



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра прикладной математики и компьютерных наук

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

 П.Г. Кононенко  
(подпись)

« 19 » июня 20 19 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
Математические методы в естествознании

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	01.03.01 Математика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Математика

Иваново



### **1. Цели освоения дисциплины**

- изучить основные математические структуры, необходимые при решении возникающих в естествознании задач;
- овладеть применением математических методов при формализации и решении возникающих в естествознании задач.

### **2. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина входит в обязательную часть.

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные понятия, утверждения и методы алгебры и геометрии, математического анализа, дискретной математики, дифференциальных уравнений.

Уметь: решать типовые задачи алгебры и геометрии, математического анализа, дискретной математики, дифференциальных уравнений.

Иметь: практический опыт и навыки применения методов алгебры и геометрии, математического анализа, дискретной математики, дифференциальных уравнений.

Практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: производственная практика, педагогическая, производственная практика, преддипломная.

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

#### **3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

общепрофессиональные (ОПК):

ОПК-2: Способен разрабатывать, анализировать и внедрять новые математические модели в современных естествознании, технике, экономике и управлении.

#### **3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

базовые основы современных математических методов в естествознании, связанных с разработкой, анализом и внедрением новых математических моделей в современных естествознании, технике, экономике и управлении (ОПК-2.1).

Уметь:

использовать математические методы в естествознании в профессиональной деятельности (ОПК-2.2).

Иметь практический опыт/Иметь навыки:

опыт применения современных математических методов в естествознании, связанных с разработкой, анализом и внедрением новых математических моделей в современных естествознании, технике, экономике и управлении (ОПК-2.3).

### **4. Объем и содержание дисциплины**

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

#### **4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа**

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика)

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения)
			Занятия лекционно- го типа	Занятия семинарского типа	Формы промежуточной аттестации
1.	Введение. Примеры задач естествознания, их формализация.	6	6	2 практ. занятие	Выступления на занятиях семинарского типа.
2.	Основные определения и классификация экстремальных задач.	6	4	4 практ. занятие	Выступления на занятиях семинарского типа.
3.	Теоремы существования решения в экстремальных задачах.	6	4	4 практ. занятие	Выступления на занятиях семинарского типа.
4.	Гладкие конечномерные экстремальные задачи без ограничений.	6	4	4 практ. занятие	Выступления на занятиях семинарского типа.
5.	Задачи математического программирования.	6	4	4 практ. занятие	Выступления на занятиях семинарского типа.
6.	Задачи выпуклого программирования.	6	4	4 практ. занятие	Выступления на занятиях семинарского типа.
7.	Простейшая задача классического вариационного исчисления.	6	4	4 практ. занятие	Выступления на занятиях семинарского типа.
8.	Задачи, сводящиеся к решению интегральных уравнений.	6	4	4 практ. занятие	Выступления на занятиях семинарского типа.
Итого за семестр:			34	30	Экзамен
Итого по дисциплине:			34	30	

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

1. Введение. Примеры задач естествознания, их формализация.
  - 1.1. Задача Архимеда.
  - 1.2. Задача Аполлония.
  - 1.3. Задача о брахистохроне.
  - 1.4. Задача навигации.
2. Основные определения и классификация экстремальных задач.
  - 2.1. Общие экстремальные задачи: постановка, основные определения, типы ограничений.
  - 2.2. Расширенная постановка экстремальной задачи, нижнее и верхнее значения экстремальной задачи, минимизирующая и максимизирующая последовательности.
  - 2.3. Классы экстремальных задач.
3. Теоремы существования решения в экстремальных задачах.
  - 3.1. Теорема Вейерштрасса.
  - 3.2. Теорема Лебега.
  - 3.3. Теорема для некомпактного ограничения в случае роста функционала на бесконечности вдоль ограничения.
4. Гладкие конечномерные экстремальные задачи без ограничений.
  - 4.1. Постановка гладкой конечномерной экстремальной задачи без ограничений, определения.
  - 4.2. Необходимые условия экстремума 1-ого порядка.
  - 4.3. Необходимые условия экстремума 2-ого порядка.
  - 4.4. Достаточные условия экстремума 2-ого порядка.
  - 4.5. Алгоритм решения гладкой конечномерной экстремальной задачи без ограничений.
5. Задачи математического программирования.
  - 5.1. Постановка общей задачи математического программирования, определения.



