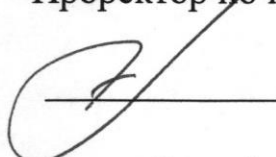




ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ
АВИАЦИИ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и цифровизации

 / Г.А. Костин

« ____ » _____ 2022 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Наименование научной специальности

- 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы
- 2.9.6. Аэронавигация и эксплуатация авиационной техники
- 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика

Уровень высшего образования

Подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения

Очная

Санкт-Петербург
2022

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Методы математического моделирования» является формирование у обучающихся профессиональных компетенций, обеспечивающих способность и готовность аспирантов к выполнению научно-исследовательской деятельности с применением методов математического моделирования.

Задачами освоения дисциплины являются получение знаний о способах построения и тестирования математических моделей и развитие навыков применения методов математического моделирования для проведения научно-исследовательской деятельности в профессиональной области.

2 Место дисциплины в структуре программ аспирантуры

Дисциплина «Методы математического моделирования» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплины «Методология научных исследований».

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

3 Планируемые результаты изучения дисциплины

➤ Знать:

- возможные направления научно-исследовательской работы с применением методов математического моделирования;
- структуру и порядок проведения научного исследования с применением методов математического моделирования;
- способы постановки задачи и построения математических моделей.

➤ Уметь:

- планировать применение методов математического моделирования;
- прогнозировать и анализировать результаты применения методов математического моделирования.

➤ Владеть:

- способами проведения научно-исследовательской работы и получению научных результатов с применением методов математического моделирования;
- навыками применения методов математического моделирования в профессиональной деятельности.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 72 академических часа.

Наименование	Всего часов	Семестр 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
<i>Образовательный компонент</i>	72	72
Контактная работа, всего	24	24
<i>в том числе:</i>		
лекции	12	12
практические занятия	12	12
Самостоятельная работа обучающегося	48	48
<i>Промежуточная аттестация</i>	36	36
контактная работа		
контроль	9	9
самостоятельная работа по подготовке к промежуточной аттестации	27	27

Текущий контроль выполнения заданий осуществляется регулярно, в течение семестра. Текущий контроль освоения отдельных разделов дисциплины осуществляется при помощи опроса, дискуссии или практического задания в завершении изучения каждого раздела (темы). Система текущего контроля успеваемости служит в дальнейшем наиболее качественному и объективному оцениванию в ходе промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация:

- семестр 3 – зачет.

5 Содержание дисциплины

Сокращения:

Л – лекция

ПЗ – практическое занятие

ВК – входной контроль

ДТ – дистанционные технологии

СР – самостоятельная работа обучающегося

О – отчет о выполнении заданий практических занятий

Т – тесты

Д – дискуссия

ОК – образовательный компонент

ПА – промежуточная аттестация

5.1 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л, часы	ПЗ, часы	СР, часы		Всего часов
			ОК	ПА	
<i>Семестр 3</i>	<i>12</i>	<i>12</i>	<i>48</i>	<i>27</i>	<i>99</i>
Тема 1. Основные принципы математического моделирования	2	2	8	2	14
Тема 2. Вероятностное и статистическое моделирование	4	4	16	10	34
Тема 3. Численное моделирование	2	2	8	5	17
Тема 4. Модели динамических систем	4	4	16	10	34
Итого по дисциплине	12	12	48	27	99

5.2 Содержание дисциплины (тематический план)

Тема 1. Основные принципы математического моделирования

Классификация математических моделей. Свойства математических моделей. Универсальность математических моделей. Этапы моделирования. Основные пакеты прикладных математических программ. Методы исследования математических моделей. Проверка адекватности моделей.

Тема 2. Вероятностное и статистическое моделирование

Элементы теории вероятностей и математической статистики. Стохастические модели. Точечные и интервальные оценки. Проверка гипотез. Моделирование случайных процессов. Базовые принципы теории надежности и теории массового обслуживания. Понятие марковского процесса (марковская цепь). Метод статистических испытаний. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины. Метод Монте-Карло. Методы снижения размерности исследуемого признакового пространства и отбора наиболее информативных показателей.

