

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

профессор А.К. Цих

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КОГОМОЛОГИИ И КРАТНОЕ
ИНТЕГРИРОВАНИЕ**

Дисциплина Б1.В.02 Когомологии и кратное интегрирование

Направление подготовки /
специальность 01.04.01 Математика Магистерская
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

Современные методы кратного интегрирования прочно утвердились как необходимый язык в математике, физике и других естественных науках, поэтому возникает насущная потребность в широком внедрении этих методов в содержание учебных курсов.

Концепция интеграла предполагает наличие двух объектов: того, что интегрируется (функция, дифференциальная форма, тензор и т.п.) и того, по чему интегрируется (по множеству, контуру, цепи и т.п.). В многомерной ситуации указанные объекты могут иметь сложную структуру в геометрическом и аналитическом аспектах. Эти аспекты породили специальные направления в многомерной геометрии: теорию кохомологий и теорию гомологий. Указанные направления имеют самостоятельный интерес и на протяжении 20-го столетия составляли основу алгебраической топологии. По этой причине всякие попытки изложения фундаментальных результатов теорий кохомологий и гомологий приводили к книгам внушительных объемов с привлечением большого числа нетривиальных конструкций и методов современной алгебраической топологии. Все это затрудняет извлечение нужной информации специалистами из смежных областей, например, из теории интегрирования.

1.1 Цель преподавания дисциплины

Настоящий курс посвящен изложению теории кохомологий, адаптированной для теории кратного интегрирования. Его целью является:

- воспитание высокой математической культуры, позволяющей самостоятельно изучать современные книги и статьи, а также применять теорию и методы кратного интегрирования в научных исследованиях;
- формирование представлений о единстве математики на примере теории кохомологий, где в равной мере участвуют анализ, алгебра и геометрия.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Освоение методов теории кохомологий как многомерной версии теории неопределенного интеграла. Понимание соотношений между кохомологиями Чеха, де Рама и Дольбо, умение иллюстрировать эти соотношения конкретными примерами. Формирование умения применять кохомологическую теорию к вычислению гипергеометрических интегралов и топологических зарядов полей Янга-

Милса.

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

ПК-1:Способен применять в научно-исследовательской деятельности знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий	
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, знать 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, метода-ми 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 данной дисциплины необходимы знания по математическому и функциональному анализу, линейной алгебре и дифференциальной геометрии в рамках стандартных курсов бакалавриата.

Современные проблемы математики

Дополнительные главы теории функций многих комплексных переменных

Потоки в комплексном анализе

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

Дисциплина реализуется на русском языке, с применением ЭО и ДОТ: электронные курсы в системе LMS Moodle на сайте СФУ, разработанные кафедрой, реализующей преподавание дисциплины. Ссылка: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=3223>.

2. Объем дисциплины (модуля)

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

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	Когомологии де Рама и интегрирование дифференциальных форм на многообразиях	4	8	0	0	
2	Вычисление некоторых интегралов	6	7	0	0	ПК-1
3	Когомологии Чеха и теоремы де Рама	9	4	0	34	ПК-1
Всего		19	19	0	34	

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	Вещественные и комплексные многообразия	1	0	0
2	1	Дифференциальные формы на многообразиях. Интегрирование дифференциальных форм	1	0	0

3	1	Когомологии де Рама как многомерная теория неопределенного интеграла	2	0	0
4	2	Интегрирование рациональных функций по R^n с помощью торических компактификаций	4	0	0
5	2	Применение теории когомологий к вычислению топологических зарядов в теории инстантонов по-лей Янга-Милса	2	0	0
6	3	Когомологии Чеха	2	0	0
7	3	Доказательство теоремы де Рама	3	0	0
8	3	«Абстрактные» когомологии симплициальных комплексов	2	0	0
9	3	Интегралы по цепям, теорема двойственности де Рама	2	0	0
Всего			10	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	Вещественные и комплексные многообразия	4	0	0
2	1	Дифференциальные формы на многообразиях. Интегрирование дифференциальных форм	2	0	0
3	1	Когомологии де Рама как многомерная теория неопределенного интеграла	2	0	0

