

# Методы математической физики

Лекторы:



**Язык:**

Русский

**Трудоемкость:**

3 з.е.

**Форма контроля:**

Экзамен

**Образовательная программа:**

Теоретическая и экспериментальная физика

5 семестр

**Пререквизиты:**

Уравнения математической физики

Лекции (ак.час)*	Практические занятия (ак.час)	Лабораторные занятия (ак.час)
32	32	
*1 академический час = 45 минутам		

Дисциплина направлена на освоение студентами основных методов математической физики. Она предназначена для тех, кто намерен активно и осознанно использовать математический аппарат в физических исследованиях. Программа охватывает изучение основных методов теории уравнений в частных производных эллиптического, гиперболического и параболического типов (основного аппарата физики), теории интегральных уравнений, теории операторов, теории обобщенных функций, вариационного исчисления. Основная цель курса - сделать методы математической физики рабочим инструментом студентов, сориентированных на физические исследования, открыть для них общий математический взгляд на физические проблемы, который позволяет выявлять общие закономерности в разнородных физических явлениях.

# Содержание курса

## 5 семестр

### Методы математической физики

#### Структура курса

Разделы	Лекции (ак.ч.)	Практика (ак.ч.)
<b>1. Теория операторов</b>		
1.1. Метрические пространства. 1.2. Линейные нормированные пространства. 1.3. Гильбертовы пространства. Линейные операторы. 1.4. Ограниченные и непрерывные операторы. Обратные операторы. 1.5. Симметрические и самосопряженные операторы. График оператора. 1.6. Замкнутый оператор. Резольвента оператора. Точечный спектр. 1.7. Непрерывный и остаточный спектры. Спектр самосопряженного оператора.	8	8
<b>2. Обобщенные функции</b>		
2.1. Пространства основных и обобщенных функций. 2.2. Действия с обобщенными функциями. Сингулярные обобщенные функции. 2.3. Решения дифференциальных уравнений в классе обобщенных функций.	4	4
<b>3. Интегральные уравнения</b>		
3.1. Резольвента Фредгольма. Ряд Неймана. 37. Уравнение с вырожденным ядром. 3.2. Ряды Фредгольма для резольвенты. Диаграммная техника. 3.3. Теоремы Фредгольма для уравнения с вырожденным ядром. Альтернатива Фредгольма. 3.4. Вторая теорема Фредгольма. Третья теорема Фредгольма. Уравнение Вольтерра. 3.5. Интегральные преобразования Фурье и Лапласа. Интегральные уравнения с разностными ядрами.	8	8
<b>4. Основные задачи вариационного исчисления</b>		
4.1. Экстремум функционала. Вариация функционала. Необходимое условие экстремума. 4.2. Интегральные функционалы. 4.3. Задача с закрепленными концами. Уравнение Эйлера. 4.4. Задача со свободными концами. Естественные граничные условия. 4.5. Функционалы, зависящие от нескольких функций. Функционалы, зависящие от функций нескольких переменных.	6	6
4.6. Функционалы, зависящие от старших производных. 4.7. Изопериметрическая задача. Условный экстремум. 4.8. Общая формула первой вариации. Задача с подвижными концами. 4.9. Условие трансверсальности. Геодезические. Негладкие экстремали. Разрывные задачи первого и второго родов. Каноническая (гамильтонова) система. Уравнение Гамильтона-Якоби. Инвариантность функционала. Теорема Нётер. Прямые методы поиска экстремума. Прямые методы поиска собственных значений и собственных функций.	6	6

#### Рекомендуемые ресурсы

1. Лобанов И.С., Попов А.И., Попов И.Ю., Трифанов А.И. Типовой расчет по математической физике. Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 2018 – 39 с.  
[https://books.ifmo.ru/book/2189/tipovoy\\_raschet\\_po\\_matematicheskoy\\_fizike:\\_uchebno-metodicheskoe\\_posobie\\_/recenzenty:\\_miroshnichenko\\_g\\_p.\\_,\\_uzdin\\_v\\_m\\_.htm](https://books.ifmo.ru/book/2189/tipovoy_raschet_po_matematicheskoy_fizike:_uchebno-metodicheskoe_posobie_/recenzenty:_miroshnichenko_g_p._,_uzdin_v_m_.htm)
2. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики. Москва: Физматлит, 2004. – 400 с.
3. Власова Е.А., Марчевский И.К. Элементы функционального анализа. СанктПетербург: Лань, 2015. – 400 с.
4. Тихонов А.Н, Самарский А.А. Уравнения математической физики. Москва: Наука, 2004. – 798 с.
5. Смирнов В.И. Курс высшей математики. Том II / Пред. Л. Д. Фаддеева, пред. и прим. Е. А. Грининой: 24-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. - 848 с.
6. Блинова И.В., Попов И.Ю., Трифанова Е.С. Типовые расчеты по функциональному анализу. Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 2011 – 24 с. [https://books.ifmo.ru/book/647/tipovye\\_raschety\\_po\\_funkcionalnomu\\_analizu.htm](https://books.ifmo.ru/book/647/tipovye_raschety_po_funkcionalnomu_analizu.htm)
7. Попов И.Ю. Математическая физика. Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 2005 –105 с.
8. Блинова И.В., Попов И.Ю. Простейшие уравнения математической физики. Университет ИТМО, Санкт-Петербург, 2009 – 59 с.
9. [https://books.ifmo.ru/book/488/prosteyshie\\_uravneniya\\_matematicheskoy\\_fiziki.\\_uchebnoe\\_posobie.htm](https://books.ifmo.ru/book/488/prosteyshie_uravneniya_matematicheskoy_fiziki._uchebnoe_posobie.htm)
10. И.В., Кузнецов Е.А., Мильштейн А.И., Подивилов Е.В., Черных А.И., Шапиро Д.А., Шапиро Е.Г. Задачи по математическим методам физики. Изд. 4-е. - Москва: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009 – 288 с.

## Политика оценивания

### Оценочные средства дисциплины: экзамен.

Знания, умения и навыки обучающихся при промежуточной аттестации в форме экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

«Отлично» – обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

«Хорошо» – обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

«Удовлетворительно» – обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

«Неудовлетворительно» – обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания, задачи.

## Тип самостоятельных заданий

### Примеры экзаменационных билетов:

Экзаменационный билет № 11

1. Вопрос. Формулы Грина. Трехмерный случай.
2. Вопрос. Замкнутые операторы.

3\* \_\_\_\_\_

Экзаменационный билет № 12

1. Вопрос. Формулы Грина. n-мерный случай.
2. Вопрос. Функция Грина обыкновенного дифференциального оператора.

3\* \_\_\_\_\_