

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учебно-методическое объединение по образованию  
в области информатики и радиоэлектроники

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ И.А. Старовойтова

Регистрационный № ТД-\_\_\_\_\_/тип.

**СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ФУНКЦИИ**

Типовая учебная программа по учебной дисциплине  
для специальностей:

**1-36 04 02 Промышленная электроника,**

**1-39 02 01 Моделирование и компьютерное проектирование  
радиоэлектронных средств**

**1-39 03 01 Электронные системы безопасности,**

**1-39 03 02 Программируемые мобильные системы,**

**1-40 02 01 Вычислительные машины, системы и сети,**

**1-40 02 02 Электронные вычислительные средства,**

**1-40 05 01 Информационные системы и технологии (по направлениям),**

**1-53 01 07 Информационные технологии и управление в технических системах**

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления  
профессионального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ С.А. Касперович

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по образованию в  
области информатики и  
радиоэлектроники

\_\_\_\_\_ В.А. Богуш

**СОГЛАСОВАНО**

Проректор по научно-методической  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

\_\_\_\_\_ И.В. Титович

Эксперт-нормоконтролер

Минск 2021

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Е.А. Баркова, доцент кафедры высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат физико-математических наук, доцент;

З.Н. Примичева, доцент кафедры высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат физико-математических наук, доцент;

Т.А. Романчук, доцент кафедры высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат физико-математических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра высшей математики Белорусского национального технического университета (протокол № 10 от 21.05.2021 г.);

А.В. Конюх, доцент кафедры высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат физико-математических наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой высшей математики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 12 от 12.05.2021 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (протокол № 11 от 18.06.2021 г.);

Научно-методическим советом по электронным системам и технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 9 от 17.05.2021 г.);

Научно-методическим разработке программного обеспечения и информационно-коммуникационным технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 7 от 01.06.2021 г.);

Научно-методическим советом по прикладным информационным системам и технологиям Учебно-методического объединения по образованию в области информатики и радиоэлектроники (протокол № 5 от 05.05.2021 г.).

Ответственный за редакцию: С.С. Шишпаронок

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### ХАРАКТЕРИСТИКА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Специальные математические методы и функции» разработана для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям 1-36 04 02 «Промышленная электроника», 1-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств», 1-39 03 01 «Электронные системы безопасности», 1-39 03 02 «Программируемые мобильные системы», 1-40 02 01 «Вычислительные машины, системы и сети», 1-40 02 02 «Электронные вычислительные средства», 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии (по направлениям)», 1-53 01 07 «Информационные технологии и управление в технических системах» в соответствии с требованиями образовательных стандартов высшего образования первой ступени и типовых учебных планов вышеуказанных специальностей.

Изучаемая учебная дисциплина «Специальные математические методы и функции» включает в свой состав ряд тем, представляющих собой существенную значимость для профессиональной деятельности инженера. Например, интегральные преобразования Фурье, Лапласа,  $Z$  – преобразования применяются при решении различных задач в областях радиотехники и электроники, а также связанных с ними приложениях в медицине, биологии, генетике, экологии; методы вариационного исчисления используются в задачах оптимизации сигналов. Изучение предлагаемого типовой учебной программой материала способствует развитию у обучающихся логического мышления, умения выделять главное, воспитывает стремление к точности, как в учебной деятельности студента, так и в будущей профессиональной деятельности специалиста.

### ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ, РОЛЬ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины: освоение основных математических методов, необходимых для анализа и моделирования устройств, процессов и явлений при поиске оптимальных решений технических задач, а также методов обработки и анализа результатов численных экспериментов.

Задачи учебной дисциплины:

приобретение знаний о теории линейных функциональных пространств, об основных задачах для операторов в таких пространствах и об общих методах их решения;

изучение основ вариационного исчисления, интегральных преобразований Фурье, Лапласа,  $Z$  – преобразований дискретных функций, основных специальных функций Бесселя, гамма - и бета-функций;

овладение методами теории функций комплексной переменной и операционного исчисления, методами решения уравнений математической физики и экстремальных задач, методами функционального анализа;

формирование навыков решения задач математики операторным методом, выполнения интегральных и дискретных преобразований, работы со специальными функциями, формулировки и решения задач на языке матриц.

