

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
и цифровизации

А.В. Кубышкина

18.05.2023 г.

**Операционное исчисление**  
(Наименование дисциплины)

рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой Автоматики, физики и математики

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
Профиль Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **Очно-заочная**

Общая трудоемкость **3 з.е.**

Брянская область  
2023

Программу составил(и):

доцент Бычкова Т.В.



Рецензент(ы):

проф. Кисель И.С.

Рабочая программа дисциплины

Операционное исчисление

разработана в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 августа 2021 г. №730

составлена на основании учебного плана 2023 года набора

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль Автоматизация технологических процессов и производств

утвержденного Учёным советом вуза от 18.05.2023 г. протокол № 10

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Автоматики, физики и математики

Протокол от 18.05.2023 г. № 10

Зав. кафедрой



Безик В.А.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- 1.1 Формирование знаний по специальным разделам математики;
- 1.2 Знакомство с наиболее распространенными интегральными преобразованиями и их применение для решения задач электроэнергетики, задач электротехники и автоматики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Блок ОПОП ВО: **Б1.О.17**

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания, умения, навыки, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения математики в курсе среднего (полного) общего и среднего профессионального образования, курса высшей математики.

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

- Теоретические основы электротехники
- Электроника
- Основы научных исследований.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Достижения планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
<i>Категория общепрофессиональных компетенций – фундаментальная подготовка</i>		
<b>ОПК-1</b> Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<b>ОПК-1.2</b> Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений	<u>Знать</u> : основной математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений  <u>Уметь</u> : применять математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений при решении задач  <u>Владеть</u> : основными методами решения задач теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений

Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы: в соответствии с учебным планом и планируемыми результатами освоения ОПОП.

#### 4. Распределение часов дисциплины по семестрам (очно-заочная форма)

Вид занятий	1		2		3		4		5		6		7		8		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции					8	8											8	8
Практические					16	16											16	16
КСР					1	1											1	1
Консультация перед экзаменом					1	1											1	1
Прием экзамена					0,25	0,25											0,25	0,25
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная)					26,25	26,25											26,25	26,25
Сам. работа					65	65											65	65
Контроль					16,75	16,75											16,75	16,75
<b>Итого</b>					<b>108</b>	<b>108</b>											<b>108</b>	<b>108</b>

**СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (очно-заочная форма)**

<b>Код занятия</b>	<b>Наименование разделов и тем /вид занятия/</b>	<b>Семестр</b>	<b>Часов</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>
1	2	3	4	5
	<b>Раздел 1. Теория функции комплексной переменной</b>			
1.1	Комплексные числа: основные определения, формы записи комплексных чисел, геометрическая интерпретация, основные алгебраические действия с комплексными числами в алгебраической и тригонометрической форме (Лекция)	<b>3</b>	2	ОПК-1.2
1.2	Области и их границы на комплексной плоскости. Понятие функции комплексной переменной (ФКП). Основные элементарные функции в комплексной плоскости. Предел и непрерывность ФКП. Дифференцирование ФКП. Аналитические функции. Условия Коши-Римана. Гармонические функции. Интегрирование ФКП. Интегрирование аналитических функций. Интегральная формула Коши (Лекция)	<b>3</b>	2	ОПК-1.2
1.3	Комплексные числа: основные определения, формы записи комплексных чисел, геометрическая интерпретация, основные алгебраические действия с комплексными числами. Контрольная работа №1 (Практ.)	<b>3</b>	2	ОПК-1.2
1.4	Области и их границы на комплексной плоскости. Предел и непрерывность ФКП. Дифференцирование ФКП. Интегрирование ФКП. Интегрирование аналитических функций. Интегральная формула Коши. Контрольная работа №2 (Практ.)	<b>3</b>	4	ОПК-1.2
1.5	Ряды в комплексной плоскости. Нули аналитической функции. Изолированные особые точки. Теория вычетов ФКП (СР)	<b>3</b>	20	ОПК-1.2
	<b>Раздел 2. Преобразование Лапласа и его приложения к решению дифференциальных уравнений и их систем</b>			

