

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

29 мая 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.02.02

ПРИКЛАДНЫЕ ЗАДАЧИ АЛГЕБРЫ И АНАЛИЗА

Направление подготовки

02.04.01 Математика и компьютерные науки

Программа магистратуры

«Математическое и компьютерное моделирование»

Форма обучения

очная

Квалификация

магистр

Краснодар 2020

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля)

1.1 Цель дисциплины

Рассмотреть принципы, основные методы построения и обоснования, место и роль математических моделей объектов, процессов и явлений, связанных с актуальными областями приложений. Подготовить студентов к учебно-исследовательской и научно-исследовательской работе по алгебраическим и геометрическим вопросам математического моделирования.

1.2 Задачи дисциплины

– дать представление о типовых математических схемах моделирования, идентификации, адекватности и верификации моделей;

– дать представление о геометрических и групповых методах исследования модельных уравнений, научить оценивать разрешимость модельных уравнений и обоснованно осуществлять выбор методов и средств решения, а также интерпретировать полученные результаты;

– научить применять основные принципы работы со структурными элементами математической модели (геометрический, аналитический и алгебраический уровни). развить устойчивый навык работы с такими задачами для дальнейшей профессиональной деятельности – как научной, так и педагогической.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Прикладные задачи алгебры и анализа» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и является дисциплиной, изучаемой по выбору.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего образования, и является основой для решения исследовательских задач. Перечень предшествующих дисциплин, необходимых для изучения данной дисциплины: математический анализ, линейная алгебра, дифференциальная геометрия, функциональный анализ, обыкновенные дифференциальные уравнения, дифференциальные уравнения с частными производными, уравнения математической физики, теория устойчивости.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций (ПК-1, ПК-2).

В результате изучения обязательной части учебного цикла обучающийся должен обладать:

№ п. п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-1	Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, про-	Иностранный язык, технологии и методы представления информации, способы визуализации научных результатов	Находить, анализировать и контекстно обрабатывать новые научные результаты	Технологиями оформления и визуализации научных данных

№ п. п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		граммирования и информационных технологий			
2.	ПК-2	Способность проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	Специальные разделы алгебры, дифференциальной геометрии, функционального анализа, дифференциальных уравнений	Анализировать задачи специализации, выбирать методы их решения, представлять и интерпретировать полученные результаты	Навыками практического использования алгебраических и геометрических методов в математического моделировании

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		2	—		
Контактная работа, в том числе:	40,2	40,2			
Аудиторные занятия (всего):	40	40	-	-	-
Занятия лекционного типа	14	14	-	-	-
Лабораторные занятия	26	26	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-	-	-	-
Иная контактная работа:					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	-	-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2	-	-	-
Самостоятельная работа, в том числе:	31,8	31,8			
Курсовая работа	-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала	14	14	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	7	7	-	-	-
Реферат	7	7	-	-	-
Подготовка к текущему контролю	3,8	3,8	-	-	-
Контроль:					
Подготовка к экзамену	-	-	-	-	-
Общая трудоемкость	час.	72	72	-	-
	в том числе контактная работа	40,2	40,2		
	зач. ед.	2	2		

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые во 2 семестре (очная форма)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Моделирование систем	20	4		6	10
2.	Основные структурные элементы математической модели	24	4		10	10
3.	Введение в групповой анализ дифференциальных уравнений	27,8	6		10	11,8
<i>ИТОГО по разделам дисциплины:</i>		71,8	14		26	31,8
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2				
Общая трудоемкость по дисциплине		72				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Темы лекций	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Моделирование систем	Понятия системы, модели и моделирования. Аксиоматика теории систем. Классификация видов моделирования, место метода математического моделирования в методологической цепочке взаимосвязей конкретной естественной дисциплины и абстрактного математического аппарата. Методология мат. моделирования. Формализация и алгоритмизация, точность моделей, их идентификация, адекватность, робастность, верификация, вычислительный эксперимент. Типовые математические схемы моделирования (дифференциальные уравнения, конечные и вероятностные автоматы, системы массового обслуживания, сети Петри и т.д.).	Реферативный доклад
2.	Основные структурные элементы математической модели	Геометрический (координатные системы и типы геометрических пространств, их базис и размерность), аналитический (типы системы уравнений движения в широком смысле), алгебраический (группы допустимых преобразований пространства модели и их инварианты). Преобразования Галилея, Галилеева группа и уравнения Ньютона. Функции Лагранжа и Гамильтона. Фазовое пространство, группа фазового потока и её инварианты. Циклические координаты, пример движения материальной точки в плоском центральном поле. Методы	Реферативный доклад