Базовыми учебными дисциплинами для курса «Специальные математические методы и функции» являются «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия». В свою очередь учебная дисциплина «Специальные математические методы и функции» является базой для такой учебной дисциплины как «Теория автоматического управления».

### ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины «Специальные математические методы и функции» формируются следующие компетенции:

*универсальные:*

обладать навыками творческого аналитического мышления;

*базовые профессиональные:*

применять методы вариационного исчисления, решать уравнения математической физики, выполнять интегральные и дискретные преобразования;

*для специальности 1-39 03 02 «Программируемые мобильные системы»:*

применять методы вариационного исчисления, решать уравнения математической физики, выполнять интегральные и дискретные преобразования в инженерной деятельности.

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:

*знать:*

основные специальные математические функции;

преобразование Фурье и его свойства;

$Z$  – преобразование, его свойства и приложения;

уравнение Эйлера для простейшей задачи вариационного исчисления;

метод Фурье для линейных уравнений математической физики;

системы линейных разностных уравнений с постоянными коэффициентами;

*уметь:*

решать задачи математики операторным методом, выполнять интегральные и дискретные преобразования;

работать со специальными функциями, формулировать и решать задачи на языке матриц;

*владеть:*

методами теории функций комплексного переменного и операционного исчисления, методами решения уравнений математической физики и экстремальных задач, методами функционального анализа.

Программа рассчитана на 108 учебных часов, из них – 50 аудиторных.

Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекций – 26 часов, практических занятий – 24 часа.

Программа разработана без учета часов, отводимых на проведение текущей аттестации, определенной типовым учебным планом.

### ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Всего аудиторных, часы	Лекции, часы	Практические занятия, часы
Тема 1. Линейное пространство, его базис и размерность	4	2	2
Тема 2. Элементы функционального анализа	6	4	2
Тема 3. Применение обобщенного ряда Фурье при решении задач	4	2	2
Тема 4. Линейные отображения, функционалы, операторы	4	2	2
Тема 5. Решение задач математической физики	8	4	4
Тема 6. Гамма- и бета-функции	4	2	2
Тема 7. Дифференциальные уравнения и функции Бесселя, их приложения	4	2	2
Тема 8. Применение преобразования Лапласа и Z-преобразования при решении задач	4	2	2
Тема 9. Элементы вариационного исчисления	4	2	2
Тема 10. Решение задач методом операционного исчисления	8	4	4
<b>Итого:</b>	<b>50</b>	<b>26</b>	<b>24</b>

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Тема 1. ЛИНЕЙНОЕ ПРОСТРАНСТВО, ЕГО БАЗИС И РАЗМЕРНОСТЬ

Линейное пространство. Линейная зависимость и независимость системы векторов. Базис и размерность линейного пространства. Нахождение координат вектора линейного пространства в базисе.

### Тема 2. ЭЛЕМЕНТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Метрические пространства; нормированные линейные пространства со скалярным произведением; пространства Евклида; построение ортонормированного базиса в евклидовом пространстве; пространства Гильберта, Хемминга. Полнота метрического пространства. Решение задач на приложения матриц: вычисление определителя, решение систем линейных алгебраических уравнений методом Гаусса, нахождение собственных значений матрицы.

### Тема 3. ПРИМЕНЕНИЕ ОБОЩЕННОГО РЯДА ФУРЬЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

Ортогональные системы функций и их полнота. Обобщенный ряд Фурье. Интеграл Фурье, преобразование Фурье. Полиномы Лежандра.

### Тема 4. ЛИНЕЙНЫЕ ОТОБРАЖЕНИЯ, ФУНКЦИОНАЛЫ, ОПЕРАТОРЫ

Линейные операторы и функционалы. Ядро и дефект оператора. Уравнения в операторной форме и их решения.

### Тема 5. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Понятие дифференциального уравнения в частных производных второго порядка с двумя неизвестными и его решения. Классификация и приведение к каноническому виду линейных уравнений в частных производных второго порядка с двумя неизвестными. Уравнение малых поперечных колебаний струны. Граничные и начальные условия. Корректность постановки задачи. Решение уравнений свободных колебаний однородной струны методом Даламбера. Решение уравнений колебаний струны методом Фурье.

