



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**  
**ЗАДАЧИ СО СВОБОДНЫМИ ГРАНИЦАМИ**

*Наименование научной специальности*

1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

*Уровень высшего образования*

Подготовка кадров высшей квалификации

*Форма обучения*

Очная

Санкт-Петербург  
2022

## **1 Цели и задачи освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Задачи со свободными границами» является формирование у обучающихся профессиональных компетенций, обеспечивающих способность и готовность аспирантов к выполнению научно-исследовательской деятельности в области механики жидкости, газа и плазмы на примере решения задач со свободными границами.

Задачами освоения дисциплины являются получение знаний о способах постановки, методах решения задач со свободными границами и для проведения научно-исследовательской деятельности в профессиональной области.

## **2 Место дисциплины в структуре программ аспирантуры**

Дисциплина «Задачи со свободными границами» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплины «Методы математического моделирования».

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре.

## **3 Планируемые результаты изучения дисциплины**

➤ *Знать:*

- способы постановки задачи со свободной границей;
- способы моделирования задач со свободными границами.

➤ *Уметь:*

- описывать и исследовать модели стационарных и нестационарных процессов;
- прогнозировать результаты математического моделирования задач со свободными границами.

➤ *Владеть:*

- навыками анализа полученных результатов с применением численных методов;
- навыками интерпретации экспериментальных данных в задачах со свободными границами.

## **4 Объем дисциплины и виды учебной работы**

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

Наименование	Всего часов	Семестр 4
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 4 – 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. Дополнительные главы теории функций комплексного переменного	2	2	8	2	14
Тема 2. Векторное поле и комплексный потенциал в задачах механики жидкости и газа	4	4	16	10	34
Тема 3. Стационарные задачи Хеле-Шоу	4	4	16	10	34
Тема 4. Нестационарные задачи Хеле-Шоу	2	2	8	5	17
Итого по дисциплине	12	12	48	27	99

## 5.2 Содержание дисциплины (тематический план)

### **Тема 1. Дополнительные главы теории функций комплексного переменного**

Функции комплексного переменного. Предел, дифференцируемость и аналитичность функции комплексного переменного. Интегрирование функций комплексного переменного. Формулы Коши, Шварца и Келдыша-Седова. Представление функций комплексного переменного рядами. Ряды Тейлора и ряды Лорана. Принцип симметрии. Конформные отображения с применением элементарных функций. Функция Жуковского. Дробно-линейное преобразование. Интеграл Шварца-Кристоффеля.

### **Тема 2. Векторное поле и комплексный потенциал в задачах механики жидкости и газа**

Векторное поле. Дивергенция и ротор вектор-функции. Условия соленоидальности и потенциальности. Условия Коши-Римана аналитичности функции. Функция тока, потенциал и комплексный потенциал. Комплексный потенциал и векторное поле простейших течений. Задача безотрывного обтекания профиля потоком идеальной жидкости. Задача о электрическом поле в зазоре между стержневым и плоским электродами. Задача о течении струи вдоль стенки с изломом.

### **Тема 3. Стационарные задачи Хеле-Шоу**

Стационарные процессы формообразования как предельный случай нестационарности. Постановка стационарной и предельно-стационарной задач. Условие стационарности. Стационарная обработка криволинейным электрод-инструментом. Метод годографа. Стационарная электрохимическая обработка

плоским ЭИ с прямолинейным выступом. Предельная ЭХО плоским ЭИ с прямолинейным выступом. Моделирование процесса стационарной электрохимической обработки плоским ЭИ с полукруглым выступом. Численные методы построения приближенных моделей формообразования с заданным радиусом кривизны.

#### **Тема 4. Нестационарные задачи Хеле-Шоу**

Физическая постановка задачи моделирования нестационарных процессов. Математическая модель нестационарного процесса. Постановка плоской нестационарной задачи. Разработка численно-аналитического метода решения нестационарной задачи. Интеграл Шварца. Краевые условия. Численные методы расчета границ области для нестационарного процесса. Численные методы расчета сдвига граничных точек области для шага по времени. Применение метода предиктор-корректор.

### **5.3 Практические занятия**

Номер темы дисциплины	Содержание практических занятий	Трудо-емкость (часы)
<i>Семестр 1</i>		
1	Практическое занятие 1. Конформные отображения с применением элементарных функций	2
2	Практическое занятие по теме 2. Задача безотрывного обтекания профиля потоком идеальной жидкости	4
3	Практическое занятие по теме 3. Стационарная и предельная электрохимическая обработка плоским ЭИ с прямолинейным выступом	4
4	Практическое занятие по теме 4. Численно-аналитические методы решения нестационарной задачи.	2
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		

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
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
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 [6.1.2, 6.1.3]. 2. Самостоятельный поиск и анализ информации, необходимой для выполнения задания к практическому занятию №3	16
4	1. Проработка и конспектирование учебного и научного материала по теме [6.1.2, 6.1.3]. 2. Самостоятельный поиск и анализ информации, необходимой для выполнения задания к практическому занятию №4	8
<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	Методы теории функций комплексного переменного: Учеб.пособ.	М. А. Лаврентьев, Б. В. Шабат. - Изд.4-е,испр. - М. : Наука, 1973. - 736с.	
6.1.2	Численные методы [Электронный ресурс] :	Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М.	<a href="https://e.lanbook.com/book/70767">https://e.lanbook.com/book/70767</a> (дата

№ п/п	Наименование	Автор, место издания, издательство, год	Ссылка на электронный доступ
	учебное пособие	Кобельков. — М.: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с.	обращения: 15.01.2021).
6.1.3	Моделирование нестационарных процессов (на при-мере решения задач Хеле-шоу): Учеб.пособ. для студентов вузов.	Р. Р. Муксимова, В. П. Житников. - СПб. : ГУГА, 2015. - 75с.	
6.1.4	Дополнительные главы теории функций комплексного переменного	В. П. Житников, Н.М. Шерыхалина, Р. Р. Муксимова. - Уфа: УГАТУ, 2014. – 85 с.	

