

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН РЭФ

д.т.н. Хрусталеv В. А.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Методы математической физики**

Образовательная программа: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, профиль:  
Микросистемная техника

Курс: 2, семестр : 4

Факультет радиотехники и электроники,

|    |                                                                                                      | Семестр |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| №  | Вид деятельности                                                                                     | 4       |
| 1  | Всего зачетных единиц (кредитов)                                                                     | 5       |
| 2  | Всего часов                                                                                          | 180     |
| 3  | Всего занятий в контактной форме, час.                                                               | 101     |
| 4  | Лекции, час.                                                                                         | 54      |
| 5  | Практические занятия, час.                                                                           | 36      |
| 6  | Лабораторные занятия, час.                                                                           | 0       |
| 7  | из них в активной и интерактивной форме, час.                                                        | 18      |
| 8  | Аттестация, час.                                                                                     | 2       |
| 9  | Консультации, час.                                                                                   | 9       |
| 10 | Самостоятельная работа, час.                                                                         | 79      |
| 11 | Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе) | контр.  |
| 12 | Вид аттестации                                                                                       | ДЗ      |

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

ФГОС введен в действие приказом №177 от 06.03.2015 г. , дата утверждения: 31.03.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ППиМЭ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

профессор, д.т.н. Краснопевцев Е. А.

Заведующий кафедрой:

с.н.с., д.ф-м.н. Гайслер В. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Гайслер В. А.

## 1. Внешние требования

Таблица 1.1

|                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики; в части следующих результатов обучения:</b>                    |
| з3. Знать преобразование Фурье, свойства обобщенных функций, ортогональные полиномы, сферическую функцию, функцию Бесселя, функцию Грина                                                                                                                             |
| у2. Уметь пользоваться специальными и обобщенными функциями, разлагать исследуемые функции по ортогональным системам функций и полиномов                                                                                                                             |
| у5. Уметь применять полученные знания для математического моделирования процессов при решении конкретных задач из курсов: квантовая механика, статистическая физика, физика твердого тела                                                                            |
| у7. Уметь решать однородные и неоднородные дифференциальные уравнения в задачах, описывающих основные механические, квантовомеханические, электромагнитные явления                                                                                                   |
| <b>Компетенция ФГОС: ПК.1 способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий; в части следующих результатов обучения:</b> |
| у17. Уметь составлять адекватные модели                                                                                                                                                                                                                              |

## 2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

| Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                                              | Формы организации занятий                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <i>Методы математической физики</i>                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                      |
| <b>ОПК.1.з3 Знать преобразование Фурье, свойства обобщенных функций, ортогональные полиномы, сферическую функцию, функцию Бесселя, функцию Грина</b>                                                                                                                                                         |                                                      |
| 1. Формирование систематических, профессиональных знаний и умений, соответствующих квалификационной характеристике, требующихся для построения математических моделей физических явлений и процессов, лежащих в основе принципов действия приборов и устройств электроники, микроэлектроники, нанотехнологии | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| <b>ОПК.1.у2 Уметь пользоваться специальными и обобщенными функциями, разлагать исследуемые функции по ортогональным системам функций и полиномов</b>                                                                                                                                                         |                                                      |
| 2. Вычислять интегралы со спецфункциями                                                                                                                                                                                                                                                                      | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| <b>ОПК.1.у5 Уметь применять полученные знания для математического моделирования процессов при решении конкретных задач из курсов: квантовая механика, статистическая физика, физика твердого тела</b>                                                                                                        |                                                      |
| 3. Обобщенные и специальные функции матфизики                                                                                                                                                                                                                                                                | Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа |
| <b>ОПК.1.у7 Уметь решать однородные и неоднородные дифференциальные уравнения в задачах, описывающих основные механические, квантовомеханические, электромагнитные явления</b>                                                                                                                               |                                                      |
| 4. Решать дифференциальные уравнения матфизики                                                                                                                                                                                                                                                               | Лекции; Практические занятия                         |
| <b>ПК.1.у17 Уметь составлять адекватные модели</b>                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                      |
| 5. построение моделей физических процессов                                                                                                                                                                                                                                                                   | Лекции; Практические занятия                         |

