

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра теории функций  
(ТФ\_ФМиИ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра теории функций  
(ТФ\_ФМиИ)

наименование кафедры

А.К. Цих

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ТЕОРИЯ ГОМОЛОГИЙ**

Дисциплина Б1.В.01 Теория гомологий

Направление подготовки / 01.04.01 Математика Магистерская  
специальность программа 01.04.01.01 Комплексный анализ

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2021

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

010000 «МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 01.04.01 Математика Магистерская программа 01.04.01.01

---

Комплексный анализ

---

Программу  
составили

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Воспитание у студентов высокой математической культуры, позволяющей самостоятельно изучать современную учебную литературу, а также применять теорию и методы кратного интегрирования в научных исследованиях, формирование представлений о единстве математики на примере теории гомологий, где в равной мере участвуют анализ, алгебра и геометрия.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Овладение студентами основными понятиями и методами теории гомологий, формирование исследовательских навыков студента в результате освоения способа представления групп гомологий посредством описания базисных циклов на многообразиях, выяснения соотношений между гомологиями с различными носителями и коэффициентами.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ПК-1:Способен применять в научно-исследовательской деятельности знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий</b>	
Уровень 1	Знает математические факты, определения и доказательства, рассматриваемые в рамках данной дисциплины.
Уровень 2	Знает, ответом на какой исследовательский вопрос являются некоторые математические факты, определения и доказательства, рассматриваемые в рамках данной дисциплины.
Уровень 3	Знает, ответом на какие исследовательские вопросы являются математические факты, рассмотренные в рамках данной дисциплины, знает направления дальнейших исследований.
Уровень 1	Умеет самостоятельно либо при поддержке преподавателя углублять и детализировать хорошо понятое содержание лекционных и семинарских занятий, используя рекомендованную преподавателем литературу.
Уровень 2	Умеет при поддержке преподавателя осваивать темы, дополняющие и развивающие содержание лекционных и семинарских занятий, используя при этом рекомендованные преподавателем ресурсы.
Уровень 3	Умеет самостоятельно осваивать темы, дополняющие и развивающие содержание лекционных и семинарских занятий, используя при этом различные ресурсы, включая специальное программное обеспечение.
Уровень 1	Владеет отдельными приемами вычислений, методами и моделями,

	необходимыми для выполнения и презентации исследования.
Уровень 2	Владеет техникой вычислений, основными методами и моделями, необходимыми для выполнения исследования. Владеет основными средствами, необходимыми для презентации исследования.
Уровень 3	Свободно владеет техникой вычислений, методами и моделями, необходимыми для выполнения и презентации исследования.

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в состав вариативной части и является обязательной.

Для изучения дисциплины студентам необходимо освоить курс математического анализа и линейной алгебры в стандартном объеме бакалавриата.

Научно-исследовательская работа

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		1	2
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>5 (180)</b>	<b>2 (72)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>1,06 (38)</b>	<b>0,94 (34)</b>
занятия лекционного типа	1 (36)	0,53 (19)	0,47 (17)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия	1 (36)	0,53 (19)	0,47 (17)
практикумы			
лабораторные работы			
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2 (72)</b>	<b>0,94 (34)</b>	<b>1,06 (38)</b>
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>		<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Симплициальные и сингулярные гомологии.	19	19	0	34	ПК-1
2	Точные гомологические последовательности, теоремы о двойственности. Применение гомологий к вычислению интегралов.	17	17	0	38	ПК-1
Всего		36	36	0	72	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Симплициальный комплекс и его группы гомологий. Некоторые операции над симплициальными комплексами.	2	0	0
2	1	Примеры вычисления групп гомологий. Структура гомологических групп.	2	0	0

3	1	Барицентрические подразделения симплициальных комплексов. Непрерывные отображения пространств комплексов, сохраняющие звезды.	2	0	0
4	1	Топологическая инвариантность групп гомологий	2	0	0
5	1	Понятия топологического пространства и многообразия.	2	0	0
6	1	Полиэдры и их гомологии.	2	0	0
7	1	Одномерные группы гомологий двумерных поверхностей. Двумерные группы гомологий двумерных поверхностей.	2	0	0
8	1	Вычисление некоторых двойных интегралов. Алгебраические характеристики полиэдров.	3	0	0
9	1	Сингулярные гомологии и их гомотопическая инвариантность.	2	0	0
10	2	Точные гомологические последовательности. Точная последовательность Майера-Вьеториса.	2	0	0
11	2	Изоморфизм сингулярных и симплициальных гомологий для полиэдров.	2	0	0
12	2	СВ-комплексы и клеточные гомологии.	2	0	0

13	2	Тензорное произведение групп и гомологии с произвольными коэффициентами. Формула универсальных коэффициентов.	2	0	0
14	2	Формула Кюннета. Точная последовательность Лере.	2	0	0
15	2	Двойственность Пуанкаре. Двойственность Александра-Понтрягина.	2	0	0
16	2	Гомологии дополнений комплексных кривых в $S^2$ .	2	0	0
17	2	Интегралы рациональных функций по двумерным циклам в $S^2$ .	1	0	0
18	2	Несобственные интегралы и гомологии с замкнутыми носителями. Гомологии локальных систем.	1	0	0
19	2	Примеры ветвящихся интегралов. Регуляризация некомпактных циклов.	1	0	0
Всего			26	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Симплициальный комплекс и его группы гомологий. Некоторые операции над симплициальными комплексами.	2	0	0
2	1	Примеры вычисления групп гомологий. Структура гомологических групп.	2	0	0