4	2	Интегрирование рациональных функций по R^n с помощью торических компактификаций	4	0	0
5	2	Применение теории когомологий к вычислению топологических зарядов в теории инстантонов полей Янга-Милса	3	0	0
6	3	Когомологии Чеха	2	0	0
7	3	Доказательство теоремы де Рама	2	0	0
Всего			10	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	Шабат Б. В.	Введение в комплексный анализ: Ч. 1. Функции одного переменного: учебник для университетов по специальностям "Математика", "Механика" : [в 2 ч.]	Санкт-Петербург: Лань, 2004
Л1.2	Антипова И. А., Знаменская О. В., Лейнартас Е. К., Цих А. К.	Кратное интегрирование. Когомологии: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: ИПК СФУ, 2007
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

Л2.1	Телеман К.	Элементы топологии и дифференцируемые многообразия: перевод с румынского	Москва: Мир, 1967
Л2.2	Нарасимхан Р., Шабат Б. В.	Анализ на действительных и комплексных многообразиях: перевод с английского	Москва: Мир, 1971
Л2.3	Мамфорд Д.	Красная книга о многообразиях и схемах: перевод с английского	Москва: МЦНМО, 2007

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

Э1	Электронный каталог НБ СФУ	http://bik.sfu-kras.ru/
Э2	Общероссийский математический портал	http://www.mathnet.ru/
Э3	Электронные учебные курсы в LMS Moodle, e.sfu-kras.ru на сайте СФУ	https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=3223

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины прилагаются к рабочей программе дисциплины отдельным документом, в том числе, включающим в себя указания по организации самостоятельной работы обучающихся, а также указания по организации работы на занятиях, проводимых в инновационных формах обучения. Методические указания разработаны согласно требованиям СФУ по разработке и структуры УМК дисциплины и представлены в [Л.1.2].

Для самостоятельного изучения теоретического материала используются учебные пособия и монографии, приведённые в списке литературы.

Самостоятельная работа студентов по данной дисциплине заключается в изучении основной и дополнительной литературы по темам лекций и семинарских занятий, а также решении блоков заданий по разделам дисциплины.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины изложено в соответствующих разделах пособия для самостоятельной работы, входящего в состав УМКД: Кратное интегрирование. Когомологии [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины / И. А. Антипова [и др.]; Сиб. федерал. ун-т. - Версия 1.0. - Электрон. дан. (PDF; 20666 кб). - Красноярск: [б. и.], 2007 ИПК СФУ. - on-line. - (Электронная библиотека СФУ. Учебно-методические комплексы дисциплин в авторской редакции; № 17-2007). - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.

Данные учебные материалы доступны для студентов в локальной сети СФУ.

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	9.1 Перечень необходимого программного обеспечения
9.1.2	Специальное программное обеспечение в учебном процессе по данной дисциплине не используется. Методика проведения занятий допускает использование технических средств (проекторы, интерактивные доски), обеспеченных соответствующим программным обеспечением.
9.1.3	9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем
9.1.4	Для самостоятельной работы у студентов должен быть доступ к электронному каталогу НБ СФУ и в кабинет магистра.

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Для самостоятельной работы у студентов должен быть доступ к электронному каталогу НБ СФУ и в кабинет магистра
-------	---

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

Методика проведения занятий допускает как использование технических средств (проекторы, интерактивные доски), так и классические аудиторские занятия, обеспечиваемые стандартными материально-техническими средствами.

Лекционные аудитории должны быть оборудованы современным видеопроjectionным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и иметь выход в Интернет, а также иметь интерактивную доску или доску для письма маркерами.

Помещения для проведения семинарских занятий должны иметь мультимедийное оборудование, а также иметь интерактивную доску или доску для письма маркерами, учебную мебель.

Библиотека должна иметь рабочие места для студентов, оснащенные компьютерами с доступом к базам данных, локальную сеть университета и Интернет.

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, в зависимости от нозологий, осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.