## 3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

| Темы лекций                                        | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|----------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 4</b>                                  |                      |      |                               |                      |
| <b>Дидактическая единица: Преобразование Фурье</b> |                      |      |                               |                      |

|                                                          |   |    |         |                    |
|----------------------------------------------------------|---|----|---------|--------------------|
| 1. Преобразование Фурье                                  | 0 | 8  | 1       | Освоение материала |
| <b>Дидактическая единица: Специальные функции</b>        |   |    |         |                    |
| 2. Обобщенные и специальные функции                      | 0 | 20 | 1, 2, 3 | Освоение материала |
| <b>Дидактическая единица: Дифференциальные уравнения</b> |   |    |         |                    |
| 3. Дифференциальные уравнения второго порядка            | 0 | 22 | 1, 4, 5 | Освоение материала |
| <b>Дидактическая единица: Функция Грина</b>              |   |    |         |                    |
| 4. Функция Грина                                         | 0 | 4  | 1       | Освоение материала |

Таблица 3.2

| Темы практических занятий                                        | Активные формы, час. | Часы | Ссылки на результаты обучения | Учебная деятельность |
|------------------------------------------------------------------|----------------------|------|-------------------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 4</b>                                                |                      |      |                               |                      |
| <b>Дидактическая единица: Преобразование Фурье</b>               |                      |      |                               |                      |
| 1. Преобразование Фурье. Построение моделей физических процессов | 0                    | 2    | 1, 5                          | Решение задач        |
| <b>Дидактическая единица: Специальные функции</b>                |                      |      |                               |                      |
| 2. Обобщенные и специальные функции                              | 9                    | 16   | 2, 3                          | Решение задач        |
| <b>Дидактическая единица: Дифференциальные уравнения</b>         |                      |      |                               |                      |
| 3. Дифференциальные уравнения второго порядка                    | 9                    | 16   | 4                             | Решение задач        |
| <b>Дидактическая единица: Функция Грина</b>                      |                      |      |                               |                      |
| 5. Получение функции Грина                                       | 0                    | 2    | 4                             | Решение задач        |

#### 4. Самостоятельная работа обучающегося

| №                                                                                                                                                                                                             | Виды самостоятельной работы | Ссылки на результаты обучения | Часы на выполнение | Часы на консультации |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| <b>Семестр: 4</b>                                                                                                                                                                                             |                             |                               |                    |                      |
| 1                                                                                                                                                                                                             | Контрольные работы          | 1, 2, 3                       | 20                 | 4                    |
| : Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 354, [1] с. : ил.                     |                             |                               |                    |                      |
| 2                                                                                                                                                                                                             | Подготовка к занятиям       | 1, 2, 3                       | 20                 | 0                    |
| : Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 354, [1] с. : ил.                     |                             |                               |                    |                      |
| 3                                                                                                                                                                                                             | Подготовка к аттестации     | 1, 2, 3                       | 39                 | 5                    |
| Коллоквиум и экзамен: Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 354, [1] с. : ил. |                             |                               |                    |                      |

## 5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

| Деятельность                  | Информационно-коммуникационные технологии |
|-------------------------------|-------------------------------------------|
| Размещение учебных материалов | Портал НГТУ                               |

Таблица 5.2

### Активные и интерактивные формы проведения занятий

| №                                   | Наименование активных форм               |
|-------------------------------------|------------------------------------------|
| 1                                   | Проблемный метод: Индивидуальные задания |
| Краткое описание применения: Задачи |                                          |

## 6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS.

Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

| Оцениваемые виды деятельности обучающихся                                                                                                                                                                                       | Мин. балл | Максимальный балл |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| <b>Семестр: 4</b>                                                                                                                                                                                                               |           |                   |
| <i>Лекция:</i>                                                                                                                                                                                                                  | 10        | 20                |
| <i>Практические занятия:</i>                                                                                                                                                                                                    | 10        | 20                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 354, [1] с. : ил." |           |                   |
| <i>Контрольные работы:</i>                                                                                                                                                                                                      | 20        | 40                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 354, [1] с. : ил." |           |                   |
| <i>Зачет:</i>                                                                                                                                                                                                                   | 10        | 20                |
| Контролирующие материалы приводятся в "Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 354, [1] с. : ил." |           |                   |

