p>	<p>З-1 - Знать физические поля Земли и планет</p> <p>П-1 - Опыт изучения и моделирования физических полей Земли и планет</p>
<p>Теория систем отсчета</p>	<p>ОПК-2 - Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа</p>	<p>З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности</p> <p>З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p>

		У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности
	ПК-1 - Способен изучать и моделировать процессы и явления в области геодезии, геодинамики и дистанционного зондирования, математической интерпретации связей в моделях и процессах, определять границы применяемых моделей и допущений	З-1 - Знать современные достижения в области геодезии, геодинамики и дистанционного зондирования У-1 - Способен самостоятельно изучать и моделировать процессы и явления в области геодезии, геодинамики и дистанционного зондирования, математической интерпретации связей в моделях и процессах, определять границы применяемых моделей и допущений
	ПК-4 - Способен изучать и моделировать физические поля Земли и планет	З-1 - Знать физические поля Земли и планет У-1 - Способен самостоятельно изучать и моделировать физические поля Земли и планет

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория систем отсчета

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кузнецов Эдуард Дмитриевич	доктор физико- математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Кузнецов Эдуард Дмитриевич, Заведующий кафедрой, астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Предмет. Основные задачи. Краткий исторический очерк. Содержание курса.
P2	Специальная теория относительности	Системы отсчета. Принципы инвариантности. Преобразования Галилея. Противоречия классической механики и электродинамики. Относительность одновременности. Линейность преобразований координат. Преобразования координат и времени. Времениподобные и пространственноподобные интервалы. Преобразования Лоренца для скоростей. Преобразования Лоренца в векторной форме. Изменения направления скорости при переходе от одной системы отсчета к другой. Собственное и координатное время. Четырехмерные векторы в специальной теории относительности. Четырехмерные скорость и ускорение. Релятивистские действие и функция Лагранжа. Уравнения движения. Энергия и импульс. Четырехмерная сила.
P3	Сведения из общей теории относительности	Искривленное пространство. Тензоры и их преобразование. Тензорная алгебра. Изменение компонент вектора при параллельном переносе в искривленном пространстве.

		Символы Кристоффеля и их связь с метрическим тензором. Ковариантное дифференцирование. Тензор кривизны и его свойства. Дифференциальные и интегральные операции четырехмерного тензорного анализа. Уравнения тяготения Эйнштейна. Пространственно-временная метрика при предельном переходе. Центральное- симметричное гравитационное поле.
Р4	Приложения теории пространственно- временных преобразований в астрономии и геодезии	Звездная aberrация Барицентрическое координатное время ТСВ. Геоцентрическое координатное время ТСГ. Земное время ТТ. Временная задержка сигнала в лазерной локации ИСЗ. Доплеровское смещение частоты. Релятивистские уравнения движения. Основы квантовой теории света. Гравитационное отклонение света. Прецессия Схоутена—де Ситтера. Прецессия Лензе–Тирринга.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория систем отсчета

Электронные ресурсы (издания)

1. Бом, Д., Д., Петров, А. З.; Специальная теория относительности; Мир, Москва; 1967; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481428> (Электронное издание)
2. Угаров, В. А.; Специальная теория относительности; Наука, Москва; 1977; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481486> (Электронное издание)
3. Акивис, М. А.; Тензорное исчисление : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2005; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=67297> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Уолд, Роберт М., Р. М., Гаврилов, В. Р., Измайлов, Г. Н., Моливер, С. С., Сушков, С. В., Хуснутдинов, Н. Р., Бухбиндер, И. Л., Червон, С. В.; Общая теория относительности; РУДН, Москва; 2008 (1 экз.)
2. Шази , Ж., Шуликовская, В. В., Холшевников, К. В.; Теория относительности и небесная механика Т. 1. ; Ижевский институт компьютерных исследований, Москва ; Ижевск; 2011 (1 экз.)
3. Шаров, Г. А.; Векторное, матричное и тензорное исчисления : справочник для технических университетов.; Интеллект, Долгопрудный; 2014 (1 экз.)
4. Глушков, В. В.; Космическая геодезия: методы и перспективы развития; Ин-т полит. и военного анализа, Москва; 2002 (2 экз.)
5. Ковалевский, Ж., Жаров, В. Е.; Современная астрометрия; Век 2, Фрязино; 2004 (39 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1 Научная электронная библиотека, <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