3	1	Барицентрические подразделения симплициальных комплексов. Непрерывные отображения пространств комплексов, сохраняющие звезды.	2	0	0
4	1	Топологическая инвариантность групп гомологий.	2	0	0
5	1	Понятия топологического пространства и многообразия.	2	0	0
6	1	Полиэдры и их гомологии.	2	0	0
7	1	Одномерные группы гомологий двумерных поверхностей. Двумерные группы гомологий двумерных поверхностей.	2	0	0
8	1	Вычисление некоторых двойных интегралов. Алгебраические характеристики полиэдров.	3	0	0
9	1	Сингулярные гомологии и их гомотопическая инвариантность.	2	0	0
10	2	Точные гомологические последовательности. Точная последовательность Майера-Вьеториса.	2	0	0
11	2	Изоморфизм сингулярных и симплициальных гомологий для полиэдров.	2	0	0
12	2	CW-комплексы и клеточные гомологии.	2	0	0
13	2	Тензорное произведение групп и гомологии с произвольными коэффициентами. Формула универсальных коэффициентов.	2	0	0
14	2	Формула Кюннета. Точная последовательность Лере.	2	0	0
15	2	Двойственность Пуанкаре. Двойственность Александера-Понтрягина.	2	0	0

16	2	Гомологии дополнений комплексных кривых в $S^2$ .	2	0	0
17	2	Интегралы рациональных функций по двумерным циклам в $S^2$ .	1	0	0
18	2	Несобственные интегралы и гомологии с замкнутыми носителями. Гомологии локальных систем.	1	0	0
19	2	Примеры ветвящихся интегралов. Регуляризация некомпактных циклов.	1	0	0
Всего			26	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Цих А. К.	Вычеты относительно голоморфных отображений и их применения	Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ], 1986
Л1.2	Дубровин Б. А., Новиков С. П., Фоменко А. Т.	Современная геометрия: методы теории гомологий: монография	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1984

Л1.3	Васильев В. А.	Ветвящиеся интегралы: монография	Москва: Московский Центр непрерывного математического образования (МЦНМО), 2000
Л1.4	Цих А. К., Южаков А. П.	Многомерные вычеты и их применения: монография	Новосибирск: Наука. Сибирское отделение [СО], 1988
Л1.5	Южаков А. П.	Элементы теории многомерных вычетов: [учебное пособие]	Красноярск: Красноярский университет [КрасГУ], 1975
Л1.6	Мамфорд Д.	Красная книга о многообразиях и схемах: перевод с английского	Москва: МЦНМО, 2007
Л1.7	Цих А. К., Антипова И. А., Бушуева Н. А., Ульверт Р. В.	Кратное интегрирование. Гомологии: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2007
<b>6.2. Дополнительная литература</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Шабат Б. В.	Введение в комплексный анализ: Ч. 2. Функции нескольких переменных: учебник для университетов по специальностям "Математика", "Механика": [в 2 ч.]	Санкт- Петербург: Лань, 2004
Л2.2	Свитцер Р. М.	Алгебраическая топология - гомотопии и гомологии: перевод с английского	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985
Л2.3	Постников М. М.	Лекции по алгебраической топологии. Теория гомотопий клеточных пространств	Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1985
Л2.4	Бухштабер В. М., Панов Т. Е.	Торические действия в топологии и комбинаторике: монография	Москва: МЦНМО, 2004
Л2.5	Хатчер А., Прасолов В. В., Панов Т. Е.	Алгебраическая топология	Москва: МЦНМО, 2011
Л2.6	Айзенберг Л. А., Южаков А. П., Даутов Ш. А.	Интегральные представления и вычеты в многомерном комплексном анализе: монография	Новосибирск: Наука. Сибирское отделение [СО], 1979

## **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Электронный каталог НБ СФУ	<a href="http://bik.sfu-kras.ru/">http://bik.sfu-kras.ru/</a>
Э2	Общероссийский математический портал	<a href="http://www.mathnet.ru/">http://www.mathnet.ru/</a>
Э3	Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
Э4	Единая реферативная и библиографическая база данных SCOPUS	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
Э5	Поисковая платформа реферативных базы данных публикаций в научных журналах и патентов Web Of Science	<a href="http://isiknowledge.com">http://isiknowledge.com</a>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельная работа студентов по данной дисциплине заключается в изучении основной и дополнительной литературы по темам лекций и семинарских занятий. Для самостоятельного изучения теоретического материала используются учебные пособия и монографии, приведённые в списке литературы.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации в зависимости от нозологии:

Для лиц с нарушениями зрения: в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме, в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме, в форме электронного документа.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Программное обеспечение в учебном процессе по данной дисциплине не используется.
-------	--

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	Для самостоятельной работы у студентов должен быть доступ к электронному каталогу НБ СФУ.
-------	---

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, укомплектованные мебелью и техническими средствами обучения (меловые и маркерные доски, мел или маркер).