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

| Коды компетенций ФГОС | Результаты обучения                                                                                                                      | Формы контроля |       |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|
|                       |                                                                                                                                          | Контр. раб.    | Зачет |
| <b>ОПК.1</b>          | з3. Знать преобразование Фурье, свойства обобщенных функций, ортогональные полиномы, сферическую функцию, функцию Бесселя, функцию Грина | +              | +     |
|                       | у2. Уметь пользоваться специальными и обобщенными функциями, разлагать исследуемые функции по ортогональным системам функций и полиномов | +              | +     |

|             |                                                                                                                                                                                           |   |   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
|             | у5. Уметь применять полученные знания для математического моделирования процессов при решении конкретных задач из курсов: квантовая механика, статистическая физика, физика твердого тела | + | + |
|             | у7. Уметь решать однородные и неоднородные дифференциальные уравнения в задачах, описывающих основные механические, квантовомеханические, электромагнитные явления                        | + | + |
| <b>ПК.1</b> | у17. Уметь составлять адекватные модели                                                                                                                                                   | + | + |

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

## 7. Литература

### *Основная литература*

1. Краснопевцев Е. А. Математические методы физики. Ортонормированные базисы функций : учебное пособие / Е. А. Краснопевцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 337 с. : ил. - Режим доступа: [http://elibrary.nstu.ru/source?bib\\_id=vtls000087368](http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000087368). - Инновационная образовательная программа НГТУ "Высокие технологии".
2. Краснопевцев Е. А. Математические методы физики. Ортонормированные базисы функций : учебное пособие / Е. А. Краснопевцев. - Санкт-Петербург, 2017. - 374 с. : ил.
3. Тихонов А. Н. Уравнения математической физики : учебник для физико-математических специальностей университетов / А. Н. Тихонов, А. А. Самарский ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - М., 2004. - 798 с.

### *Дополнительная литература*

1. Садовой А.А. Сборник типовых задач по курсу «Математические методы физики» [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Садовой, А.А. Тренкин. — Электрон. текстовые данные. — Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2011. — 278 с. — 978-5-9515-0164-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60862.html>

### *Интернет-ресурсы*

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>
5. :

## 8. Методическое и программное обеспечение

### *8.1 Методическое обеспечение*

1. Драгунов В. П. Наноструктуры: физика, технология, применение : учебное пособие / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2010. - 354, [1] с. : ил.

### *8.2 Специализированное программное обеспечение*

- 1 Microsoft Windows
- 2 Microsoft Office

## 9. Материально-техническое обеспечение

### Презентационное оборудование

| № | Наименование                                                                               | Назначение                                               |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1 | Презентационное оборудование<br>(мультимедиа-проектор, экран, компьютер<br>для управления) | используется мультимедиа для проекции<br>лекций на экран |

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

“УТВЕРЖДАЮ”  
ДЕКАН РЭФ  
д.т.н., профессор В.А. Хрусталев  
“        ”        \_\_\_\_\_ г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Методы математической физики

Образовательная программа: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, профиль:  
Микросистемная техника

# 1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Методы математической физики приведена в Таблице.

Таблица

| Формируемые компетенции                                                                                                                                                         | Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)                                                                                                                          | Темы                                                                                                                                      | Этапы оценки компетенций                                      |                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                           | Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.) | Промежуточная аттестация (экзамен, зачет) |
| ОПК.1 способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики | з3. Знать преобразование Фурье, свойства обобщенных функций, ортогональные полиномы, сферическую функцию, функцию Бесселя, функцию Грина                                                  | Дифференциальные уравнения второго порядка Обобщенные и специальные функции Преобразование Фурье. Построение моделей физических процессов | Контрольные работы, разделы 1-10                              |                                           |
| ОПК.1                                                                                                                                                                           | у2. Уметь пользоваться специальными и обобщенными функциями, разлагать исследуемые функции по ортогональным системам функций и полиномов                                                  | Обобщенные и специальные функции                                                                                                          | Контрольные работы, разделы 1-10                              |                                           |
| ОПК.1                                                                                                                                                                           | у5. Уметь применять полученные знания для математического моделирования процессов при решении конкретных задач из курсов: квантовая механика, статистическая физика, физика твердого тела | Обобщенные и специальные функции                                                                                                          | Контрольные работы, разделы 1-10                              |                                           |
| ОПК.1                                                                                                                                                                           | у7. Уметь решать однородные и неоднородные дифференциальные уравнения в задачах, описывающих основные механические, квантовомеханические, электромагнитные явления                        | Дифференциальные уравнения второго порядка                                                                                                | Контрольные работы, разделы 1-10                              |                                           |