Тема 3. Численное моделирование

Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры, интерполяция, метод конечных элементов. Понятия о разностных схемах. Методы решения систем алгебраических уравнений. Методы решения краевых задач для систем обыкновенных дифференциальных уравнений.

Тема 4. Модели динамических систем

Теория динамических систем. Элементы теории бифуркаций. Локальный анализ и грубость динамических систем. Фракталы. Динамический хаос. Задачи оптимизации. Имитационное моделирование, имитационные эксперименты. Теоретический базис и система обеспечения безопасности в техносфере. Методологические основы риск-менеджмента на объекте повышенной опасности. Идентификация и предварительный анализ источников риска. Общие принципы прогнозирования риска происшествий в области эксплуатации воздушного транспорта.

5.3 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Содержание практических занятий	Трудоемкость (часы)
<i>Семестр 1</i>		
1	Практическое занятие по теме 1. Основные пакеты прикладных математических программ	2
2	Практическое занятие по теме 2. Элементы теории вероятностей и математической статистики	4
3	Практическое занятие по теме 3. Численные методы поиска экстремума	2
4	Практическое занятие по теме 4. Задачи оптимизации	4
Всего по дисциплине		12

В рамках практических занятий и самостоятельной работы обучающиеся формируют письменный отчет с ответами на задания по темам дисциплины, результаты которого поэтапно защищают на практических занятиях.

5.4 Самостоятельная работа обучающихся

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
Образовательный компонент		
1	1. Проработка и конспектирование учебного и научного материала по теме [6.1.1, 6.1.4]. 2. Самостоятельный поиск и анализ информации, необходимой для выполнения задания к практическому занятию №1	8

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
2	1. Проработка и конспектирование учебного и научного материала по теме [6.1.1, 6.1.4]. 2. Самостоятельный поиск и анализ информации, необходимой для выполнения задания к практическому занятию №2	16
3	1. Проработка и конспектирование учебного и научного материала по теме [6.1.1, 6.2.2]. 2. Самостоятельный поиск и анализ информации, необходимой для выполнения задания к практическому занятию №3	8
4	1. Проработка и конспектирование учебного и научного материала по теме [6.1.1, 6.1.2, 6.1.3]. 2. Самостоятельный поиск и анализ информации, необходимой для выполнения задания к практическому занятию №4	16
<i>Итого:</i>		48
Промежуточная аттестация		27
Всего по дисциплине		75

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор, место издания, издательство, год	Ссылка на электронный доступ
6.1.1	Моделирование систем и процессов. Методы разработки математических и комбинированных моделей систем и процессов в ГА: Учеб.пособ. для студентов вузов.	Е. А. Куклев, М. Ю. Смуров, А. Б. Байрамов. - СПб. : ГУГА, 2015. - 166с.	
6.1.2	Элементы теории дискретных динамических систем	В.С. Секованов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург :	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/103912 . (дата

№ п/п	Наименование	Автор, место издания, издательство, год	Ссылка на электронный доступ
	[Электронный ресурс] : учебное пособие	Лань, 2018. — 180 с. —	обращения: 15.01.2021).
6.1.3	Имитационное моделирование и системы управления [Электронный ресурс] : учебное пособие	Б.И. Решмин. — Электрон. дан. — Вологда : "Инфра-Инженерия", 2016. — 74 с.	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/80296 . (дата обращения: 15.01.2021).
6.1.4	Параметрические методы оптимизации в динамике полёта беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие	А.С. Шалыгин, И.Л. Петрова, В.А. Санников. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2010. — 126 с.	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/64107 . (дата обращения: 15.01.2021).

6.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор, место издания, издательство, год	Ссылка на электронный доступ
6.2.1	Исследование операций и методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие	А. В. Болотский, О. А. Кочеткова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 116 с.	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/136175 (дата обращения: 15.01.2021).
6.2.2	Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости [Электронный ресурс] : учебное пособие	Л.И. Высоцкий, Г.Р. Ко-перник, И.С. Высоцкий. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 64 с.	Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/44842 . (дата обращения: 15.01.2021).