### Тема 6. ГАММА- И БЕТА-ФУНКЦИИ

Гамма- и бета-функции и их свойства. Применение гамма- и бета-функций при решении дифференциальных уравнений.

### Тема 7. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ И ФУНКЦИИ БЕССЕЛЯ, ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

Определение функций Бесселя, их свойства. Применение функций Бесселя при решении различных задач.

Тема 8. ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛАПЛАСА И  
 $Z$  – ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

Восстановление решетчатой по ее дискретному преобразованию.  $Z$  – преобразование Лорана и его свойства. Решение разностных уравнений и систем разностных уравнений с помощью  $Z$  – преобразования.

Тема 9. ЭЛЕМЕНТЫ ВАРИАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

Уравнение Эйлера-Лагранжа. Экстремали функционала. Решение уравнения Эйлера в специальных случаях.

Тема 10. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МЕТОДОМ ОПЕРАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

Восстановление оригинала по его изображению. Решение уравнений и систем дифференциальных уравнений методом операционного исчисления.

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### ЛИТЕРАТУРА

#### ОСНОВНАЯ

1. Антоневи́ч, А. Б. Функциональный анализ и интегральные уравнения / А. Б. Антоневи́ч, Я. В. Радыно. – Мн. : БГУ, 2003. – 329 с.
2. Борзенков, А. В. Специальные и математические методы и функции / А. В. Борзенков, Р. М. Жевняк. – Минск : Харвест, 2013. - 576 с.
3. Вся высшая математика : учебник. Т. 6 / сост. М. Л. Краснов [и др.]. – М. : УРСС, 2003. – 256 с.
4. Князев, П. Н. Интегральные преобразования / П. Н. Князев. – М. : УРСС, 2004. – 200 с.
5. Курош, А. Г. Лекции по общей алгебре / А. Г. Курош. – СПб. : Лань, 2007. – 555 с.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

6. Босс, В. Лекции по математике. Т. 5 : Функциональный анализ / В. Босс. – Москва : КомКнига, 2005. – 216 с.
7. Уоткинс, Д. Основы матричных вычислений / Д. Уоткинс. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 664 с.

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

При изучении учебной дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

выполнение и защита типовых расчетов по основным разделам учебной дисциплины;

доклады на студенческих научных конференциях;

выполнение стандартизированных тестов.

### ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Типовыми учебными планами по специальностям 1-40 02 02 «Электронные вычислительные средства», 1-40 05 01 «Информационные системы и технологии (по направлениям)», 1-39 03 02 «Программируемые мобильные системы», 1-53 01 07 «Информационные технологии и управление в технических системах», 1-39 03 01 «Электронные системы безопасности», 1-40 02 01 «Вычислительные машины, системы и сети», 1-39 02 01 «Моделирование и компьютерное проектирование радиоэлектронных средств», 1-36 04 02 «Промышленная электроника» в качестве формы текущей аттестации по учебной дисциплине

плине «Специальные математические методы и функции» рекомендуется экзамен.

Оценка учебных достижений студента производится по десятибалльной шкале.

Для промежуточного контроля по учебной дисциплине и диагностики компетенций студентов могут использоваться следующие формы:

- контрольные работы;
- доклады на конференциях;
- коллоквиумы.

## РЕКОМЕНДУЕМЫЕ МЕТОДЫ (ТЕХНОЛОГИИ) ОБУЧЕНИЯ

Основные методы (технологии) обучения, отвечающие целям и задачам учебной дисциплины:

элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые во время чтения лекций и при проведении консультаций;

элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода на практических занятиях.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Линейное пространство, его базис и размерность.
2. Элементы функционального пространства.
3. Применение обобщенного ряда Фурье при решении задач.
4. Линейные отображения, функционалы, операторы.
5. Решение задач математической физики.
6. Гамма- и бета-функции.
7. Дифференциальные уравнения и функции Бесселя, их приложения.
8. Применение преобразования Лапласа и  $Z$  – преобразования при решении задач.
9. Элементы вариационного исчисления.
10. Решение задач методом операционного исчисления.

## ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ (необходимого оборудования, наглядных пособий и т. п.)

1. Программа Discort.
2. Программа Zoom.