

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Декан Гуманитарного факультета

В.Е.Гурский /  
(подпись) (И.О.Фамилия)

\_\_\_\_\_  
(дата утверждения)

Регистрационный № УД- 1324 /р.

УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Учебная программа для специальности:

1-31 03 07 Прикладная информатика

Факультет \_\_\_\_\_ Гуманитарный \_\_\_\_\_

Кафедра \_\_\_\_\_ Информационных технологий \_\_\_\_\_

Курс (курсы) 5

Семестр (семестры) 1

Лекции 34  
(количество часов)

Экзамен 1  
(семестр)

Практические (семинарские)  
занятия 22  
(количество часов)

Зачет \_\_\_\_\_  
(семестр)

Лабораторные  
занятия \_\_\_\_\_  
(количество часов)

Курсовой проект (работа) \_\_\_\_\_  
(семестр)

КСР 12  
(количество часов)

Всего аудиторных часов по дисциплине  
81  
(количество часов)

Всего часов  
по дисциплине 81  
(количество часов)

Форма получения высшего  
образования \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Составил

В. А. Нифагин, к.ф.м.н., доцент

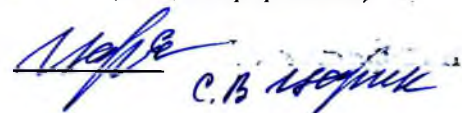
2012 г.

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы  
«Уравнения математической физики» Регистрационный номер №ТД – G  
312/тип, дата утверждения 30.10.2012

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры  
информационных технологий

Пр № 7 11.04.2012г.  
(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой

  
С.В. Короткий

Одобрена и рекомендована к утверждению учебно-методической  
(методической) комиссией гуманитарного факультета/общеуниверситетской  
кафедры

Пр № 5 21.05.2012г.  
(дата, номер протокола)

Председатель

  
(Подпись) (И.О. Фамилия)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Развитие и внедрение новых технологий, их конкуренция на мировом рынке, прогресс средств вычислительной техники, а также научно-технический прогресс предъявляют повышенные требования к качеству подготовки специалистов и, в частности, к их образованию в области применения математики для решения прикладных задач. Уравнения математической физики используются для описания и изучения фундаментальных процессов микромира до исследования космологических процессов, от расчета и проектирования машин и конструкций до изучения механизмов деятельности биологических систем. В результате многолетних поисков в уравнениях математической физики сформирован эффективный научный подход – численно-аналитический эксперимент; его основными этапами являются: формулировка математической модели, применение аналитических и численных методов (выбор вычислительного алгоритма), анализ результатов.

Современный специалист обязан владеть основами математического и информационного моделирования и его реализации в компьютерных информационных технологиях.

Целью изучения дисциплины является:

- углубление знаний студентов в области уравнений в частных производных;
  - выработка умения рационально и эффективно строить математические модели прикладных задач и использовать имеющиеся современные программные средства для решения задач моделирования, проектирования и конструирования и анализа явлений, процессов и устройств;
  - обучение основным методам, необходимым для численного анализа и моделирования устройств, процессов и явлений при поиске оптимальных решений и анализа результатов численных и натурных экспериментов;
- Задачи преподавания уравнений математической физики состоят в освоении основных методов создания детерминированных и статистических моделей реальных физических процессов, ознакомлении с современными аналитическими и численными методами решения и анализа типичных задач математической физики, освоение основных программных средств их решения, а также том, чтобы на примерах основных математических моделей и методов их использования продемонстрировать студентам сущность научного подхода и ее роль в осуществлении научно-технического прогресса.