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика)

---

- 5.2. Задачи математического программирования с ограничениями в виде равенств и неравенств.
- 5.3. Теорема о неявной функции, лемма о допустимом векторе.
- 5.4. Функция Лагранжа.
- 5.5. Правило множителей Лагранжа для задачи математического программирования с ограничениями в виде равенств. Вырожденные и регулярные стационарные точки.
- 5.6. Метод неопределенных множителей Лагранжа.
- 5.7. Правило множителей Лагранжа для задачи математического программирования с ограничениями в виде равенств и неравенств.
- 6. Задачи выпуклого программирования.
  - 6.1. Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества в линейных пространствах, выпуклые функции.
  - 6.2. Постановка общей задачи выпуклого программирования как задачи минимизации выпуклой функции на выпуклом множестве. Постановка простейшей задачи выпуклого программирования.
  - 6.3. Основное свойство общей задачи выпуклого программирования об абсолютном минимуме.
  - 6.4. Теорема Куна-Таккера. Условие Слейтера.
- 7. Простейшая задача классического вариационного исчисления.
  - 7.1. Постановка простейшей задачи классического вариационного исчисления. Понятия слабого и сильного локальных экстремумов в простейшей задаче классического вариационного исчисления, связь между этими видами экстремумов.
  - 7.2. Уравнение Эйлера-Лагранжа. Допустимые экстремали. Первые интегралы уравнения Эйлера-Лагранжа.
  - 7.3. Квадратичные простейшие задачи классического вариационного исчисления. Формула приращения квадратичного функционала.
  - 7.4. Достаточные условия абсолютного экстремума в квадратичной простейшей задаче классического вариационного исчисления.
  - 7.5. Неравенство Виртингера.
  - 7.6. Примеры простейших задач классического вариационного исчисления: решение задачи о брахистохроне, постановка и решение задачи о гармоническом осцилляторе.
- 8. Задачи, сводящиеся к решению интегральных уравнений.
  - 8.1. Понятие интегрального уравнения. Классификация интегральных уравнений.
  - 8.2. Нелинейные интегральные уравнения. Уравнение Урысона, уравнение Гаммерштейна, нелинейное уравнение Вольтерра.
  - 8.3. Примеры задач, сводящихся к решению интегральных уравнений.
  - 8.4. Метод последовательных приближений решения интегральных уравнений.
  - 8.5. Теоремы существования и единственности решений интегральных уравнений.
  - 8.6. Теоремы Фредгольма. Альтернатива Фредгольма.
  - 8.7. Повторные ядра. Резольвента.
  - 8.8. Интегральные уравнения с вырожденным ядром.
  - 8.9. Аппроксимация решения интегрального уравнения с невырожденным ядром решением интегрального уравнения с вырожденным ядром.

## **5. Образовательные технологии**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: технологии смешанного обучения, технология проблемного обучения.



## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Специфика компетентностно-ориентированного подхода, лежащего в основе действующих образовательных стандартов, обуславливает необходимость правильной и эффективной организации самостоятельной работы студентов. Для успешного изучения курса студентам следует не только посещать все лекционные занятия и занятия семинарского типа, но и как можно больше работать самостоятельно с учебниками, учебными и учебно-методическими пособиями, монографиями, научными журналами, сборниками статей, материалами конференций, в научных, в том числе электронных, библиотеках. В связи с этим студентам рекомендуется обратить особое внимание на список литературы по дисциплине. В нем указана учебная и научная литература, ресурсы Интернета, которые могут быть использованы как для подготовки к занятиям, так и при подготовке к итоговой отчетности по дисциплине.

Для эффективного формирования знаний, умений и навыков, предусмотренных программой курса, студентам важно правильно организовать подготовку к аудиторным занятиям.

Лекции – форма учебного занятия, цель которого состоит в рассмотрении теоретических вопросов излагаемой дисциплины в логически выдержанной форме. Весьма полезной для овладения материалом является «система опережающего чтения», когда студент предварительно прочитывает по темам лекций материал, содержащийся в учебниках, учебных и учебно-методических пособиях, что позволяет более глубоко воспринимать лекции преподавателя. Поможет получить новые знания и систематизировать их составление студентами конспектов прочитанных работ в соответствии с содержанием программы и примерным перечнем контрольных вопросов. Это также существенно облегчит подготовку к аттестации по дисциплине.

Занятия семинарского типа – групповая форма занятий, проходящих при активном участии студентов. Они способствуют углублённому изучению наиболее сложных вопросов дисциплины и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы студентов. На этих занятиях студенты учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, вести полемику, убеждать, доказывать, опровергать, отстаивать свои убеждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Умение выступать перед аудиторией и грамотно обосновывать свою позицию – необходимые навыки. Занятия семинарского типа призваны не только углубить и закрепить теоретические знания студентов, но и научить пользоваться этими знаниями на практике. На занятия семинарского типа выносятся наиболее важные и сложные для изучения темы курса. Качество самостоятельной работы студентов проверяется преподавателем во время занятий семинарского типа путем проведения устного опроса.