2 Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>

2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>

3. Информационный ресурс, посвященный географическим информационным системам (ГИС) и дистанционному зондированию Земли (ДЗЗ) GIS-Lab <http://gis-lab.info/>

4. Сайт ГИС Ассоциации <http://www.gisa.ru/publicat.html>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория систем отчета

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mozilla Firefox
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется

3	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Mozilla Firefox</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Координатно-временное обеспечение

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Кузнецов Эдуард Дмитриевич	доктор физико- математических наук, доцент	Заведующий кафедрой	астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 6 от 15.10.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Кузнецов Эдуард Дмитриевич, Заведующий кафедрой, астрономии, геодезии, экологии и мониторинга окружающей среды

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Определение систем отсчета. Создание единой системы отсчета- основная научная задача современной геодезии и астрометрии. Понятие об инерциальных и неинерциальных системах отсчета. Преобразования систем отсчета, инварианты преобразований. Обоснование практического применения в геодезии и дистанционном зондировании инерциальных и неинерциальных систем отсчета.
P2	Математическое описание систем отсчета и их преобразования	Линейные пространства и их преобразования, «активные» и «пассивные» преобразования. Линейные операторы и их свойства. Симметрические, кососимметрические и ортогональные операторы. Способы представления линейных операторов. Приведение операторов к главным осям. Математическое описание вращений. Непрерывные вращения. Бесконечно малые преобразования. Бесконечно малые вращения.
P3	Теория инерциальных и неинерциальных систем отсчета	Выбор ориентации и начала системы отсчёта. Привязки систем отсчёта к неподвижным объектам или к поверхности реальной Земли. Звёздные каталоги: «FK - 1– 5», каталог «HIPPARCOS», обзорный каталог «TYHO». Методы полигонометрии, триангуляции, трилатерации и системы высот в геодезии. Спутниковые методы по уточнению ориентации систем отсчета с использованием современных навигационных, интерференционных, доплеровских и лазерных систем.

P4	Вращающиеся системы отсчёта небесных тел	Метрика во вращающихся системах. Угловая скорость вращения небесного тела в единицах собственного и координатного времени. Выбор основных осей и плоскостей для вращающихся небесных тел. Методы ориентации небесных систем координат. Связь между различными системами координат небесных тел.
P5	Создание единых систем отсчёта — инерциальной и наземной	Системы ICRS, ITRF-методы их создания и использования. Глобальные спутниковые системы GPS и ГЛОНАСС. Шкалы всемирного и координированного времени: TCB — барицентрическое координатное время, TCG — геоцентрическое координатное время, TT — земное время.
P6	Обзор эволюции современного состояния систем отсчёта	Международная кооперация при создании и использовании систем отсчёта. Международная служба широты (МСШ), Международная служба движения полюса (МСДП), Международная служба вращения Земли (IERS), Международная служба GPS (IGS) и другие.
P7	Элементы теории движения ИСЗ, основы космической геодезии и космической фотограмметрии	Невозмущённое и возмущённое движение, геометрические и динамические задачи космической геодезии. Космическая фотограмметрия, методы определения элементов внутреннего и внешнего ориентирования. Методы привязки результатов космической съёмки и дистанционного зондирования для Земли и небесных тел.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Координатно-временное обеспечение

Электронные ресурсы (издания)

1. Акинъшин, С. И.; Геодезия : учебное пособие.; Ай Пи Ар Медиа, Москва; 2021; <http://www.iprbookshop.ru/108289.html> (Электронное издание)
2. ; Геодезия : учебник для вузов.; Академический проект, Москва; 2020; <http://www.iprbookshop.ru/109985.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Ковалевский, Ж., Жаров, В. Е.; Современная астрометрия; Век 2, Фрязино; 2004 (39 экз.)
2. Урмаев, М. С.; Космическая фотограмметрия : [учебник по специальности "Аэрофотогеодезия"].; Недра, Москва; 1989 (11 экз.)
3. Антонович, К. М.; Т. 1 : в 2 т.; Картгеоцентр, Москва; 2005 (1 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1 Научная электронная библиотека, <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

2 Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru>
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. URL: <http://www.gpntb.ru>
3. Информационный ресурс, посвященный географическим информационным системам (ГИС) и дистанционному зондированию Земли (ДЗЗ) GIS-Lab <http://gis-lab.info/>
4. Сайт ГИС Ассоциации <http://www.gisa.ru/publicat.html>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Координатно-временное обеспечение

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mozilla Firefox
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Не требуется
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES Mozilla Firefox