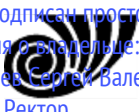


Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	 МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)		
Дата подписания: 08.04.2026 15:40:42 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b8323723		Рабочая программа дисциплины "Алгебраическая топология" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 «Математика и компьютерные науки» направленности (профилю) Математические и компьютерные методы в фундаментальных и прикладных исследованиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Алгебраическая топология

Направление подготовки (специальность)

02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль)

Математические и компьютерные методы в фундаментальных и прикладных исследованиях

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины является знакомство студентов с основными понятиями и методами алгебраической топологии. Развитие у студентов логического мышления, навыков использовать методы алгебраической топологии при проведении научно-исследовательских разработок.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов, соответствующих компетенциям УК-4 и ПК-1:

УК-4.1 Имеет представление о правилах и принципах деловой устной и письменной коммуникации на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)

УК-4.2. Демонстрирует умение осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах, использовать методы и навыки делового общения

УК-4.3. Имеет навыки делового общения на государственном языке Российской Федерации и иностранном (ых) языке (ах)

ПК-1.1. Обладает знаниями об основных методах проведения научно-исследовательских разработок; о способах планирования и организации исследований

ПК-1.2. Демонстрирует умения: проводить поиск, изучение и обобщение научного опыта в соответствующей области исследований; определять цели и задачи планируемых исследований и разработок; проводить исследование, составлять его описание, формулировать выводы по полученным результатам

ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки): проведения научных исследований в соответствии с поставленной целью; составления отчетов по теме и по результатам проведенных научно-исследовательских разработок

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: К.М.03.ДВ.01.01.04

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Изучение данной дисциплины опирается на знания по дисциплинам:

Топология

Теория групп

Вычислительная топология

Теория сложности геометрических объектов (научный семинар)

Алгоритмическая топология (научный семинар)

Теория узлов

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Знания по дисциплине могут быть полезны для подготовки и написания выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

УК-4: Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)

Знать:

Для достижения УК-4.1: терминологию алгебраической топологии; принципы построения устного и письменного высказывания в профессиональной сфере

Уметь:

Для достижения УК-4.2: представлять результаты профессиональной деятельности в устной форме

Владеть:

Для достижения УК-4.3: навыками чтения текстов в профессиональной сфере

ПК-1: Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, при проведении научно-исследовательских разработок

Знать:

Для достижения ПК-1.1: основные понятия, результаты и методы алгебраической топологии, область их применения



Рабочая программа дисциплины "Алгебраическая топология" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" направленности (профилю) Математические и компьютерные методы в фундаментальных и прикладных исследованиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 4

Уметь:

Для достижения ПК-1.2: проводить поиск и анализ учебных и научных материалов по алгебраической топологии

Владеть:

Для достижения ПК-1.3: навыками решения задач профессиональной области, используя аппарат алгебраической топологии

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	формулировки классических задач алгебраической топологии
3.2	Уметь:
3.2.1	проводить поиск и анализ учебных и научных материалов, делать выводы, представлять полученные результаты на русском и английском языках
3.3	Владеть:
3.3.1	решения профессиональных задач, используя аппарат алгебраической топологии

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 108 в том числе : аудиторные занятия : 20 самостоятельная работа : 57,7 часов на контроль : 27 контактная работа: 23,3 ИКР: 3,3	Виды контроля в семестрах: экзамены 8

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
Раздел 1. Высшие гомотопические группы				
1.1	Фундаментальная группа: определение, примеры, способы вычисления /Лек/	8	2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
1.2	Высшие гомотопические группы. Примеры /Лек/	8	2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
1.3	Фундаментальная группа. Теорема Ван-Кампена. Высшие гомотопические группы (определения и примеры) /Ср/	8	13	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
Раздел 2. Группы гомологий				
2.1	Симплициальные комплексы. Цепные комплексы /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
2.2	Группы гомологий цепного комплекса /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
2.3	Группы гомологий симплициального комплекса. Методы и примеры вычисления групп гомологий симплициальных комплексов /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
2.4	Относительные гомологии симплициального комплекса. Симплициальные отображения /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
2.5	Клеточные гомологии. Примеры и вычисления /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
2.6	Гомологии с произвольными коэффициентами /Лек/	8	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2