6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем (при наличии)

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных/информационной справочной системы	Ссылка на информационный ресурс
-------	-----------------------------------------------------------------------------	---------------------------------

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных/информационной справочной системы	Ссылка на информационный ресурс
6.3.1		
6.3.2		

6.4 Программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

№ п/п	Наименование программного продукта	Тип продукта (полная лицензионная версия, учебная версия, распространяется свободно)
6.4.1		
6.4.2		

7 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для обеспечения образовательного процесса материально-техническими ресурсами используется аудитория № 800, оборудованная МОК (мультимедийный обучающий комплекс) – компьютер, проектор, интерактивная доска.

Материалы INTERNET, мультимедийные курсы, оформленные с помощью Microsoft Power Point, используются при проведении лекционных и практических занятий.

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Аудитория 800	Комплект учебной мебели: парты и стулья (вместимость: 12 посадочных мест). 12 персональных компьютеров, с доступом в сеть Интернет. МОК (мультимедийный обучающий комплекс) - компьютер, проектор, интерактивная доска
Читальный зал библиотеки с выходом в интернет	Комплект учебной мебели (столы, стулья, доска); рабочие места в составе (ПК, монитор, клавиатура, мышь)

8 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины используются следующие образовательные технологии: входной контроль, лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематически последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями и навыками читаемой дисциплины. В лекции делается акцент на реализацию главных идей и направлений в изучении дисциплины, дается установка на последующую самостоятельную работу. По дисциплине планируется проведение информационных лекций, которые направлены на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний в предметной области дисциплины. Ведущим методом в лекции выступает устное изложение преподавателем учебного материала, которое сочетается с использованием среды PowerPoint, Word, Excel с целью расширения образовательного информационного поля, повышения скорости обработки и передачи информации, обеспечения удобства преобразования и структурирования информации для трансформации ее в знание.

Практические занятия – это метод репродуктивного обучения, обеспечивающий связь теории и практики, содействующий выработке у обучающихся умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы. Практические занятия как образовательная технология помогают обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера. На практических занятиях по дисциплине происходит обучение умениям и навыкам, необходимым для финансовой диагностики, закрепляя полученные в ходе лекций и самостоятельной работы знания.

Таким образом, практические занятия по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практические занятия по дисциплине подкрепляются самостоятельной учебно-исследовательской работой обучающихся и ставят цель систематизировать, закрепить и углубить теоретические и практические знания, умения и навыки по профилю подготовки с целью их применения для решения профессиональных задач.

Практические занятия по дисциплине являются составляющими практической подготовки обучающихся, так как предусматривают их участие в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Самостоятельная работа обучающихся реализуется в систематизации, планировании, контроле и регулировании его учебно-профессиональной деятельности, а также в активизации собственных познавательно-мыслительных действий без непосредственной помощи и руководства со стороны преподавателя. Основной целью самостоятельной работы является формирование навыка самостоятельного приобретения им знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий. Самостоятельная работа подразумевает выполнение обучающимися работы по поиску и анализу информации, проработку на этой основе учебного материала, подготовку к устному опросу, тестированию, а также сбор, обработку материалов для выполнения заданий к практическим занятиям.

Контактная работа с обучающимися также может включать интерактивные формы образовательных технологий. В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие информационные технологии: электронные ресурсы, технологии Internet, электронная почта, издательские системы (Microsoft Word), электронные таблицы (Microsoft Excel), технологии мультимедиа (PowerPoint) и другие.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

9.1 Содержание фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине предназначен для выявления и оценки уровня и качества знаний обучающихся по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачета в третьем семестре.

Фонд оценочных средств для текущего контроля включает тесты.

Тестирование проводится, как правило, в течение 10 минут по темам в соответствии с данной программой и предназначено для проверки обучающихся на предмет освоения пройденного материала.

Промежуточная аттестация в третьем семестре в форме зачета позволяет оценить уровень освоения обучающимися программы дисциплины за отчетный период ее изучения. Промежуточная аттестация предполагает сдачу отчетов к практическим занятиям в письменном виде и устный ответ на один теоретический вопрос.

Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность обучающихся на лекциях и практических занятиях, их участие в конференциях и подготовку ими публикаций.