|                                                                                                                                                                                                             |                                         |                                                               |                                  |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| ПК.1/НИ<br>способность<br>проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий | у17. Уметь составлять адекватные модели | Преобразование Фурье. Построение моделей физических процессов | Контрольные работы, разделы 1-10 | Зачет, вопросы 1-7 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------|

## 2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 4 семестре - в форме дифференцированного зачета, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.1/НИ.

Зачет проводится в устной форме, по билетам.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ПК.1/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

### Общая характеристика уровней освоения компетенций.

**Ниже порогового.** Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

**Пороговый.** Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

**Базовый.** Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

**Продвинутый.** Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания

выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский государственный технический университет»  
Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

## Паспорт зачета

по дисциплине «Методы математической физики», 4 семестр

### 1. Методика оценки

Зачет проводится в устной форме, по билетам. В ходе зачета преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

### Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

#### Билет № 1

к зачету по дисциплине «Методы математической физики»

---

Вопрос 1. Преобразование Фурье прямое и обратное. Свертка. Теоремы о свертке и об умножении функций. Теорема о частотной полосе.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

#### Билет № 2

к зачету по дисциплине «Методы математической физики»

---

Вопрос 1. Дельта-функция. Определение и интегральное представление. Выражение для сложного аргумента. Фурье-образ.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

---

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

**Билет № 3**

к зачету по дисциплине «Методы математической физики»

---

Вопрос 1. Прямоугольная функция и ее фурье-образ.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

**Билет № 4**

к зачету по дисциплине «Методы математической физики»

---

Вопрос 1. Гамма-функция. Определение, рекуррентное соотношение. Значения:  $\Gamma(1/2)$ ,  $\Gamma(1)$ ,  $\Gamma(2)$ ,  $\Gamma(n+1)$ . Формула Стирлинга.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

**Билет № 5**

к зачету по дисциплине «Методы математической физики»

---

Вопрос 1. Функция гармонического осциллятора. Уравнение и решение. Условие ортонормированности.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

**Билет № 6**

к зачету по дисциплине «Методы математической физики»

---

Вопрос 1. Сферическая функция. Определение, квантовые числа. Зависимость функции от углов  $\varphi$  и  $\theta$ . Условие ортонормированности.

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
Факультет РЭФ

**Билет № 7**

к зачету по дисциплине «Методы математической физики»

---

Вопрос 1. **Функция Бесселя** первого рода. Уравнение. Условия нормировки. Поведение при  $x \rightarrow 0$  и  $x \rightarrow \infty$ . Условие ортонормированности на интервале  $(0, \infty)$ .

Утверждаю: зав. кафедрой \_\_\_\_\_ должность, ФИО  
(подпись) (дата)

**2. Критерии оценки**

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 10 баллов.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, при решении задачи допускает не принципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 10-12 баллов.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики результата, не допускает ошибок при

решении, оценка составляет 13-17 *баллов*.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 18-20 *баллов*.

