



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

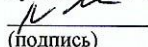
---

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Согласовано

Школа естественных наук)

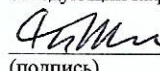
Руководитель ОП

 Степанова А.А.  
(подпись) (Ф.И.О. рук. ОП)

«11» июля 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой алгебры, геометрии и анализа

 Шепелева Р.П.  
(подпись) (Ф.И.О. зав. каф.)

«11» июля 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)**  
Алгебраическая топология

Направление подготовки: 01.04.01 Математика

Форма подготовки: очная

Школа естественных наук  
Кафедра алгебры, геометрии и анализа

курс 1 семестр 2

лекции 18 час.

практические занятия 18 час.

самостоятельная работа 72 час

всего часов аудиторной нагрузки 36 час.

контрольные работы предусмотрены

зачет 2 семестр

экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 10 января 2018 г. № 12

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Алгебры, геометрии и анализа «8» июля 2019 г.

Заведующий кафедрой к.ф.-м.н., профессор Р.П.Шепелева

Составитель: д.ф.-м.н, доцент Е.Е. Скурихин

Владивосток

2019

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

### Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Алгебраическая топология»

Учебная дисциплина «Алгебраическая топология» разработана для студентов направления магистратуры 01.04.01 «Математика», магистерской программы «Алгебра», в соответствии с требованиями федерального государственного стандарта высшего образования и образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 ЗЕ (108 час.). Учебным планом предусмотрены лекции (18 час.), практические занятия (18 час.), самостоятельная работа студента (72 час.). Дисциплина «Алгебраическая топология» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, реализуется в 2 семестре.

Дисциплина «Алгебраическая топология» логически и содержательно связана с такими курсами, как «Теория групп», «Современная геометрия», «Алгебра».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением фундаментальных групп и накрытий, групп гомологий и когомологий, расслоений и гомотопических групп.

Курс построен на таких ранее изученных дисциплинах как «Геометрия», «Алгебра».

**Целью** изучения дисциплины «Алгебраическая топология» является развитие логического и алгоритмического мышления.

#### **Задачи:**

1. формирование у студентов системы представлений о понятиях и фактах дисциплины «Алгебраическая топология»;

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

2. формирование у студентов системы представлений о топологических методах и возможностях их применения;
3. формирование представлений о важности (необходимости) изучения топологии для осуществления будущей профессиональной деятельности;
4. воспитание профессионально значимых личностных качеств студентов;
5. формирование у студентов понимания о возможностях алгебраической топологии для развития универсальных учебных действий учащихся.

Для успешного изучения дисциплины «Алгебраическая топология» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность понимать методологические особенности построения геометрических теорий;
- способность обобщать конкретные геометрические конструкции и сводить их к общегеометрическим построениям;
- понимать геометрическое содержание абстрактных алгебраических теорий.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций (общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций)):

Задача профессиональной	Объект или область	Код и наименование профессиональной	Код и наименование индикатора достижения профессиональной
-------------------------	--------------------	-------------------------------------	---

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

деятельности	знания	компетенции	компетенции
Тип задач профессиональной деятельности: Научно-исследовательский			
планирование и реализация научно-исследовательской деятельности в области математики и ее приложений	Универсальная алгебра и алгебраические методы криптографии и. Методы и концепции математической логики. Алгоритмы и конструкции алгебраической геометрии.	ПК-1. способен к интенсивной научно-исследовательской работе	<p>ПК1.1. Умеет: правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов</p> <p>ПК-1.2. Знает: классические и современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований; новые научные результаты, связанные с тематикой научных исследований работы магистранта</p> <p>ПК-1.3 Владеет: навыками критического анализа и оценки современных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач; навыками выступлений на научно-тематических конференциях и современными методами решения задач по выбранной тематике научных исследований</p>
Тип задач профессиональной деятельности: Педагогический			
проектирование, планирование и	Универсальная алгебра и	ПК-3 Способен осуществлять	ПКО-3.1. Умеет: проектировать элементы