		подобия и размерности: формула размерности, π -теорема, примеры математического маятника и движения жидкости в трубе. Риманова, псевдориманова и псевдоевклидова метрики. Пространство Минковского, преобразования Лоренца и группа Пуанкаре. Постулаты специальной и общей теории относительности. Алгебра Ли векторных полей и функций Гамильтона	
3.	Введение в групповой анализ дифференциальных уравнений	Автомодельные решения уравнений математической физики и автоволновые процессы. Примеры: нелинейная стадия развития неустойчивости и критические возмущения в моностабильной активной среде. Однопараметрические группы преобразований. Уравнение Ли, инварианты, инфинитезимальный оператор группы, инвариантные уравнения. Группы, допускаемые дифференциальными уравнениями. Группы точечных преобразований, формулы продолжения, определяющие уравнения и примеры их решения (уравнения переноса, газодинамики, теплопроводности), алгебры Ли и многопараметрические группы	Реферативный доклад

2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа - не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Темы лабораторных занятий	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Моделирование систем	Модели, получаемые из фундаментальных законов природы. Вариационные принципы и математические модели. Универсальность математических моделей. Некоторые модели простейших нелинейных объектов	Расчетно-графическое задание
2.	Основные структурные элементы математической модели	Методы подобия и размерности: формула размерности, π -теорема, примеры математического маятника и движения жидкости в трубе. Риманова, псевдориманова и псевдоевклидова метрики. Пространство Минковского, преобразования Лоренца и группа Пуанкаре. Постулаты специальной и общей теории относительности. Алгебра Ли векторных полей и функций Гамильтона	Расчетно-графическое задание
3.	Введение в групповой анализ дифференциальных уравнений	Автомодельные решения уравнений математической физики и автоволновые процессы. Примеры: нелинейная стадия развития неустойчивости и критические возмущения в моностабильной активной среде. Однопараметрические группы преобразований. Уравнение Ли,	Расчетно-графическое задание

		инварианты, инфинитезимальный оператор группы, инвариантные уравнения. Группы, допускаемые дифференциальными уравнениями. Группы точечных преобразований, формулы продолжения, определяющие уравнения и примеры их решения (уравнения переноса, газодинамики, теплопроводности), алгебры Ли и многопараметрические группы	
--	--	---	--

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы - не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

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

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- 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,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	Чтение и анализ литературы, поиск и запись ответов на вопросы по темам дисциплины. Подготовка и сдача экзамена	1. Стеклов, В. А. Основы теории интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений : учебное пособие для вузов / В. А. Стеклов. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 427 с. — (Серия : Авторский учебник). — ISBN 978-5-534-02124-0. — Режим доступа http://www.biblio-online.ru/book/D65185CF-627F-4958-82C9-7B0D8FC866D7 2. Рягин, Ю. И. Рискология в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / Ю. И. Рягин. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 255 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-01680-2. — Режим доступа www.biblio-online.ru/book/A58CBF3E-26BD-46F7-BB2E-927515B6E898
2.	Про работа лекционного материала. Самостоятельное изучение разделов дисциплины	3. Ибрагимов, Н.Х. Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Классические и новые методы. Нелинейные математические модели. Симметрия и принципы инвариантности [Электронный ресурс] : учебник. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2012. — 330 с.