2.1	Оригинал и изображение. Основные свойства преобразования Лапласа. Теорема единственности. Теоремы подобия, смещения, запаздывания. Свертка функций. (Лекция)	3	2	ОПК-1.2
2.2	Изображение периодического оригинала. Теорема обращения. Интеграл Дюамеля. Дифференцирование оригинала и изображения. Решение дифференциальных уравнений и их систем с помощью преобразования Лапласа (Лекция)	3	2	ОПК-1.2
2.3	Оригинал и изображение. Основные свойства преобразования Лапласа. Теоремы подобия, смещения, запаздывания. Свертка функций. Изображение периодического оригинала. Теорема обращения. Интеграл Дюамеля. Дифференцирование оригинала и изображения. Решение дифференциальных уравнений и их систем с помощью преобразования Лапласа (Практ.)	3	10	ОПК-1.2
2.4	Контрольная работа №3 «Применение преобразования Лапласа к решению дифференциальных уравнений и их систем» (СР)	3	20	ОПК-1.2
<b>Раздел 3. Преобразование Фурье</b>				
3.1	Интеграл Фурье. Комплексная форма интеграла Фурье. Преобразование Фурье. Частные случаи преобразования Фурье. Свойства преобразования Фурье. Представление некоторых функций интегралом Фурье. Спектральный метод анализа электрических цепей (СР)	3	25	ОПК-1.2
	Контактная работа на консультации и при приеме экзамена (К)	3	1,25	ОПК-1.2
	Контроль	3	16,75	ОПК-1.2

Реализация программы предполагает использование традиционной, активной и интерактивной форм обучения на лекционных и практических занятиях.

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

См. Приложение 1

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство	Количество
<b>6.1.1 Основная литература</b>				
ЛП.1	Плескунов, М.А.	Операционное исчисление : учебное пособие <a href="http://rucont.ru/efd/292900">http://rucont.ru/efd/292900</a>	Екатеринбург :Издательство Уральского университета, 2014	ЭБС
ЛП.2	Зарипов, Р. Н.	Специальные разделы математики: теория функций комплексной переменной: основы операционного исчисления <a href="http://rucont.ru/efd/261009">http://rucont.ru/efd/261009</a>	Казань: Издательство КГТУ, 2008.	ЭБС
ЛП.3	Нахман А.Д.	Элементы теории функции комплексного переменного и операционного исчисления. Учебное пособие <a href="http://window.edu.ru/resource/778/21778">http://window.edu.ru/resource/778/21778</a>	Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО ТГТУ, 2009	ЭБС
ЛП.4	Рудкевич Е.А..	Функции комплексного переменного и операционное исчисление (методы решения задач): Учебное пособие <a href="http://window.edu.ru/resource/380/53380">http://window.edu.ru/resource/380/53380</a>	Тула: Тул. гос. ун-т, 2004.	ЭБС
<b>6.1.2 Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство	Количество
ЛП.1	Чудесенко В.Ф.	Сборник заданий по специальным курсам высшей математики ( типовые расчеты): учебное пособие. URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/433">https://e.lanbook.com/book/433</a>	Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 192 с. — ISBN 5-8114-0661-4.	ЭБС
ЛП.2	Пантелеев А.В.	Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах: учебное пособие <a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21679532">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21679532</a>	М.: Высшая школа, 2001, 445 с.	ЭБС