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»

Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23
---	--	---	--------------

реализация образовательного процесса по математике в образовательном учреждении высшего и общего образования в соответствии с требованиями ФГОС основного общего образования и ФГОС среднего общего образования	алгебраические методы криптографии и. Методы и концепции математической логики. Алгоритмы и конструкции алгебраической геометрии.	обучение учебному предмету на основе использования предметных методик и современных образовательных технологий	образовательной программы, рабочую программу преподавателя по математике; формулировать дидактические цели и задачи обучения математике и реализовывать их в образовательном процессе по математике; обосновывать выбор методов обучения математике и образовательных технологий, применять их в образовательной практике, исходя из особенностей содержания учебного материала и образовательных потребностей обучающихся; планировать и комплексно применять различные средства обучения математике  ПКО-3.2. Знает: концептуальные положения и требования к организации образовательного процесса по математике; особенности проектирования образовательного процесса по математике в образовательном учреждении высшего образования, подходы к планированию образовательной деятельности; формы, методы и средства обучения математике, современные образовательные технологии, методические закономерности их выбора; особенности частных методик обучения
---	---	--	---

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

			<p>математике</p> <p>ПКО-3.3. Владеет: умениями по планированию и проектированию образовательного процесса; методами обучения математике и современными образовательными технологиями</p>
--	--	--	---

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

### Модуль 1. Фундаментальная группа и накрытия

#### Тема 1. Произведение путей (4 часов).

Алгебраические свойства произведений. Обратный и постоянный пути. Петли. Разложение пути в произведение 2 путей, единственность такого разложения. Действие отображений на пути.

#### Тема 2. Гомотопность непрерывных отображений (4 часа).

Свойства отношения гомотопности. Гомотопические эквивалентности. Стягиваемые пространства. Произведение гомотопических классов путей. Единицы этого произведения. Существование обратных классов. Ассоциативность. Фундаментальная группа пространства в точке. Изоморфизм фундаментальных групп в точках, соединённых путём. Свойство единственности поднятия для локальных гомеоморфизмов.

#### Тема 3. Накрытия (4 часа).

Накрытия. Описание гомоморфизмов накрытий их действиями на слое. Действия группы на множестве и топологическом пространстве. Пространство орбит. Дискретные действия группы. Каноническое отображение на

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

пространство орбит, как накрытие, группа его автоморфизмов. Накрытие окружности прямой. Степенное отображение, как накрытие. Накрытия и подгруппы фундаментальной группы. Классификация накрытий.

## **Модуль 2. Группы гомологий и когомологий**

### **Тема 4. Комплексы абелевых групп и модулей (4 часа).**

Точные последовательности. Длинная точная последовательность гомологий. Симплициальные комплексы. Абстрактные симплициальные комплексы. Нерв покрытия. Симплициальные гомологии и когомологии. Сингулярные гомологии и когомологии. Точные последовательности гомологий. Гомологии сфер.

### **Тема 5. Клеточные комплексы и клеточные гомологии (2 часа).**

Изоморфизм клеточных и сингулярных гомологий. Аксиомы Стинрода – Эйленберга. Гомологии с переменными коэффициентами.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Практические занятия (18 час.)**

#### **Занятие 1. Произведение путей. (2 часа).**

Алгебраические свойства произведений. Обратный и постоянный пути. Петли. Разложение пути в произведение 2 путей, единственность такого разложения. Действие отображений на пути.

#### **Занятие 2. Гомотопность непрерывных отображений (4 часа).**

Свойства отношения гомотопности. Гомотопические эквивалентности.



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

### **Занятие 3. Стягиваемые пространства (2 часа).**

Произведение гомотопических классов путей. Единицы этого произведения. Существование обратных классов. Ассоциативность.