Дисциплина "Уравнения математической физики" завершает цикл математических и информационных дисциплин специальности. Она базируется на основных дисциплинах математического цикла: "Математический анализ", "Дифференциальные уравнения", "Методы вычислений", "Теория вероятностей и математическая статистика" и т. д. Кроме того в данной дисциплине студентам понадобятся знания, полученные в курсах программирования.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- вывод основных уравнений математической физики
- типы уравнений в частных производных и их классификацию
- методы аналитического решения линейных УЧП второго порядка;
- численные методы аппроксимации континуальных моделей дискретными;
- основные методы численного решения краевых задач для УЧП;
- уметь:
- ставить прикладные задачи, строить их математические модели, разрабатывать алгоритмы решения;
- реализовывать построенный алгоритм в виде собственной программы на алгоритмическом языке или с использованием стандартных программ;

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

| №<br>п/п | Наименование разделов, тем                                                       | Количество часов |                     |                 |     | Самост.<br>работа |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|-----------------|-----|-------------------|
|          |                                                                                  | Аудиторные       |                     |                 |     |                   |
|          |                                                                                  | Лекции           | Практ.,<br>семинары | Лаб.<br>занятия | КСР |                   |
| 1        | Тема 1                                                                           |                  |                     |                 |     |                   |
|          | Вывод уравнений в частных производных второго порядка                            | 4                |                     |                 |     |                   |
| 2        | Тема 2                                                                           |                  |                     |                 |     |                   |
|          | Классификация квазилинейных УЧП второго порядка                                  | 2                | 2                   |                 | 2   |                   |
| 3        | Тема 3                                                                           |                  |                     |                 |     |                   |
|          | Постановка начальных и краевых задач для УЧП                                     | 2                |                     |                 |     |                   |
| 4        | Тема 4                                                                           |                  |                     |                 |     |                   |
|          | Решение задачи Коши для уравнений гиперболического типа.                         | 2                | 2                   |                 | 2   |                   |
| 5        | Тема 5                                                                           |                  |                     |                 |     |                   |
|          | Метод разделения переменных в краевых задачах для уравнений колебаний и диффузии | 4                | 4                   |                 | 4   |                   |
| 6        | Тема 6                                                                           |                  |                     |                 |     |                   |
|          | Интегральные преобразования в краевых задачах параболического типа               | 4                | 2                   |                 | 2   |                   |
| 7        | Тема 7                                                                           |                  |                     |                 |     |                   |
|          | Методы теории функций комплексного переменного в стационарных краевых задачах    | 4                | 2                   |                 | 2   |                   |
| 8        | Тема 8                                                                           |                  |                     |                 |     |                   |
|          | Сеточные методы для УЧП                                                          | 6                | 4                   |                 |     |                   |
| 8        | Тема 9                                                                           |                  |                     |                 |     |                   |
|          | МКЭ в краевых задачах УЧП                                                        | 4                | 4                   |                 |     |                   |
| 8        | Тема 10                                                                          |                  |                     |                 |     |                   |
|          | Многомерные задачи УЧП                                                           | 2                | 2                   |                 |     |                   |