2.7	Симплексы. Симплициальные комплексы. Цепные комплексы. Группы гомологий цепного комплекса. Цепные отображения. Группы гомологий симплициального комплекса. Копредставления групп. Метод вычисления групп гомологий при помощи матрицы копредставлений групп. Относительные гомологии симплициального комплекса. Клеточный комплекс. Группы гомологий клеточного комплекса. Относительные гомологии симплициального комплекса. Точная последовательность Майера-Вьеториса. Группы гомологий с произвольными коэффициентами /Ср/	8	28	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
Раздел 3. Расслоения и накрытия				
3.1	Определение и примеры расслоений, накрытий /Лек/	8	2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
3.2	Накрытия и фундаментальная группа /Лек/	8	2	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
3.3	Расслоения и накрытия (определения и примеры). Точная последовательность групп гомологий. Накрытия и фундаментальная группа /Ср/	8	16,7	Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
Раздел 4. Экзамен				
4.1	/Экзамен/	8	27	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
Раздел 5. Иная контактная работа				
5.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	8	3,3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л2.1 Л2.2

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Средства оценивания, используемые для текущего контроля:

- доклад;
- контрольная работа.

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Студенту предлагается подготовить доклад на английском языке на разобранную тему.

Темы докладов:

1. Клеточный комплекс. Группы гомологий клеточного комплекса.
2. Относительные гомологии симплициального комплекса.
3. Точная последовательность Майера-Вьеториса.
4. Группы гомологий с произвольными коэффициентами.
5. Теорема Ван-Кампена.
6. Высшие гомотопические группы (определения и примеры).
7. Расслоения и накрытия (определения и примеры).
8. Точная последовательность групп гомологий.
9. Накрытия и фундаментальная группа.

Контрольная работа.

1. Дан двумерный клеточный комплекс. Вычислить группы гомологий данного клеточного комплекса.
2. Дан двумерный клеточный комплекс. Вычислить фундаментальную группу клеточного комплекса.

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1. Симплекс и его ориентация. Доказательство теоремы о двойном индуцировании. Симплициальный комплекс.
2. Цепной комплекс. Группы циклов и границ. Группы гомологий цепного комплекса. Цепное отображение и индуцированный гомоморфизм групп гомологий.
3. Цепи, циклы, границы, группы гомологий симплициального комплекса. Доказательство теоремы о независимости группы гомологий от выбора ориентации.
4. Задание группы при помощи образующих и соотношений. Матрица соотношений и ее преобразования.



Матрица гомоморфизма.

5. Группы относительных гомологий.
6. Симплициальные отображения. Доказательство теоремы о цепном отображении цепных комплексов, индуцированном симплициальным.
7. Точная последовательность (определение и примеры). Доказательство теоремы о точности последовательности групп гомологий.
8. Точная последовательность пары. Точная последовательность Майера-Вьеториса.
9. Определение клеточного комплекса, коэффициента инцидентности. Цепной комплекс, сопоставляемый клеточному комплексу. Группа гомологий клеточного комплекса.
10. Гомологии с коэффициентами. Формула универсальных коэффициентов.
11. Фундаментальная группа, высшие гомотопические группы (определения и примеры). Теорема Ван-Кампена.
12. Расслоения и накрытия (определения и примеры). Точная последовательность групп гомологий.

6.4. Критерии оценивания

Балльно-рейтинговая система оценки знаний студента по дисциплине выстраивается на основе балловой оценки различных форм деятельности студентов.

Оценивание выполнения контрольной работы:

- 30 баллов - выполнено 95-100 % заданий, дано полное, развернутое решение;
22 - 29 баллов - выполнено 70-94 % заданий, дано правильное решение; однако были допущены неточности в ходе решения
14 - 21 баллов - выполнено 50-69 % заданий, дано неполное решение, в ответе содержится ошибка
6 - 13 балл - выполнено 20-49 % заданий, ответ отсутствует или неполный, при решении допущены существенные ошибки
0 - 5 баллов - выполнено 0-19 % заданий, ответ отсутствует или неполный, при решении допущены существенные ошибки

Оценивание выступления студента с докладом

- 23 - 30 баллов – Учебный материал освоен студентом в полном объеме, студент легко ориентируется в материале, полно и аргументировано отвечает на дополнительные вопросы, излагает материал логически последовательно, делает самостоятельные выводы, умозаключения, демонстрирует кругозор, использует материал из дополнительных источников, интернет ресурсы. Доклад носит исследовательский характер. Речь характеризуется эмоциональной выразительностью, четкой дикцией, стилистической и орфоэпической грамотностью. Используется наглядный материал(презентация).
- 15 - 22 баллов – По своим характеристикам сообщение студента соответствует характеристикам отличного ответа (см. выше), но студент может испытывать некоторые затруднения в ответах на дополнительные вопросы, допускать некоторые погрешности в речи. Отсутствует исследовательский компонент в докладе.
- 8 - 14 баллов – Студент испытывал трудности в подборе материала, его структурировании. Пользовался, в основном, учебной литературой, не использовал дополнительные источники информации. Не может ответить на дополнительные вопросы по теме доклада. Материал излагает не последовательно, не устанавливает логические связи, затрудняется в формулировке выводов. Допускает стилистические и орфоэпические ошибки.
- 1 - 7 баллов – Доклад не соответствует теме. Материал излагает не последовательно, не устанавливает логические связи, затрудняется в формулировке выводов. Допускает стилистические и орфоэпические ошибки.
- 0 - Доклад студентом не подготовлен.