## 6.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор, место издания, издательство, год	Ссылка на электронный доступ
6.2.1	Численные методы [Электронный ресурс] : учебник	Е.А. Волков. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 256 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/54">https://e.lanbook.com/book/54</a> (дата обращения: 15.01.2021).
6.2.2	Математическое и физическое моделирование потенциальных течений жидкости [Электронный ресурс] : учебное пособие	Л.И. Высоцкий, Г.Р. Коперник, И.С. Высоцкий. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. 64 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/44842">https://e.lanbook.com/book/44842</a> (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
6.3.1		

№ п/п	Наименование профессиональной базы данных/информационной справочной системы	Ссылка на информационный ресурс
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 4 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 4 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. Классификация математических моделей.
  2. Свойства математических моделей.
  3. Этапы моделирования.
  4. Методы исследования математических моделей.
  5. Проверка адекватности моделей.
  6. Применение дифференциального и интегрального исчисления в моделировании.
  7. Применение теории вероятностей и математической статистики в моделировании.
  8. Область, условия применения и этапы построения имитационной модели.
  9. Критерии оценки адекватности модели.
  10. Примеры имитационных моделей. Проблемы, связанные с практическим использованием имитационных моделей.
  11. Численные методы поиска экстремума.
  12. Численные методы вейвлет-анализа.
  13. Методы решения систем алгебраических уравнений.
  14. Интерполяция.
  15. Метод конечных элементов.
- ...

## 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. Дополнительные главы теории функций комплексного переменного

1. Представление функций комплексного переменного рядами Лорана.

2. Конформные отображения с применением элементарных функций  $x^n$ ,  $\exp(x)$ ,  $\ln x$ .

3. Конформные отображения с применением функции Жуковского.

4. Дробно-линейное преобразование.

5. Интеграл Шварца-Кристоффеля.

Тема 2. Векторное поле и комплексный потенциал в задачах механики жидкости и газа

1. Дивергенция и ротор вектор-функции.

2. Условие соленоидальности.

3. Условие потенциальности.

4. Условия Коши-Римана аналитичности функции.

5. Функция тока, линии тока.

6. Потенциал и комплексный потенциал.

Тема 3. Стационарные задачи Хеле-Шоу

1. Условие стационарности.

2. Условие предельного формообразования.

3. Метод годографа.

4. Параметрическая плоскость и ее применение.

Тема 4. Нестационарные задачи Хеле-Шоу

1. Интеграл Шварца.

2. Функция  $z_a$ .

3. Функция  $z_c$ .

4. Сдвиг граничных точек области в процессе шага по времени.

5. Метод предиктор-корректор.

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

1. Аналитические и численные методы решения нестационарных задач, примеры.
2. Квазистационарное приближение. В чем заключается сложность описания нестационарных процессов?
3. Начальные условия нестационарной задачи в плоскопараллельном МЭП.
4. Постановка задачи при помощи закона Фарадея.
5. Вывод краевого условия для стационарного процесса (условие стационарности). Краевое условие для предельного режима
6. Постановка задачи стационарной обработки криволинейным ЭИ. Применение метод годографа при решении задачи.
7. Способы и цель отображения с одной параметрической плоскости на другую. Приведите примеры.
8. Особенности применения рядов Лорана при конформных отображениях.
9. Методы разработки приближенных моделей формообразования. Приведите примеры.

10. Интерполяционный многочлен Лагранжа, применение, способы оценки погрешности.
11. Оценка погрешности интерполяции многочленом большей степени.
12. Метод экстраполяции с помощью правила Ричардсона.
13. Методы оценки погрешности интерполяционной модели.
14. Приведите закон Фарадея, описывающий процесс электрохимического растворения в дифференциальной форме.
15. Виды функций моделирования зависимость выхода по току от плотности тока.
16. Различные формы области на плоскости комплексного потенциала: в виде вертикальной полосы, полуполосы, прямоугольника. Описать и объяснить.
17. Виды граничных условий для задачи Хеле-Шоу.
18. Функция анодной поверхности  $z_a(\chi, \tau)$ . Ее свойства. Приведите примеры использования формулы Шварца
19. Функция поверхности катода  $z_c(\xi, \tau)$ . Ее свойства. Приведите примеры использования формулы Шварца
20. Восстановление функций  $z_a(\chi, \tau)$  и  $z_c(\xi, \tau)$  с помощью кубического сплайна.
21. Шаг по времени методом предиктор-корректор.
22. Математическая модель погрешности при численной фильтрации результатов.

## 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.



Д.Л. Московкин

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

И.о. заведующего кафедрой №14

к.т.н.



Ю.В. Земсков

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

Программа согласована:

Начальник управления аспирантуры и докторантуры

д.э.н., профессор

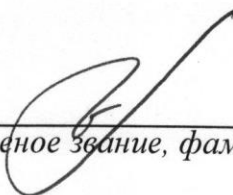


Байдукова Н.В.

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

Проректор по науке и цифровизации

д.т.н., доцент



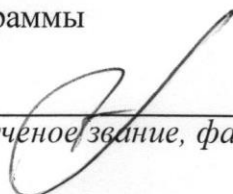
Костин Г.А.

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

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

Руководитель образовательной программы

д.т.н., доцент



Костин Г.А.

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