### **Занятие 4. Фундаментальная группа пространства в точке (2 часа).**

Фундаментальная группа пространства в точке. Изоморфизм фундаментальных групп в точках, соединённых путём. Свойство единственности поднятия для локальных гомеоморфизмов.

### **Занятие 5. Накрытия (2 часа).**

Накрытия. Описание гомоморфизмов накрытий их действиями на слое. Действия группы на множестве и топологическом пространстве. Пространство орбит.

### **Занятие 6. Дискретные действия группы (2 часа).**

Дискретные действия группы. Каноническое отображение на пространство орбит, как накрытие, группа его автоморфизмов. Накрытие окружности прямой. Степенное отображение, как накрытие. Накрытия и подгруппы фундаментальной группы. Классификация накрытий.

### **Занятие 7. Комплексы абелевых групп и модулей (4 часа).**

Точные последовательности. Длинная точная последовательность гомологий. Симплициальные комплексы. Абстрактные симплициальные комплексы. Нерв покрытия. Симплициальные гомологии и когомологии. Сингулярные гомологии и когомологии. Точные последовательности гомологий. Гомологии сфер.

## **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

<b>ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ</b>			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Алгебраическая топология» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Произведение путей	способен к интенсивной научно-исследовательской работе (ПК-1);  способен осуществлять обучение учебному предмету на основе использования предметных методик и современных образовательных технологий (ПК-3).	УО-3	ПР-4
2	Гомотопность непрерывных отображений	способен к интенсивной научно-исследовательской работе (ПК-1);	ПР-2	ПР-4
3	Накрытия	способен осуществлять обучение учебному предмету на основе использования предметных методик и современных	ПР-2	

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

		образовательных технологий (ПК-3).		
4	Комплексы абелевых групп и модулей	способен к интенсивной научно-исследовательской работе (ПК-1);	УО-3	ПР-4
5	Клеточные комплексы и клеточные гомологии	способен осуществлять обучение учебному предмету на основе использования предметных методик и современных образовательных технологий (ПК-3).	ПР-2	ПР-4

Вопросы к зачету представлены в Приложении 2.

## V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### *а) основная литература:*

1. Мищенко А.С. Курс дифференциальной геометрии и топологии: учебник / А. С. Мищенко, А. Т. Фоменко - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Лань, 2010  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=617](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=617)
2. Хатчер А. Алгебраическая топология. Москва: Изд-во Московского центра непрерывного математического образования, 2011  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:417252&theme=FEFU>
2. Александров П. С. Введение в теорию множеств и общую топологию : учебное пособие / СПб.: Лань, 2010  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298698&theme=FEFU>

### *б) дополнительная литература:*

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

1. Годеман Р. Алгебраическая топология и теория пучков: монография / Р. Москва: Иностранная литература, 1961
2. Масси У., Столлинс Дж. Алгебраическая топология. Введение / Москва: Мир, 1977
3. Прасолов В. В. Наглядная топология, МЦНМО, 2012.
4. Исковских В.А. Алгебраические поверхности: геометрия и арифметика, МЦНМО, 2012.
5. Виро О.Я., Иванов О.А., Нецветаев Н.Ю., Харламов В.М. Элементарная топология МЦНМО, 2012.
6. Босс В. Лекции по математике: Топология. Т.13. Изд.2, URSS, 2013.
7. Э. Спеньер. Алгебраическая топология. М.: Мир, 1971, 680 с.
8. А. Дольд. Лекции по алгебраической топологии.
9. Новиков С. П. Алгебраическая топология. Современные проблемы математики. Выпуск 4. Москва, 2004. 46с.