### Учебно-методическая карта дисциплины

| Номер раздела, темы, занятия | Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов                                                                                                                                                          | Количество аудиторных часов |                            |                      |                                                | Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.) | Литература | Формы контроля знаний |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------|
|                              |                                                                                                                                                                                                                       | Лекции                      | Практические (семинарские) | Лабораторные занятия | Контролируемая самостоятельная работа студента |                                                                          |            |                       |
| 1                            | 2                                                                                                                                                                                                                     | 3                           | 4                          | 5                    | 6                                              | 7                                                                        | 8          | 9                     |
| 1                            | <b>Вывод уравнений в частных производных второго порядка</b><br>Уравнение колебаний, уравнение теплопроводности и диффузии, уравнение Гельмгольца, Пуассона и Лапласа. Уравнение Шредингера.                          | 4                           |                            |                      |                                                | Электронная презентация лекции                                           | [1-6]      |                       |
| 2                            | <b>Классификация квазилинейных УЧП второго порядка</b><br>Линейные и квазилинейные УЧП второго порядка. Характеристики, приведение к каноническому виду. Классификация УЧП второго порядка, свойства решений.         | 2                           | 2                          |                      |                                                | Электронная презентация лекции                                           | [1-7]      | Опрос, КСР            |
| 3                            | <b>Постановка начальных и краевых задач для УЧП</b><br>Задача Коши для уравнений гиперболического и параболического типа. Краевая задача для нестационарных и стационарных задач. Корректность постановки.            | 2                           |                            |                      |                                                | Электронная презентация лекции                                           | [1-6]      |                       |
| 4                            | <b>Решение задачи Коши для уравнений гиперболического типа.</b><br>Формула Даламбера для бесконечной, полубесконечной и конечной струны. Решение начальной задачи для уравнения теплопроводности                      | 2                           | 2                          |                      |                                                | Электронная презентация лекции                                           | [1-7]      | Опрос, КСР            |
| 5                            | <b>Метод разделения переменных в краевых задачах для уравнений колебаний и диффузии</b><br>Метод Фурье для краевых задач уравнения колебаний и уравнения диффузии. Задача Штурма-Лиувилля. Метод суперпозиции решений | 8                           | 2                          |                      |                                                | Электронная презентация лекции                                           | [1-7]      | Опрос, КСР            |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | <p><b>Интегральные преобразования в краевых задачах параболического типа</b></p> <p>Понижение размерности краевой задачи с помощью интегральных преобразований. Преобразования Фурье и Лапласа в задачах уравнений параболического типа для неограниченных областей.</p> |
| 7  | <p><b>Методы теории функций комплексного переменного в стационарных краевых задачах</b></p> <p>Редукция краевой задачи для стационарных уравнений эллиптического типа к задаче сопряжения аналитических функций. Интегралы Лапласа и Пуассона.</p>                       |
| 8  | <p><b>Сеточные методы для УЧИ</b></p> <p>Конечные и разделенные разности. Сеточные операторы и уравнения. Явные и неявные сеточные схемы. Устойчивость и сходимость сеточных методов. Теорема Лакса-Рябенского.</p>                                                      |
| 9  | <p><b>МКЭ в краевых задачах УЧП</b></p> <p>Конечные элементы. Дискретизация области задания краевой задачи. Матрица жесткости. Численные схемы МКЭ</p>                                                                                                                   |
| 10 | <p><b>Многомерные задачи УЧП</b></p> <p>Мультисеточные методы в краевых задачах УЧП размерности выше двух.</p>                                                                                                                                                           |

|   |   |  |  |                                |       |            |
|---|---|--|--|--------------------------------|-------|------------|
| 4 | 2 |  |  | Электронная презентация лекции | [1-7] | Опрос, КСР |
| 4 | 2 |  |  | Электронная презентация лекции | [1-7] | Опрос, КСР |
| 6 | 4 |  |  | Электронная презентация лекции | [1-7] | Опрос, КСР |
| 4 |   |  |  | Электронная презентация лекции | [1-6] |            |
| 4 |   |  |  | Электронная презентация лекции | [1-6] |            |



## ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

### *Основная литература.*

1. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. Изд. 2-е, Наука, 1971.
2. Годунов С.К. Уравнения математической физики. Наука, 1971.
3. Кошляков Н.С., Глипер Э.Б., Смирнов М.М. Уравнения в частных производных математической физики. Высшая школа, 1970,
4. Лебедев П.П. Специальные функции и их приложения. Изд. 2-е, Физматгиз, 1963.
7. Михлин С.Г. Курс математической физики. Наука, 1968.
8. Смирнов М.М. Дифференциальные уравнения в частных производных второго порядка. М: Наука, 1964.

### *Дополнительная литература*

1. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными. Изд, 3-е, Физматгиз, 1961.
2. Петровский И.Г. Лекции по теории интегральных уравнений. Изд, 3-е, Наука, 1965.
3. Владимиров В.С., Михайлов В.П., Вашарин А.А., Каримова Х.Х., Сидоров Ю.В., Шабуттитт М.Н, Сборник задач по уравнениям математической физики. Наука, 1974.
4. Арсснин В.Я. Математическая физика. Основные уравнения и специальные функции. Наука, 1966.
5. Соболев С.Л. Уравнения математической физики. Наука, 1966.
6. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики.

**ПРОТОКОЛ  
СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ  
ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

[illegible]

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ**  
**К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**  
**НА \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ УЧЕБНЫЙ ГОД**

| №<br>п/п | Дополнения и изменения | Основание |
|----------|------------------------|-----------|
|          |                        |           |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Информационных технологий\_\_ (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.)  
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

**В. А. Нифагин**  
(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета/Зав. общеуниверситетской кафедрой

\_\_\_\_\_  
(степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)