9.2 Контрольные вопросы для проведения входного контроля знаний

1. Способы поиска научной информации.
2. Понятия эксперимент, опыт, гипотеза, теория.
3. Общенаучные методы познания.
4. Актуальность научного исследования.
5. Понятие методологии научного исследования.
6. Актуальность научного исследования.
7. Объект и предмет научного исследования.
8. Задачи научного исследования.
9. Понятия метода, принципа, способа познания
10. Понятие и требования к научной гипотезе.
11. Научное доказательство и опровержение.

...

9.3 Шкала оценивания при проведении промежуточной аттестации

Тестирование

«Отлично»: правильные ответы даны на более 75 % вопросов.

«Хорошо»: правильные ответы даны на 65 % – 74% вопросов.

«Удовлетворительно»: правильные ответы даны на 50% – 64% вопросов.

«Неудовлетворительно»: правильные ответы даны на менее 50% вопросов.

Зачет

«Зачтено» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по дисциплине.

«Не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины.

При проведении зачета в форме тестирования:

«Зачтено» – правильные ответы даны на более 50% вопросов.

«Не зачтено» – правильные ответы даны на менее 50% вопросов.

9.4 Типовые контрольные вопросы для проведения текущего контроля освоения дисциплины

Тема 1. Основные принципы математического моделирования.

1. Классификация математических моделей.
2. Свойства математических моделей.
3. Виды пакетов прикладных математических программ.
4. Методы исследования математических моделей.

Тема 2. Вероятностное и статистическое моделирование.

1. Основные понятия теории вероятностей.
2. Основные понятия математической статистики.
3. Точечные и интервальные оценки.

4. Понятие марковского процесса.
5. Метод статистических испытаний.
6. Метод Монте-Карло.

Тема 3. Численное моделирование

1. Интерполяция.
2. Метод конечных элементов.
3. Понятия о разностных схемах.

Тема 4. Модели динамических систем.

1. Состояние динамической системы.
2. Способы задания динамических систем.
3. Эволюция динамической системы.
4. Постановка задачи линейной оптимизации.
5. Условия применения имитационной модели.
6. Этапы построения имитационной модели.
7. Примеры имитационных моделей.

9.5 Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачета

1. Классификация математических моделей.
2. Свойства математических моделей.
3. Этапы моделирования.
4. Методы исследования математических моделей.
5. Проверка адекватности моделей.
6. Применение теории вероятностей и математической статистики в моделировании.
7. Базовые принципы теории надежности
8. Базовые принципы теории массового обслуживания.
9. Локальный анализ и грубость динамических систем.
10. Автоколебания.
11. Бифуркация Андронова — Хопфа.
12. Фракталы.
13. Точечные и интервальные оценки стохастических систем.
14. Марковский процесс (марковская цепь).
15. Метод статистических испытаний.
16. Моделирование систем массового обслуживания (СМО).
17. Задачи линейной и выпуклой оптимизации.
18. Область, условия применения и этапы построения имитационной модели.
19. Критерии оценки адекватности модели.
20. Проблемы, связанные с практическим использованием имитационных моделей.
21. Численные методы поиска экстремума.
22. Методы решения систем алгебраических уравнений.

- 23. Интерполяция.
- 24. Метод конечных элементов.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к изучению дисциплины, обучающимся необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий и списком рекомендованной литературы. Обучающимся следует уяснить, что уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от его активной и систематической работы на лекциях и практических занятиях. В этом процессе важное значение имеет самостоятельная работа, направленная на его вовлечение в самостоятельную познавательную деятельность с целью формирования самостоятельности мышления, способностей к профессиональному саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации. На первом занятии преподаватель проводит входной контроль в форме устного или письменного опроса по вопросам входного тестирования.

Основными видами аудиторной работы обучающихся являются лекции и практические занятия. В ходе лекции преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия, а также соответствующие теоретические и практические проблемы, дает задания и рекомендации для практических занятий, а также указания по выполнению обучающимся самостоятельной работы.

Задачами лекции являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой дисциплины, ее прикладным значением для развития бизнеса;
- краткое, но по существу, изложение комплекса основных научных понятий, подходов, принципов, методов данной дисциплины;
- краткое изложение наиболее существенных положений, раскрытие особенно сложных, актуальных вопросов, освещение дискуссионных проблем.

Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Принципиально неверным, но получившим в наше время достаточно широкое распространение, является отношение к лекции как к «диктанту», который обучающийся может аккуратно и дословно записать. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста.

Полезно применять какую-либо удобную систему сокращений и условных обозначений. Применение такой системы поможет значительно ускорить процесс записи лекции. Конспект лекции предпочтительно писать в одной тетради, а не на отдельных листках, которые потом могут затеряться. Рекомендуется в конспекте лекций оставлять свободные места или поля,

например, для того, чтобы была возможность записи необходимой информации при работе над материалами лекций.

При ведении конспекта лекции необходимо четко фиксировать рубрикацию материала – разграничение разделов, тем, вопросов, параграфов и т. п. Обязательно следует делать специальные пометки, например, в случаях, когда какое-либо определение, положение, вывод остались неясными, сомнительными. Иногда обучающийся не успевает записать важную информацию в конспект. Тогда необходимо сделать соответствующие пометки в тексте, чтобы не забыть, восполнить эту информацию в дальнейшем.

Качественно сделанный конспект лекций поможет обучающемуся в процессе самостоятельной работы и при подготовке к сдаче зачета с оценкой.

Практические занятия по дисциплине «Иностранный язык» проводятся в соответствии с их тематическим планом.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы.

Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель: кратко доводит до обучающихся цели и задачи занятия, обращая их внимание на наиболее сложные вопросы по изучаемой теме; проводит устный опрос обучающихся, в ходе которого также обсуждаются дискуссионные вопросы.

На практических занятиях обучающиеся представляют самостоятельно подготовленные сообщения, в том числе в виде презентаций, которые выполняются в MS PowerPoint, конспектируют новую информацию и обсуждают эти сообщения, решают расчетные и ситуационные задачи и выполняют задания, а также участвуют в групповой работе по решению ситуационных задач.

В современных условиях перед обучающимися стоит важная задача – научиться работать с массивами информации. Обучающимся необходимо развивать в себе способность и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения. Обучающимся необходимо научиться управлять своей исследовательской и познавательной деятельностью в системе «информация – знание – информация». Прежде всего, для достижения этой цели, в вузе организуется самостоятельная работа обучающихся. Кроме того, современное обучение предполагает, что существенную часть времени в освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно. Принято считать, что такой метод обучения должен способствовать творческому овладению обучающимися специальными знаниями и навыками.

Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает в себя:

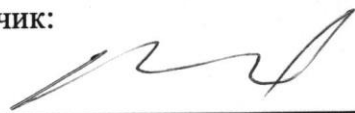
- самостоятельный поиск, анализ информации и проработка учебного материала;
- подготовку к тестированию;
- иные виды в соответствии с планом освоения дисциплины.

Систематичность занятий предполагает равномерное распределение объема работы в течение всего предусмотренного учебным планом срока овладения дисциплиной. Такой подход позволяет избежать дефицита времени, перегрузок, спешки и т. п. в завершающий период изучения дисциплины. Последовательность работы означает преемственность и логику в овладении знаниями по дисциплине. Данный принцип изначально заложен в учебном плане при определении очередности изучения дисциплин. Аналогичный подход применяется при определении последовательности в изучении тем дисциплины.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями Федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №951 от 20.10.2021, программами аспирантуры по научным специальностям, разработанным и утвержденным Университетом.

Разработчик:

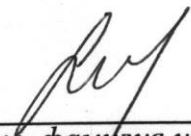
к.ф.-м.н.


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчика)

Д.Л. Московкин

И.о. заведующего кафедрой №8

к.т.н.

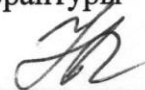

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Ю.В. Земсков

Программа согласована:

Начальник управления аспирантуры и докторантуры


д.э.н., профессор


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы)

Байдукова Н.В.

Проректор по науке и цифровизации

д.т.н., доцент

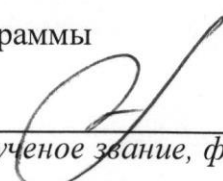

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы)

Костин Г.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методического совета Университета 22.06.2022, протокол №__

Руководитель образовательной программы

д.т.н., доцент


(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы)

Костин Г.А.