**Шкала оценки** Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 10 баллов (из 20 возможных).

В общей оценке по дисциплине баллы за зачет учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 3. Вопросы к зачету по дисциплине «Методы математической физики»

1. **Преобразование Фурье** прямое и обратное. Свертка. Теоремы о свертке и об умножении функций. Теорема о частотной полосе.
2. **Дельта-функция**. Определение и интегральное представление. Выражение для сложного аргумента. Фурье-образ.
3. **Прямоугольная функция** и ее фурье-образ.
4. **Гамма-функция**. Определение, рекуррентное соотношение. Значения:  $\Gamma(1/2)$ ,  $\Gamma(1)$ ,  $\Gamma(2)$ ,  $\Gamma(n + 1)$ . Формула Стирлинга.
5. **Функция гармонического осциллятора**. Уравнение и решение. Условие ортонормированности.
6. **Сферическая функция**. Определение, квантовые числа. Зависимость функции от углов  $\varphi$  и  $\theta$ . Условие ортонормированности.
7. **Функция Бесселя** первого рода. Уравнение. Условия нормировки. Поведение при  $x \rightarrow 0$  и  $x \rightarrow \infty$ . Условие ортонормированности на интервале  $(0, \infty)$ .

## Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Методы математической физики», 4 семестр

### 1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме Обобщенные и специальные функции, включает 10 заданий. Выполняется письменно.

### 2. Критерии оценки

Каждое задание контрольной работы оценивается в соответствии с приведенными ниже критериями.

Контрольная работа считается **невыполненной**, если задача не решена. Оценка составляет менее 20 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если в решении есть ошибки, и нет анализа результата. Оценка составляет 20-29 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если решение правильное, но нет анализа результата. Оценка составляет 30-35 баллов.

Работа считается выполненной на **продвинутом** уровне, если решение правильное, есть анализ результата. Оценка составляет 36-40 баллов.

### 3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

### 4. Пример варианта контрольной работы

1. Доказать, что уравнение Ломмеля сводится к уравнению Бесселя заменой функции и переменной.

2. Доказать, что уравнение  $f'' + k^2 x^{m-2} f = 0$  имеет общее решение

$$f(x) = c_1 \sqrt{x} J_{1/m} \left( \frac{2k}{m} x^{m/2} \right) + c_2 \sqrt{x} J_{-1/m} \left( \frac{2k}{m} x^{m/2} \right).$$

3. Доказать, что уравнение  $f'' + \frac{1}{x} f' + 4 \left( x^2 - \frac{\mu^2}{x^2} \right) f = 0$  имеет общее решение

$$f(x) = c_1 J_{\mu}(x^2) + c_2 J_{-\mu}(x^2).$$

4. Доказать, что уравнение  $f'' + \frac{1}{x} f' + \left( k^2 - \frac{\mu^2}{x^2} \right) f = 0$  имеет общее решение

$$f(x) = c_1 J_{\mu}(kx) + c_2 J_{-\mu}(kx).$$

5. Доказать, что уравнение  $f'' + \frac{1-m}{x} f' + \frac{1}{4x} f = 0$  имеет общее решение

$$f(x) = c_1 x^{m/2} J_m(\sqrt{x}) + c_2 x^{m/2} J_{-m}(\sqrt{x}).$$

6. Доказать, что уравнение  $f'' + (e^{2x} - \mu^2) f = 0$  имеет общее решение

$$f(x) = c_1 J_\mu(e^x) + c_2 J_{-\mu}(e^x). \text{ Заменить } e^x = t \text{ и учесть } \frac{d^2}{dx^2} = t^2 \frac{d^2}{dt^2} + t \frac{d}{dt}.$$

7. Доказать, что уравнение  $f'' + \frac{2\nu+1}{x} f' + k^2 f = 0$  имеет общее решение

$$f(x) = \frac{c_1}{x^\nu} J_\nu(kx) + \frac{c_2}{x^\nu} J_{-\nu}(kx).$$

8. Доказать, что уравнение  $f'' + \frac{1}{x} f = 0$  имеет общее решение

$$f(x) = c x^{1/2} J_1(2x^{1/2}).$$

9. Доказать, что уравнение  $f'' + \left( k^2 - \frac{n(n+1)}{x^2} \right) f = 0$  имеет общее решение

$$f(x) = c_1 x^{1/2} J_{n+1/2}(kx) + c_2 x^{1/2} J_{-(n+1/2)}(kx).$$

10. Доказать  $\frac{J_2}{J_1} = \frac{1}{x} - \frac{J_0''}{J_0'}, \quad \frac{d}{dx} \left( x \frac{dJ_0}{dx} \right) = -x J_0.$