Для организации самостоятельной работы студентов по освоению учебного материала практикуется выдача студентам учебной литературы (см. список литературы) и методических указаний (см. приложение 1 к данной РП) в текстовой или электронной форме. Для самоконтроля и подготовки студентов к итоговой отчетности по дисциплине выдается список вопросов.

## **7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Форма отчетности по данной дисциплине – экзамен. Экзамен проводится в устной форме. К нему допускаются все студенты.

Все студенты отвечают на вопросы из билета. В билет входят 2 теоретических вопроса. Ответ на каждый из вопросов оценивается максимально до 5 баллов. Итоговый результат за ответ определяется как среднее арифметическое между полученными им баллами за ответы на теоретические вопросы (при необходимости используется округление до ближайшего целого числа). Оценка «отлично» выставляется студенту, если среднее арифметическое (или его округление до



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика)

целого) между полученными студентом баллами за ответы на теоретические вопросы равно 5. Оценка «хорошо» выставляется студенту, если среднее арифметическое (или его округление до целого) между полученными студентом баллами за ответы на теоретические вопросы равно 4. Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если среднее арифметическое (или его округление до целого) между полученными студентом баллами за ответы на теоретические вопросы равно 3. Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если среднее арифметическое (или его округление до целого) между полученными студентом баллами за ответы на теоретические вопросы равно 2.

Итоговой оценкой по дисциплине служит оценка за экзамен.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Васильева, А.Б. Интегральные уравнения: учебное пособие / А.Б. Васильева, Н.А. Тихонов. - Москва : Физматлит, 2003. - 78 с. - ISBN 5-9221-0275-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68122>
2. Крутиков, В.Н. Методы оптимизации : учебное пособие / В.Н. Крутиков. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2011. - 92 с. - ISBN 978-5-8353-1132-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232682>
3. Летова, Т.А. Методы оптимизации. Практический курс : учебное пособие / Т.А. Летова, А.В. Пантелеев. - Москва : Логос, 2011. - 424 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-540-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84995>
4. Мицель, А.А. Методы оптимизации : учебное пособие / А.А. Мицель, А.А. Шелестов, В.В. Романенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР), ФАКУЛЬТЕТ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ (ФДО). - Томск : ТУСУР, 2017. - 198 с. : ил. - Библиогр.: с.193-194. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481034>
5. Моклячук М. П. Вариационное исчисление. Экстремальные задачи. Учебник - Москва — Ижевск: Институт компьютерных исследований , 2006. <http://www.biblioclub.ru/book/114732/>
6. Сухарев, А.Г. Курс методов оптимизации : учебное пособие / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. - 2-е изд. - Москва : Физматлит, 2011. - 368 с. - ISBN 978-5-9221-0559-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=76629>
7. Федунец, Н.И. Методы оптимизации : учебное пособие / Н.И. Федунец, Ю.Г. Черников. - Москва : Горная книга, 2009. - 376 с. - ISBN 978-5-7418-0557-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229023>

Дополнительная литература:

1. Алексеев, В. М. Сборник задач по оптимизации / Алексеев В. М., Галеев Э. М., Тихомиров В. М. М.: Физматлит, 2007. - 254 с ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://www.biblioclub.ru/book/67227/>
2. Васильева, А.Б. Дифференциальные и интегральные уравнения. Вариационное исчисление в примерах и задачах / А.Б. Васильева, Г.Н. Медведев, Н.А. Тихонов. - Москва : Физматлит, 2005. - 214 с. - ISBN 5-9221-0628-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68123>
3. Ловитт, У.В. Линейные интегральные уравнения / У.В. Ловитт ; ред. Д.А. Райков. - 2-е изд. - Москва : Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1957. - 266 с. - ISBN 978-5-4458-4440-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213744>



Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика)

4. Манжиров, А.В. Справочник по интегральным уравнениям / А.В. Манжиров, А.Д. Полянин. - Москва : Физматлит, 2003. - 609 с. - ISBN 5-9221-0288-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82653>

5. Струченков, В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах / В.И. Струченков. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 434 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3800-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457743>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»  
<https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации.





Основная профессиональная образовательная программа  
01.03.01 Математика  
(Математика)

**Автор(ы) рабочей программы дисциплины:** доцент кафедры прикладной математики и компьютерных наук, канд. физ.-мат. наук, доцент Туманова Е. А.

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры прикладной математики и компьютерных наук

« 13 » сентября 20 19 г., протокол № 11

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_  
(подпись)