#### **Интернет-ресурсы**

1. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=48179](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48179)

Федорчук В.В., Филиппов В.В. Общая топология. Основные конструкции: Физматлит.-2007

### **VI. МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины отводится 36 часов аудиторных занятий. На лекциях преподаватель объясняет теоретический материал. Вводит основные понятия, определения, свойства. Формулирует и доказывает теоремы. Приводит примеры. Необходимо поддерживать непрерывный контакт с аудиторией, отвечать на возникающие у студентов вопросы. На практических и лабораторных занятиях преподаватель разбирает примеры по пройденной

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль “Алгебра”, 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

теме. Во второй части занятия студентам предлагается работать самостоятельно, выполняя задания по теме. Преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если знаний полученных в аудитории оказалось недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочитать лекцию. После выполнения задания, студент отправляет его на проверку преподавателю. Работа должна быть отослана в формате PDF одним документом. По данному курсу разработаны методические указания.

## **VII МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебные аудитории кампуса ДВФУ.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль “Алгебра”, 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учётом рекомендаций и ПрООП ВПО по Направление подготовки:01.04.01 Математика

Автор Е.Е. Скурихин

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_

Программа одобрена на  
заседании \_\_\_\_\_

*(Наименование уполномоченного органа вуза (УМК, НМС, Ученый совет)*

от \_\_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

<b>ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ</b>			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль “Алгебра”, 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
по дисциплине «Алгебраическая топология»  
Направление подготовки: 01.04.01 «Математика»  
Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2019**

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение
Произведение путей	28.02 - 28.03	индивидуальное домашнее задание	1 неделя
Гомотопность непрерывных отображений	28.03 - 28.04	индивидуальное домашнее задание	1 неделя
Накрытия	28.04 - 15.05	индивидуальное домашнее задание	1 неделя
Комплексы абелевых групп и модулей	15.05 - 28.05	индивидуальное домашнее задание	1 неделя
Клеточные комплексы и клеточные гомологии	28.05 - 20.06	индивидуальное домашнее задание	1 неделя

Материалы для самостоятельной работы студентов подготовлены в виде индивидуальных домашних заданий по каждой теме (образцы типовых ИДЗ представлены в разделе «Материалы для самостоятельной работы студентов»). Работа должна быть отправлена преподавателю на проверку. Оформление в формате PDF. Критерии оценки: студент получает максимальный балл, если работа выполнена без ошибок и оформлена в соответствии с требованиями преподавателя.



ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль “Алгебра”, 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

## Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Алгебраическая топология»**  
**Направление подготовки: 01.04.01 «Математика»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2017**

<b>ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ</b>			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль “Алгебра”, 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

**Паспорт фонда оценочных средств  
по дисциплине «Алгебраическая топология»**

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Тип задач профессиональной деятельности: Научно-исследовательский			

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

планирование и реализация научно-исследовательской деятельности в области математики и ее приложений	Универсальная алгебра и алгебраические методы криптографии и. Методы и концепции математической логики. Алгоритмы и конструкции алгебраической геометрии.	ПК-1. способен к интенсивной научно-исследовательской работе	<p>ПК1.1. Умеет: правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы; применять выбранные методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов</p> <p>ПК-1.2. Знает: классические и современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований; новые научные результаты, связанные с тематикой научных исследований работы магистранта</p> <p>ПК-1.3 Владеет: навыками критического анализа и оценки современных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач; навыками выступлений на научно-тематических конференциях и современными методами решения задач по выбранной тематике научных исследований</p>
Тип задач профессиональной деятельности: Педагогический			
проектирование, планирование и реализация образовательного процесса по математике в	Универсальная алгебра и алгебраические методы криптографии и. Методы и	ПК-3 Способен осуществлять обучение учебному предмету на основе использования предметных	ПКО-3.1. Умеет: проектировать элементы образовательной программы, рабочую программу преподавателя по математике; формулировать дидактические

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль “Алгебра”, 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