3.	Выполнение индивидуального задания по решению практических задач	4. Мищенко, А.С. Курс дифференциальной геометрии и топологии [Электронный ресурс] : / А.С. Мищенко, А.Т. Фоменко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 503 с. 5. Филиппов А.Ф. Сборник задач по дифференциальным уравнениям. М., 1998.
4.	Выбор темы и выполнение реферативной работы. Поиск и анализ научной литературы, составление аннотированного списка найденных ресурсов по теме, разработка научной презентации и текста доклада	Программное обеспечение: 1. Операционная система MS Windows. 2. Интегрированное офисное приложение MS Office. 3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет. 4. Mathematica Computer Aided Design (MathCAD) 2014 Professional, (MathSoft Inc., USA). 5. Maple V Power Edition ver. 10.0, (Maple Waterloo Inc., Canada). 6. Пакет Model Vision Studium (MVS). 7. Пакет Simulink MATLAB.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки

02.04.01 Математика и компьютерные науки реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся:

- Практическая работа с элементами исследования.
- Лабораторная работа в компьютерном классе, компьютерная технология обучения.
- Метод проектов.
- Поисковый, эвристический метод.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля и промежуточной аттестации

В ходе текущей аттестации оцениваются промежуточные результаты освоения студентами дисциплины «Прикладные задачи алгебры и анализа». Текущий контроль осуществляется с использованием традиционных технологий оценивания качества знаний студентов и включает оценку самостоятельной (внеаудиторной) и аудиторной работы (в том числе рубежный контроль).

В качестве оценочных средств используются:

- различные виды устного и письменного контроля (выступление на семинаре, реферат, учебно-методический проект);
- индивидуальные и/или групповые домашние задания, творческие работы, проекты и т.д.;
- отчет по практической работе.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Формой промежуточного контроля является анализ и обсуждение представленных разработок, собеседование и качественная оценка хода выполнения индивидуальных заданий по дисциплине, публичные доклады по выбранным темам.

Перечень вопросов для организации промежуточного контроля:

1. Понятия системы, модели и моделирования. Аксиоматика теории систем.
2. Классификация видов моделирования, место метода математического моделирования в методологической цепочке взаимосвязей конкретной естественной дисциплины и абстрактного математического аппарата.
3. Методология мат. моделирования. Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Алгоритмизация моделей систем и их компьютерная реализация.
4. Методика разработки и компьютерной реализации моделей. Точность моделей, их идентификация, адекватность, робастность, верификация, вычислительный эксперимент. Получение и интерпретация результатов моделирования систем.
5. Типовые математические схемы моделирования. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы).
6. Дискретно-детерминированные модели (F-схемы). Дискретно-стохастические модели (P-схемы). Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы). Сетевые модели (N-схемы). Комбинированные модели (A-схемы).
7. Регрессионные модели (линейная регрессия, нелинейное оценивание, множественная регрессия).
8. Основные структурные элементы математической модели: геометрический (координатные системы и типы геометрических пространств, их базис и размерность), аналитический (типы системы уравнений движения в широком смысле), алгебраический (группы допустимых преобразований пространства модели и их инварианты).
9. Преобразования Галилея, Галилеева группа и уравнения Ньютона. Функции Лагранжа и Гамильтона. Фазовое пространство, группа фазового потока и её инварианты.
10. Циклические координаты, пример движения материальной точки в плоском центральном поле.
11. Методы подобия и размерности: формула размерности, π -теорема, примеры математического маятника и движения жидкости в трубе.
12. Риманова, псевдориманова и псевдоевклидова метрики. Пространство Минковского, преобразования Лоренца и группа Пуанкаре.
13. Постулаты специальной и общей теории относительности.
14. Алгебра Ли векторных полей и функций Гамильтона.
15. Автомодельные решения уравнений математической физики и автоволновые процессы. Примеры: нелинейная стадия развития неустойчивости и критические возмущения в моностабильной активной среде.
16. Однопараметрические группы преобразований. Уравнение Ли, инварианты.
17. Инфинитезимальный оператор группы, инвариантные уравнения.
18. Группы, допускаемые дифференциальными уравнениями. Группы точечных преобразований, формулы продолжения.
19. Определяющие уравнения.
20. Примеры решения определяющих уравнений (уравнения переноса, газодинамики, теплопроводности).
21. Алгебры Ли и многопараметрические группы.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Треногин, В.А. Обыкновенные дифференциальные уравнения [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Треногин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 312 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2341>

2. Зайцев, В.Ф. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям [Элек-тронный ресурс] : справочник / В.Ф. Зайцев, А.Д. Полянин. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2001. — 576 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2368>