Экзамен проводится в присутствии преподавателя и предполагает решение задач и развернутый, полный ответ на теоретические вопросы. Вопросы составляются с учётом материала, пройденного как на лекционных занятиях, так и на практических занятиях. Время, отводимое на выполнение итоговой работы, 90 минут.

Оценивание ответа на экзамене:

- 31 - 40 баллов – студент последовательно, грамотно и логически стройно излагает материал; владеет основными математическими методами и алгоритмами решения задач; умеет строить математические модели, увязывать теорию с практикой, показывает умение применять знания.
- 21 - 30 баллов – студент грамотно и по существу излагает материал; владеет основными математическими методами; не допускает существенных ошибок, но испытывает затруднения в выводах и доказательствах; умеет применять основные положения и формулы для решения задач.
- 11 - 20 баллов – студент имеет знания только основного материала, но не умеет делать выводы и доказательства; допускает ошибки, приводит недостаточно правильные формулировки; с трудом увязывает основные положения с



Рабочая программа дисциплины "Алгебраическая топология" по направлению подготовки (специальности) 02.03.01 "Математика и компьютерные науки" направленности (профилю) Математические и компьютерные методы в фундаментальных и прикладных исследованиях ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 7

практикой.

0 - 10 баллов - студент не знает основополагающих вопросов изучаемого курса или значительной части программного материала; допускает ошибки, обнаруживает неумение их исправлять; не может увязать теорию с практикой.

Итоговая оценка выставляется по балльной системе. Суммируются баллы, полученные за контрольные работы, домашние работы и за активную работу на занятиях, баллы, полученные на экзамене. Итоговая оценка выставляется по 100-балльной шкале, исходя из полученной суммы баллов:

От 0 до 59 баллов – «неудовлетворительно»

От 60 до 74 баллов – «удовлетворительно»

От 75 до 90 баллов – «хорошо»

От 91 до 100 баллов – «отлично»

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Прасолов В. В.	Элементы теории гомологий: монография (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63246)	Москва : МЦНМО, 2006	ЭБС
Л1.2	Виро О. Я., Иванов О. А., Нецветаев Н. Ю., Харламов В. М.	Элементарная топология: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=64196)	Москва : МЦНМО, 2010	ЭБС
Л1.3	Матвеев С. В.	Лекции по алгебраической топологии: учебное пособие для студентов, магистрантов и аспирантов математических специальностей университетов	Москва : Институт компьютерных исследований, 2003	

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Коснёвски Ч., Складенко Е. Г., Быков В. М.	Начальный курс алгебраической топологии	Москва: Мир, 1983	
Л2.2	Борисович Ю. Г., Близняков Н. М., Израилевич Я. А., Фоменко Т. Н.	Введение в топологию: учебное пособие для вузов	Москва : Высшая школа, 1980	

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

MikTex

LMS Moodle

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей. – Текст : электронный.

2. Реферативная база по математике MathSciNet (<https://mathscinet.ams.org/mathscinet/>) Mathematical Reviews (MR) : реферативная база данных / American Mathematical Society. – URL: <http://www.ams.org/mathscinet/>. – Яз. рус., англ. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

3. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

4. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.



8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедийным комплексом и экраном для демонстрации слайдовых презентаций).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (различные формы наглядности (рисунки, таблицы, схемы и т.д.).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета).

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При изучении данной дисциплины используются лекции и самостоятельная работа студента. На лекциях излагается основное содержание тем программы, рассматриваются основные методы и приемы решения задач. Проработку материала студенту желательно проводить как после каждого занятия, так и по завершению темы. Это позволит связать воедино полученные сведения и составить цельную картину.

Студенту желательно проявлять активное участие на занятиях, задавать вопросы, поскольку умение обосновывать свою точку зрения, нахождение компромиссного решения в этически выдержанной дискуссии не только важно для лучшего усвоения материала, но и ценится в реальной жизни. Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимся по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применяться компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.



Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