<p>образовательном учреждении высшего и общего образования в соответствии с требованиями ФГОС основного общего образования и ФГОС среднего общего образования</p>	<p>концепции математической логики. Алгоритмы и конструкции алгебраической геометрии.</p>	<p>методик и современных образовательных технологий</p>	<p>цели и задачи обучения математике и реализовывать их в образовательном процессе по математике; обосновывать выбор методов обучения математике и образовательных технологий, применять их в образовательной практике, исходя из особенностей содержания учебного материала и образовательных потребностей обучаемых; планировать и комплексно применять различные средства обучения математике</p> <p>ПКО-3.2. Знает: концептуальные положения и требования к организации образовательного процесса по математике; особенности проектирования образовательного процесса по математике в образовательном учреждении высшего образования, подходы к планированию образовательной деятельности; формы, методы и средства обучения математике, современные образовательные технологии, методические закономерности их выбора; особенности частных методик обучения математике</p> <p>ПКО-3.3. Владеет: умениями по планированию и</p>
---	---	---	---

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»

Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23
---	--	---	--------------

			проектированию образовательного процесса; методами обучения математике и современными образовательными технологиями
--	--	--	--

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства	
			текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Произведение путей	способен к интенсивной научно-исследовательской работе (ПК-1);  способен осуществлять обучение учебному предмету на основе использования предметных методик и современных образовательных технологий (ПК-3).	УО-3	ПР-4
2	Гомотопность непрерывных отображений	способен к интенсивной научно-исследовательской работе (ПК-1);	ПР-2	ПР-4
3	Накрытия	способен осуществлять обучение учебному предмету на основе использования предметных методик и современных образовательных технологий (ПК-3).	ПР-2	
4	Комплексы абелевых групп и модулей	способен к интенсивной научно-исследовательской работе (ПК-1);	УО-3	ПР-4

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

5	Клеточные комплексы и клеточные гомологии	способен осуществлять обучение учебному предмету на основе использования предметных методик и современных образовательных технологий (ПК-3).	ПР-2	ПР-4
---	---	--	------	------

## II. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Алгебраическая топология»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ПК-1: способность к интенсивной научно-исследовательской работе	знает (пороговый уровень)	классические и современные методы решения задач по выбранной тематике научных исследований; новые научные результаты, связанные с тематикой научных исследований работы магистранта	знание основных понятий и методов научных исследований в выбранной области математики	-способность наличие знаний основных понятий и методов научных исследований в выбранной области математики
	умеет (продвинутый)	правильно ставить задачи по выбранной тематике, выбирать для исследования необходимые методы; применять выбранные	умение применять математические методы при исследовании в выбранной области математики	наличие в диссертации результатов эффективного применения методов системного анализа

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»

Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23
---	--	---	--------------

		методы к решению научных задач, оценивать значимость получаемых результатов		
	владеет (высокий)	навыками критического анализа и оценки современных достижений и результатов деятельности по решению исследовательск их и практических задач; навыками выступлений на научно- тематических конференциях и современными методами решения задач по выбранной тематике научных исследований	владение основными математически ми методами научных исследований	демонстрация использования основных математически х методов научных исследований
ПК-3 Способен осуществл ять обучение учебному предмету на основе использов ания предметн ых методик и современн ых	знает (пороговый уровень)	концептуальные положения и требования к организации образовательного процесса по математике; особенности проектирования образовательного процесса по математике в образовательно м учреждении высшего	знание наиболее применяемых пакетов прикладных программ	наличие знаний наиболее применяемых пакетов прикладных программ

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

образовательных технологий		образования, подходы к планированию образовательной деятельности; формы, методы и средства обучения математике, современные образовательные технологии, методические закономерности их выбора; особенности частных методик обучения математике		
	умеет (продвинутый)	проектировать элементы образовательной программы, рабочую программу преподавателя по математике; формулировать дидактические цели и задачи обучения математике и реализовывать их в образовательном процессе по математике; обосновывать выбор методов обучения математике и образовательных технологий, применять их в образовательной	реализация математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах	демонстрация современных методов и технологий программирования с использованием сетей при реализации курсовых работ, ИДК и ВКР



<b>ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ</b>			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