3. Петровский, И.Г. Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Г. Петровский ; под ред. Мышкис А.Д.а, Олейник О.А.. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 208 с. — Режим до-ступа: <https://e.lanbook.com/book/59554>

5.2. Дополнительная литература:

1. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем : учебное пособие / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. - 3-е изд., стереотип. - Москва : Издательство «Флинта», 2016. - 271 с. : схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9765-1278-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93344>

2. Алескеров, Ф.Т. Анализ математических моделей Базель II [Электронный ре-сурс] / Ф.Т. Алескеров, И.К. Андриевская, Г.И. Пеникас, В.М. Солодков. — Москва : Физ-матлит, 2010. — 288 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2099>

3. Боев, В.Д. Компьютерное моделирование : курс / В.Д. Боев, Р.П. Сыпченко. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2010. - 455 с. : ил.,табл., схем. ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233705>

4. Бродский, Ю.И. Лекции по математическому и имитационному моделированию / Ю.И. Бродский. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. — 240 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3697-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429702>

5. Кузовлев, В.П. Курс геометрии: элементы топологии, дифференциальная геометрия, основания геометрии [Электронный ресурс] : учебник / В.П. Кузовлев, Н.Г. Подаева. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2012. — 208 с. — Режим доступа:

<https://e.lanbook.com/book/59618>

6. Малышев, Н.Г. О системах и их моделировании / Н.Г. Малышев. - Москва : Физ-матлит, 2017. - 200 с. : табл., схем., ил. - Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-9221-1757-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485263>

7. Рейзлин, В. И. Математическое моделирование : учебное пособие для магистратуры / В. И. Рейзлин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 126 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-01579-9. — Режим доступа :

<http://www.biblio-online.ru/book/5133D74D-6E4F-40E0-B14B-4F90C0BC10C4>

8. Свешников, А.Г. Теория функций комплексной переменной : учебник / А.Г. Свешников, А.Н. Тихонов. - 6-е изд., стереотип. - Москва : Физматлит, 2010. - 334 с. - (Курс высшей математики и математической физики). - ISBN 978-5-9221-0133-2 (Вып. 5), 978-5-9221-0134-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75710>

5.3. Периодические издания:

1. Журнал «Математическое моделирование»
2. Журнал «Журнал вычислительной математики и математической физики»
3. Журнал «Вычислительные методы и программирование»
4. Журнал «Фундаментальная и прикладная математика»

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

1. Научная электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) <http://www.elibrary.ru/>
2. Доступ к базам данных компании EBSCO Publishing, насчитывающим более 7 тыс. названий журналов, более 3,5 тыс. рецензируемых журналов, более 2 тыс. брошюр, 500 книг, 500 журналов и газет на русском языке. <http://search.ebscohost.com/>
3. Базы данных Американского института физики American Institute of Physics (AIP) <http://scitation.aip.org>
4. Электронный доступ к авторефератам <http://vak.ed.gov.ru/search/>
<http://vak.ed.gov.ru/announcements/techn/581/>
5. Электронная библиотека диссертаций Российской Государственной Библиотеки (РГБ) <http://diss.rsl.ru/>
6. Бесплатная специализированная поисковая система Scirus для поиска научной информации <http://www.scirus.com>
7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/window>
8. Библиотека электронных учебников <http://www.book-ua.org/>
9. РУБРИКОН – информационно-энциклопедический проект компании «Русс портал» <http://www.rubricon.com/>.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составление индивидуальных планов самостоятельной работы студента с указанием темы и видов заданий, форм и сроков представления результатов, критерием оценки самостоятельной работы;
- консультации (индивидуальные и групповые), в том числе с применением дистанционной среды обучения;
- промежуточный контроль хода выполнения заданий строится на основе различных способов взаимодействия в открытой информационной среде и отражается в процессе формирования электронного портфеля студента.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень необходимого программного обеспечения

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Mathematica Computer Aided Design (MathCAD) 2014 Professional, (Math-Soft Inc., USA).
4. Maple V Power Edition ver. 10.0, (Maple Waterloo Inc., Canada).
5. Пакет Simulink MATLAB.

9. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
---	-----------	--

1	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
2	Лабораторные занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации
3	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, оснащенное презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением
4	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации
5	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета