**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Государственное образовательное учреждение**

**Высшего профессионального образования**

**Новосибирский государственный университет**

**Механико-математический факультет**

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

"\_\_\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_ г.

Рабочая программа дисциплины

**Уравнения математической физики**

Направление подготовки

**010400 Прикладная математика и информатика**

**010800 Механика и математическое моделирование**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Новосибирск

2015

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Уравнения математической физики» входит в Базовую часть Профессионального цикла ООП по направлению подготовки «», все профили подготовки. Дисциплина реализуется на механико-математическом факультете Новосибирского государственного университета кафедрой дифференциальных уравнений ММФ НГУ.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, составляющих основу классической и отдельные элементы современной теории уравнений математической физики: вывод классических моделей математической физики, постановки краевых задач для различных типов уравнений и систем с частными производными, обоснование корректности классической и обобщенных постановок краевых задач.

Дисциплина нацелена на формирование общекультурных компетенций ОК-6, ОК-7, ОК-10, ОК-11, ОК -14 профессиональных компетенций ПК-1 – ПК-10, ПК-13, ПК-16, ПК-20, ПК-21, ПК-23, ПК- 25, ПК- 27, ПК-29.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме контрольных, самостоятельных, индивидуальных работ, промежуточный контроль в форме зачета. В конце преподавания курса предусмотрен экзамен.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 240 академических часа (из них 136 аудиторных). Программой дисциплины предусмотрены 68 часов лекционных и 68 часов практических занятий, а также 58 часов самостоятельной работы студентов. Остальное время – контроль в форме контрольных работ, зачета в пятом семестре, итогового экзамена в шестом семестре.

### 1.аЦелиаосвоенияадисциплиныа«Уравненияаматематическойафизики» Обязательный курс «Уравнения математической физики» предназначен для студентов III курса механико - математического факультета. Хорошее владение материалом курса предполагает понимание студентом основных положений теории, умение применять изученные методы для решения других, возможно, более сложных чем уже рассмотренные задач.

Для достижения этой цели выделяются задачи курса.

* Усвоение принципиальных моментов теории, к которым относятся: обоснование существования и единственности решения задачи Коши для одного уравнения и системы уравнений в частных производных в классе аналитических функций (теорема Коши - Ковалевской), понятие о характеристическом многообразии, классификация уравнений и систем в частных производных, понятие о корректности задачи математической физики, доказательство корректности постановки задачи Коши для строго гиперболических уравнений и систем в классах функций конечной гладкости, обоснование корректности постановки основных краевых задач для уравнений эллиптического типа, смешанных краевых задач для уравнений параболического типа, понятие об обобщенном решении, знание основных свойств функций из пространства Соболева, основ теории обобщенных функций, понятие о фундаментальном решении дифференциального оператора.
* Изучение основных методов решения задач.

Полученные теоретические знания позволяют сформировать представление об основных разделах современной теории уравнений с частными производными, о перспективных направлениях их развития. Эти знания - обязательная часть общематематической культуры и необходимы для проведения исследований по тем направлениям современной математики, в которых активно используются уравнения с частными производными. Теоретические знания подкрепляются практическими навыками самостоятельного решения не только типичных, но и более сложных задач.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть профессионального цикла образовательной программы подготовки дипломированного бакалавра по направлениям подготовки «Прикладная математика и информатика», «Механика и математическое моделирование». Изучение дисциплины опирается на курсы математического анализа, алгебры и геометрии, обыкновенных дифференциальных уравнений, теории функций комплексной переменной, функционального анализа, входящих в базовую часть математического и естественнонаучного цикла образовательной программы. Так как в процессе изучения дисциплины формируется представление о современных методах решения проблем, связанных с уравнениями с частными производными, то ее успешное освоение необходимо, например, для дальнейшего изучения математических дисциплин прикладного характера, в которых изучаются различные математические модели.

**3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Уравнения математической физики»**

При освоении дисциплины формируются:

* общекультурные компетенции ОК-6, ОК-7, ОК-10, ОК-11, ОК-14 (применение в научно-исследовательской и профессиональной деятельности базовых знаний в области фундаментальной и прикладной математики, получение значительных навыков самостоятельной исследовательской работы, умение находить, анализировать и обрабатывать информацию, фундаментальная подготовка в области математики и компьютерных наук и готовность к использованию полученных знаний в профессиональной деятельности, способность к анализу и синтезу информации, полученной из различных источников);
* профессиональные компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-13, ПК-16, ПК-20, ПК-21, ПК-23, ПК-25, ПК-27, ПК-29 (умение определить формы, закономерности и средства предметной области, понять поставленную задачу, сформулировать результат и строго его доказать, умение на основе анализа корректно сформулировать возможные результаты и самостоятельно оценить их последствия, умение грамотно пользоваться языком предметной области, способность ориентироваться в постановках задач, знание постановок классических задач, представление о корректности постановки задачи, понимание сути точности фундаментального знания, умение выделять главные смысловые аспекты математических рассуждений, владение методами математического и алгоритмического моделирования при анализе теоретических проблем и задач, а также при решении прикладных задач, владение проблемно-задачной формой представления естественно-научных знаний, умение самостоятельно математически корректно ставить естественно-научные и инженерно-физические задачи и организовывать их решение в рамках небольших коллективов, умение точно представить математические знания в устной форме, возможность преподавания математических дисциплин и информатики в общеобразовательных школах и учебных заведениях среднего и высшего профессионального образования).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

* ***знать*** основы построения математических моделей, описывающих различные физические явления, формулировки основных краевых задач для уравнений и систем различного типа, определения классического решения краевой задачи математической физики и различных его обобщений;
* ***уметь*** проводить корректные и математически строгие доказательства утверждений по материалу данного курса и других математических дисциплин, иметь представление о возможных обобщениях основных теоретических положений, о границах применимости того или иного метода;
* ***владеть*** навыками решения типичных задач по теории уравнений математической физики, а также базовыми навыками самостоятельного исследования математических проблем с помощью методов, изложенных в курсе.

### 4. Структура и содержание дисциплины «Уравнения математической физики»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, **240** часов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | | | | Раздел дисциплины | | Семестр | | Неделя семестра | | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость  (в часах) | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости  (*по неделям семестра*)  Форма промежуточной аттестации  **(***по семестрам***)** |
| Лекция | Практич.  работа | Самост. работа | Контр. работы | Зачет | Экзамен |
| 1 | | | | **1. Некоторые уравнения и системы математической физики.**  Вывод уравнения малых поперечных колебаний струны. Понятие о начальных данных и краевых условиях.  Задачи о равновесии и движении мембраны.  Вывод уравнения тепло-проводности, системы урав-нений газогидродинамики, системы уравнений Максвелла.  Уравнение Шредингера. | | 5 | | 1 | | 2 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 2 | | | | **2.Дифференциальные уравнения и системы с частными производными и их решения. Теорема Коши-Ковалевской.**  Обозначения Шварца. Определение дифферен-циального уравнения и системы с частными производными. Классические решения. Задача Коши. Формулировка теоремы Коши-Ковалевской (общий случай). Формулировка и доказательство теоремы Коши-Ковалевской для случая линейного уравнения с переменными коэффициен-тами. Область существо-вания аналитического решения. | | 5 | | 2,3 | | 4 |  | 2 |  |  |  |  |
| 3 | | | | **3.Характеристики уравнений и систем с частными производными.**  Обобщенная задача Коши. Характеристическая форма, характеристическое направ-ление. Определение харак-теристической поверхности системы и уравнения. Примеры постановок задач с данными на характеристике. | | 5 | | 4 | | 2 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 4  4 | | | | **4.Классификация уравнений и систем.**  Классификация уравнений и систем в точке и области. Тип квазилинейной системы на известном решении. Линейные уравнения второго порядка. Примеры. Система уравнений акус-тики, волновое уравнение, уравнение теплопроводнос-ти, уравнение Лапласа. Симметрические  – гипер-болические (по Фридрихсу) системы. | | 5 | | 5 | | 2 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 5 | | | | **5.Уравнение колебаний струны и его решение методом Даламбера.**  Задача Коши для неоднородного уравнения колебаний. Формула Даламбера.  Принцип Дюамеля. Геомет-рическая интерпретация решения.  Струна с закрепленными концами. Метод продол-жений.  Общий случай граничных условий. Условия согласо-вания начальных данных и граничных условий. | | 5 | | 6 | | 2 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 6 | | | | **6.Метод Кирхгофа реше-ния задачи Коши для волнового уравнения.**  Сферически-симметричес-кие решения. Формула Кирхгофа. Запаздывающие потенциалы.  Принцип Гюйгенса.  Метод спуска. Формула Пуассона решения задачи Коши в случае двух пространственных перемен-ных.  Принцип Дюамеля. | | 5 | | 7,8 | | 4 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 7 | | | | **7.Теорема единственности Хольмгрена.**  Сопряженный дифферен-циальный оператор. Формулировка и доказательство теоремы. Область единственности решения задачи Коши для многомерного волнового уравнения. Характеристический коноид. Принцип конечной зависимости решения от начальных данных. | | 5 | | 9 | | 2 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 8  8 | | | | **8.Интегралы энергии для решений волнового уравнения.**  Закон сохранения энергии. Вывод основного неравенс-тва.  Оценка роста решения и его производных.  Обоснование единствен-ности решения задачи Коши. | | 5 | | 10 | | 2 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 9 | | | | **9.Принцип Дюамеля (общая схема).** | | 5 | | 11 | | 2 | 2 | 2 | 2 |  |  | Контрольная работа |
| 10 | | | | **10.Корректные и некорректные задачи математической физики.** Понятие о корректности задачи математической физики. Непрерывная зависимость решения задачи Коши от начальных данных. Примеры Ковалевской, Леви, Адамара.  Условие Адамара. Гипербо-лические операторы (по Адамару). Критерий строгой гиперболичности. | | 5 | | 12 | | 2 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 11 | | | | **11.Задача Коши для уравнения теплопровод-ности.**  Постановка задачи Коши. Инвариантность множества решений уравнения тепло-проводности относительно специальных преобразова-ний пространства. Фундаментальное решение уравнения теплопровод-ности. Интеграл Пуассона. Принцип максимума. Единственность решения задачи Коши в классе ограниченных функций. | | 5 | | 13 | | 2 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 12 | | | | **12. Метод Фурье для уравнений второго порядка.**  Общая схема. Обоснование в простейших случаях. Примеры. | | 5 | | 14 | | 2 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 13 | | | **13.Уравнения Лапласа и Пуассона.**  Теорема о максимуме. Фундаментальное решение. Формула Грина. Потенциалы объема, простого слоя и двойного слоя. Физический смысл потенциалов. Геометрический смысл потенциала двойного слоя. Формула Гаусса. | | | 5 | | 15 | | 2 | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 14 | **14.Свойства гармонических функций.**  Теорема о среднем. Лемма о гармоничности функции, удовлетворяющей теореме о среднем. Аналитичность гармонической функции. Поведение гармонической функции вблизи особой точки. Поведение гармони-ческой функции на бесконечности. Взаимно сопряженные точки. | | | 5 | | 16 | | 2 | | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 15 | **15.Уравнение Пуассона в неограниченной среде. Ньютонов потенциал.**  Теорема Лиувилля. Решение уравнения Пуассона с помощью потенциала Ньютона. | | | 5 | | 17 | | 2 | | 2 | 2 | 2 |  |  | Контрольная работа |
| 16 | **16.Решение задачи Дирихле для шара.**  Функция Грина. Формула Пуассона. Неравенство Гарнака. Теорема Гарнака. Внешняя задача Дирихле. | | | 5 | | 18 | | 2 | | 2 | 2 |  | 2 |  | Зачет |
| 17 | **17.Задачи Дирихле и Неймана для** полупространства**.** | | | 6 | | 1 | | 2 | | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 18 | **18.Свойства потенциалов простого и двойного слоя.**  Поверхности Ляпунова. Разрыв потенциала двойного слоя и разрыв нормальной производной потенциала простого слоя. Обобщение формулы Грина. Правильная нормальная производная. | | | 6 | | 2,3 | | 4 | | 4 | 2 |  |  |  |  |
| 19 | **19.Сведение задач Дирихле и Неймана к интегральным уравне-ниям и их исследование.** | | | 6 | | 4 | | 2 | | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 20 | **20.Функция Грина задачи Дирихле.**  Определение и свойства функции Грина. Теорема о существовании функции Грина. Решение внутренней задачи Дирихле с помощью функции Грина. Свойства собственных значений и собственных функций оператора Лапласа | | | 6 | | 5 | | 2 | | 4 | 2 | 2 |  |  | Контрольная работа |
| 21 | **21.Оператор обобщенного дифференцирования.**  Пространства  Регулярная обобщенная производная данного порядка от локально суммируемой функции. Лемма дю Буа – Реймонда. Функция, имеющая обобщенную производную, но не дифференцируемая в обычном смысле. Свойства оператора обобщенного дифференцирования. Слабая замкнутость оператора обобщенного дифференцирования. | | | 6 | | 6,7 | | 4 | | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 22 | **22.Операция усреднения.**  Ядра усреднения. Средняя функция, ее свойства. Теорема о сходимости средних функций к исходной в равномерной норме. Теорема о невозрастании нормы в  при усреднении. Сходимость средних к исходной функции по норме . Лемма о перестановочности опера-торов обобщенного дифференцирования и взятия средней функции. | | | 6 | | 8 | | 2 | | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 23 | **23.Пространства Соболева.**  Определение и свойства пространства Соболева . Эквивалентные нормировки. Теорема о продолжимости через гладкую границу с сохранением класса. Теорема о плотности бесконечно–дифференци-руемых функций в пространстве Соболева. След функции из пространства Соболева на гладкой границе области. | | | 6 | | 9,10 | | 4 | | 2 | 4 |  |  |  |  |
| 24 | **24.Вариационный подход к решению задачи Дирихле.**  Множество допустимых функций, заданных на границе области. Постановка обобщенной задачи Дирихле. Интеграл Дирихле, теорема о минимизирующей последовательности. Единственность решения вариационной задачи. Теорема о гармоничности решения вариационной задачи. Единственность решения обобщенной задачи Дирихле. Принцип Дирихле. Пример Адамара недопустимой функции | | | 6 | | 11 | | 2 | | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 25 | **25.Понятие обобщенного решения задачи Коши.**  Незамкнутость по равно-мерной норме множества гладких решений уравнения . Обобщенное решение как предел по равномерно–квадратичной норме последовательности гладких решений. Лемма о сходимости.  Определение С.Л. Соболева обобщенного решения задачи Коши. Его корректность. Теорема существования и единс-твенности обобщенного решения задачи Коши с начальными данными из . | | | 6 | | 12 | | 2 | | 2 | 2 |  |  |  |  |
| 26 | **26.Обобщенные функции.**  Пространство распределений на финитных бесконечно дифференцируемых функциях. Пространство обобщенных функций медленного роста. Преобразование Фурье обобщенных функций. | | | 6 | | 13,14 | | 4 | | 2 | 4 |  |  |  |  |
| 27 | **27.Обобщенные решения задач математической физики.**  Обобщенные решения дифференциальных урав-нений. Фундаментальные решения дифференциаль-ных операторов. | | | 6 | | 15,16 | | 4 | | 4 | 2 | 2 |  |  | Контрольная работа |
|  |  | | | 6 | | 17 | |  | |  |  |  |  | 36 | ЭКЗАМЕН |
|  | **Всего** | | |  | |  | | **68** | | **68** | **58** | **8** | **2** | **36** |  |

**5. Образовательные технологии**

Образовательная методика изучения курса «Уравнения математической физики» включает в себя две дополняющие друг друга формы обучения – лекционное изложение материала и решение задач на практических занятиях.

На лекциях студенты получают теоретические знания, связанные с основами построения математических моделей, описывающих различные физические явления, классификацией уравнений и систем уравнений с частными производными, с формулировками корректных краевых задач для различных типов уравнений и систем с частными производными, с основными методами решения краевых задач.

На практических занятиях происходит изложение материала, разбираются типичные задачи и упражнения, а также проводится контроль самостоятельной работы.

Организация занятий предполагает диалог со студентами по вопросам, связанным с изученным материалом, а также самостоятельным построением доказательств студентами. Для закрепления материала предлагаются упражнения для самостоятельной работы (включая применение теоретического материала в частных случаях и проведение фрагментов доказательств), а также осуществляется контроль самостоятельной работы студентов. Во время контроля выполнения заданий, предложенных для внеаудиторной самостоятельной работы, производится выступление студентов с их вариантами решений.

Примерная структура практического занятия:

* контроль выполнения домашней работы и разбор заданий, вызвавших затруднения (20 минут) с обязательным участием студентов; проводится выборочный контроль выполнения домашней работы, в разборе важная роль отводится студентам, предлагающим свои решения или альтернативные варианты решений;
* изложение нового теоретического материала (25 минут); во время изложения материала осуществляется контроль понимания в форме краткого опроса по излагаемому материалу;
* самостоятельное решение практических задач студентами, обсуждение подходов к решению и предлагаемых аргументов (40 минут) с обязательным участием студентов; организуется в форме самостоятельной работы, обсуждения подходов, предложения готовых решений, обсуждения этих решений, поиска и исправления неточностей, выявление границ применимости использованных методов;
* формулировка домашнего задания и указаний по его выполнению (5 минут).

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов состоит из двух взаимосвязанных частей. Первая представляет собой освоение теоретического материала, вторая — приобретение практических навыков решения задач. Освоение теоретического материала производится по лекциям и указанной основной и дополнительной литературе. Для контроля усвоения материала студентам предлагается значительное количество упражнений, решение которых позволяет прояснить сложные моменты доказательства теорем, примеры, приведенные в упражнениях, иллюстрируют отдельные положения теории.

Выполнение этих упражнений и заданий из используемых сборников задач позволяет студентам научиться решать типичные задачи по теории уравнений математической физики и их приложениям в других разделах математики, лучше понять возможности практического применения теоретического материала курса.

### 6. Учебно - методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов организована в виде освоения теоретического материала и выполнения задач и упражнений по материалу, изложенному в лекциях. Задания для самостоятельной работы берутся из следующих сборников задач.

Годунов С.К., Золотарева Е.В. Сборник задач по уравнениям математической физики. Новосибирск: НГУ, 1987.

Владимиров В.С., Михайлов В.П. и др. Сборник задач по уравнениям математической физики. М.: Физматлит, 2003.

Бицадзе А.В., Калиниченко Д.Ф. Сборник задач по уравнениям математической физики. М.: Наука, 1985.

Белов В.В., Воробъев Е.М. Сборник задач по дополнительным главам математической физики. М.:

Высшая школа, 1978.

Мамонтов А.Е., Мамонтов Е.В. Сборник задач по уравнениям математической физики, Новосибирск, НГУ, 2006.

Будак Б.М., Самарский А.А., Тихонов А.Н. Сборник задач по математической физике. М.: Физматлит, 2003.

Вентцель Т.Д., Горицкий А.Ю. и др. Сборник задач по уравнениям с частными производными. М.: Бином, 2005.

**Текущий контроль.** Материал курса разбит на тематические блоки. Освоение материала каждого блока подразумевает решение типичных задач и разбор домашних работ (контроль самостоятельной работы студентов). Осуществляется выборочный контроль выполнения домашних работ. В конце каждого блока проводится контрольная работа.

**Промежуточный контроль.** Для контроля усвоения дисциплины учебным планом предусмотрен экзамен. На экзамене проверяется уровень усвоения теоретического материала. Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы, а также типичные темы заданий, предлагаемых на контрольных работах, приведен ниже. На экзамене учитываются результаты выполнения контрольных работ.

**Типичные темы заданий, предлагаемых в контрольных работах:**

1. Пусть поверхность разбивает область на две непересекающиеся области и , и пусть функция и удовлетворяет в и линейному уравнению II порядка

c непрерывными в коэффициентами и свободным членом. Доказать, что если для любой окрестности точки функция , то точка – характеристическая точка этого уравнения.

2. Пусть в области задано линейное уравнение II порядка с аналитическими коэффициентами и свободным членом, и пусть две пересекающиеся в некоторой точке прямые и являются характеристическими для этого уравнения. Доказать, что задача (задача Гурса) отыскания решения уравнения, удовлетворяющего условиям , с аналитическими функциями и имеет в некоторой окрестности точки единственное решение в классе аналитических функций ().

3. Показать, что боковая поверхность области G, ограничивающая область единственности решения задачи Коши для волнового уравнения является характеристической поверхностью для этого уравнения.

4. Доказать методом интегралов энергии единственность решения задачи Коши для одномерного волнового уравнения в характеристическом треугольнике.

5. Рассматривается внутренняя задача Дирихле для уравнения Лапласа в круге :

Пусть непрерывна и имеет кусочно - непрерывную производную. Найти решение задачи методом Фурье.

**Примерный перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы:**

• Характеристики уравнений и систем с частными производными. Примеры.

• Классификация уравнений и систем. Примеры.

• Уравнение колебаний струны и его решение методом Даламбера.

• Внешняя и внутренняя задачи Дирихле для уравнения Лапласа в шаре.

• Принцип максимума для уравнения теплопроводности. Единственность решения задачи

Дирихле.

• Найти решение задачи

• Найти условия эллиптичности уравнения Чаплыгина

где

• Найти общее решение уравнения

• При каких значениях параметров и следующая задача некорректна:

• Найти решение системы:

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**(*а*) *основная литература***

1. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики: Учебник для вузов. 2-е изд. - М.: Физматлит, 2003. 400 с.
2. Годунов С. К. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1979. **392 с.**
3. Михайлов В.П. Дифференциальные уравнения в частных производных. М.: Наука, 1983. 424 с.

**4. Соболев С.Л. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1992.**

**4. Соболев С.Л. Некоторые применения функционального анализа в математической физике. М.:**

**Наука, 1998.**

**5. Мизохата С. Теория уравнений с частными производными. М.: Мир, 1977.** 504 с.

**(*б*) *дополнительная литература***

**1. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными (3-е изд.). – М.: Наука, 1961.**

**401 с.**

2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. 6-е издание, исправленное и

дополненное. М.: Изд-во МГУ, 1999. 798 с.

3. Трев Ж. Лекции по линейным уравнениям в частных производных с постоянными

коэффициентами. М.: Мир, 1965. 296 с.

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Уравнения математической физики»

• Ноутбук, медиа-проектор, экран.

• Программное обеспечение для демонстрации слайд-презентаций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлениям «010400- Прикладная математика и информатика», «010800- Механика и математическое моделирование», все профили подготовки.

Автор: Ткачев Дмитрий Леонидович

д.ф.-м.н., профессор ММФ НГУ

в.н.с. ИМ СО РАН

Рецензент (ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Программа одобрена на заседании \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_ *(Наименование уполномоченного органа вуза (УМК, НМС, Ученый совет)*

от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ года, протокол №