		практике, исходя из особенностей содержания учебного материала и образовательны х потребностей обучаемых; планировать и комплексно применять различные средства обучения математике		
	владеет (высокий)	умениями по планированию и проектированию образовательного процесса; методами обучения математике и современными образовательными технологиями	использование методов и технологий программирова ния методами компьютерного и математическог о моделирования	демонстрация применения методов и технологий программирова ния для создания моделей, использующих локальные и глобальные сети

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

#### **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Алгебраическая топология» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

По дисциплине «Алгебраическая топология» учебным планом предусмотрен экзамен в первом семестре.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

Экзамен проводится в письменно-устной форме. Студент составляет конспект ответа и выполняет письменные задания, затем устно отвечает на вопросы.

### Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Строение циклических групп.
2. Кольца, гомоморфизмы колец.
3. Факторкольцо и идеалы колец.
4. Теорема о факторкольце по максимальному идеалу.
5. Кольцо классов вычетов. Поле классов вычетов по простому модулю.
6. Теорема о характеристике конечного поля.
7. Кольцо многочленов над конечным полем.
8. Поле разложения многочлена.
9. Теорема о существовании и единственности конечного поля.
10. Алгоритм Евклида для многочленов.
11. Неприводимые многочлены. Основная теорема арифметики кольца многочленов.
12. Алгебраические расширения конечного поля.
13. Теорема о строении конечных полей.
14. Теорема о примитивном элементе.
15. Группа автоморфизмов конечного поля.
16. Линейные рекуррентные последовательности.
17. Матрица и характеристический многочлен линейной рекуррентной последовательности.
18. Оценка периода линейной рекуррентной последовательности.
19. Алгоритм Берлекемпа-Мессис.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль “Алгебра”, 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

### Вопросы к зачету во втором семестре

1. Свойство единственности поднятия для локальных гомеоморфизмов.
2. Накрытия. Описание гомоморфизмов накрытий их действиями на слое.
3. Действия группы на множестве и топологическом пространстве.

Пространство орбит.

4. Дискретные действия группы. Каноническое отображение на пространство орбит, как накрытие. Группа его автоморфизмов.
5. Накрытие окружности прямой.
6. Степенное отображение, как накрытие.
7. Произведение путей. Алгебраические свойства произведений. Обратный и постоянный пути. Петли.
8. Разложение пути в произведение 2 путей, единственность такого разложения.
9. Действие отображений на пути.

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Алгебраическая топология»

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-85	«зачтено»/  «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль “Алгебра”, 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

75-84	«зачтено»/  «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61-74	«зачтено»/  «удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60 и менее	«незачтено»/  «неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Алгебраическая топология» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (контрольных работ и индивидуальных домашних заданий) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

**Коллоквиум** является формой контроля усвоения студентами теоретической части курса. Сдается студентами преподавателю в устной форме в виде собеседования во время лекционных занятий по завершению

ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
Учебно-методический комплекс дисциплины «Алгебраическая топология»			
Разработал: Профессор Скурихин Е.Е.	Направление подготовки 01.04.01 «Математика», профиль «Алгебра», 2019- 2020 учебный год	Контрольный экземпляр находится на кафедре Алгебры, геометрии и анализа	Лист 2 из 23

изучения теоретической части разделов курса и оценивается в форме дифференцированного зачета.

Коллоквиум считается сданным успешно при получении оценок «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно». При получении оценки «неудовлетворительно» он считается не сданным, а соответствующий раздел теоретической части неусвоенным.

Студенту предоставляется возможность пересдать коллоквиум один раз во время консультаций по дисциплине с получением оценки на один балл ниже.

**Контрольная работа** является формой контроля усвоения студентами практической части курса. Выполняется студентами во время практических занятий по завершению изучения практической части разделов курса. Контрольная работа считается выполненной успешно при получении оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно». При получении оценки «неудовлетворительно» контрольная работа считается не сданной, соответствующий раздел практикума неусвоенным.