<b>6.1.3 Методические пособия</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Количество
ЛЗ.1	Улымжиев М.Д.	Операционное исчисление. Методическое пособие <a href="http://window.edu.ru/resource/759/18759">http://window.edu.ru/resource/759/18759</a>	Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004	ЭБС
ЛЗ.2	Заварзина И.Ф.	Комплексные числа и операционное исчисление: Справочный материал и методические указания для студентов и преподавателей <a href="http://window.edu.ru/resource/840/76840">http://window.edu.ru/resource/840/76840</a>	"МАТИ"- Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского. - М.: 2004.	ЭБС
ЛЗ.3	Ракул Е.А.	Операционное исчисление. Учебное пособие для бакалавров <a href="https://www.bgsha.com/ru/book/989338/">https://www.bgsha.com/ru/book/989338/</a>	Брянск: Издательство Брянского ГАУ, 2022 – 86 с.	ЭБС Брянский ГАУ

## **6.2. Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

Портал открытых данных Российской Федерации. URL: <https://data.gov.ru>

Национальный цифровой ресурс РУКОНТ <http://rucont.ru/>

Многофункциональная система ИНФОРМИО <http://www.informio.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов <http://fcior.edu.ru/>

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>

Электронно-библиотечная система ЛАНЬ <http://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система <http://www.book.ru/>

Электронно-библиотечная система ЮРАЙТ <https://urait.ru/>

Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/catalog/>

Электронно-библиотечная система <http://www.iqlib.ru/>

Образовательный математический сайт [www.exponenta.ru/](http://www.exponenta.ru/)

Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru/>

Web of Science Core Collection политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных <http://apps.webofknowledge.com/>

## **6.3. Перечень программного обеспечения**

ОС Windows 7 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.

ОС Windows 10 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.

MS Office std 2013 (контракт 172 от 28.12.2014 с ООО Альта плюс) Срок действия лицензии – бессрочно.

Офисный пакет MS Office std 2016 (Договор Tr000128244 от 12.12.2016 с АО СофтЛайн Трейд) Срок действия лицензии – бессрочно.



PDF24 Creator (Работа с pdf файлами, geek Software GmbH). Свободно распространяемое ПО.  
Foxit Reader (Просмотр документов, бесплатная версия, Foxit Software Inc). Свободно распространяемое ПО.

Консультант Плюс (справочно-правовая система) (Гос. контракт №41 от 30.03.2018 с ООО Альянс) Срок действия лицензии – бессрочно.

Техэксперт (справочная система нормативно-технической и нормативно-правовой информации) (Контракт 120 от 30.07.2015 с ООО Техэксперт) Срок действия лицензии – бессрочно.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного типа - 327

### **Основное оборудование:**

Специализированная мебель на 40 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя, укомплектованное учебными и техническими средствами для представления информации, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Переносное проекционное оборудование: ноутбук, проектор, экран.

11 компьютеров с выходом в локальную сеть и Интернет, доступом к справочно-правовой системе Консультант, электронным учебно-методическим материалам; к электронной информационно-образовательной среде.

### **Программное обеспечение:**

OS Windows XP (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.

Libre Office (Свободно распространяемое ПО)

Foxit Reader Версия: 9.1.0.5096 (Свободно распространяемое ПО)

Reazip (свободно распространяемая)

Конструктор тестов (Договор 697994-M26 от 01.12.2009)

Виртуальная лаборатория по физике

Учебная аудитория для проведения учебных занятий семинарского типа – 326 Лаборатория электричества и магнетизма

### **Основное оборудование:**

Специализированная мебель на 40 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя, укомплектованное учебными и техническими средствами для представления информации. Переносное проекционное оборудование: ноутбук, проектор, экран.

Блок питания Марс(1шт.), гигрометр психрометр ВИТ-2 (15...40) (1шт.), осциллограф С0 5010 В(6 шт.), телевизор JVC AV-21 LT3(1 шт.), лабораторный стенд физика (электромагнетизм)(2 шт.), весы ТВЕ-2,1-0,01(2 шт.) весы электронные Ohaus JW 2000 (2 шт.), вольтметр В7-16 ( 2 шт.), блок питания Агат(2 шт.), барометр-анероид (1шт.), вольтметр М1106 (1 шт.), магазин сопротивлений МСР-63 (2 шт.), реохорд (2 шт.), экран(1шт.), установка для градуировки термопары (2 шт.), установка для определения ВАХ диода (2 шт.), установка «Термосопротивление», доска ученическая (1шт.), батарея конденсаторов (2 шт.), вольтметр (Э-515) (2шт.), мультиметр (М-890F), набор сопротивлений (50шт.)

Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - 327;

### **Основное оборудование:**

Специализированная мебель на 40 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя, укомплектованное учебными и техническими средствами для представления информации. Переносное проекционное оборудование: ноутбук, проектор, экран.

11 компьютерами с выходом в локальную сеть и Интернет, доступом к справочно-правовой системе Консультант, электронным учебно-методическим материалам; к электронной информационно-образовательной среде.

### **Программное обеспечение:**

OS Windows XP (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.

<p>           Libre Office (Свободно распространяемое ПО)            Foxit Reader Версия: 9.1.0.5096 (Свободно распространяемое ПО)            Peazip (свободно распространяемая)            Конструктор тестов (Договор 697994-М26 от 01.12.2009)            Виртуальная лаборатория по физике         </p>
<p>           Помещение для самостоятельной работы – 223  <b>Основное оборудование:</b>            Специализированная мебель на 26 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя, укомплектованное учебными и техническими средствами для представления информации, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.            Проекционное оборудование: Компьютер с выходом в локальную сеть и Интернет, электронным учебно-методическим материалам; к электронной информационно-образовательной среде, проектор, экран.            Компьютерный класс с ЭВМ: 12 рабочих мест с компьютерами, выходом в локальную сеть и Интернет, электронным учебно-методическим материалам; к электронной информационно-образовательной среде.  <b>Программное обеспечение:</b>            ОС Windows XP (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.            Open Office Org 4.1.3 (Свободно распространяемое ПО)            КОМПАС 3D v.12 LT (Разрешена для обучения и ознакомления)            КЕВ Combivis (Разрешена для обучения и ознакомления)            3S Software CoDeSys (Разрешена для обучения и ознакомления)            NI Multisim 10.1 (Серийный № M72X87898)            Franklin Software ProView (Разрешена для обучения и ознакомления)            Загрузчик СУ-МК(Разрешена для обучения и ознакомления)            Microsoft Visual Studio 2010 Ultimate (Контракт 142 от 16.11.2015)            MATLAB R2009a (Лицензия 341083D-01 от 03.02.2008, сетевая лицензия)            Microsoft Office Access 2007 (Контракт 142 от 16.11.2015)            Ramus Educational (Разрешена для обучения и ознакомления)            Owen Processor Manager (Свободно распространяемое ПО)            GX IEC Developer 7.03 (Серийный № 923-420125508)            GT Works 2 (Серийный № 970-279817410)            AutoCAD 2010 – Русский (Серийный № 351-79545770, сетевая лицензия)            Owen Logic (Свободно распространяемое ПО)            ABBYY FineReader 11 Professional Edition (сетевая лицензия 4 рабочих станции)            Foxit Reader Версия: 9.1.0.5096 (Свободно распространяемое ПО)            WinDjView (свободно распространяемая)            Peazip (свободно распространяемая)            TRACE MODE 6 (для ознакомления и учебных целей)            Adit Testdesk            Microsoft Visio профессиональный 2010 (Контракт 142 от 16.11.2015)         </p>

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

- для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
  - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.
- для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.
- для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих:
  - электронно-оптическое устройство доступа к информации для лиц с ОВЗ предназначено для чтения и просмотра изображений людьми с ослабленным зрением.
  - специализированный программно-технический комплекс для слабовидящих. (аудитория 1-203)
- для глухих и слабослышащих:
  - автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
  - акустический усилитель и колонки;
  - индивидуальные системы усиления звука
    - «ELEGANT-R» приемник 1-сторонней связи в диапазоне 863-865 МГц
    - «ELEGANT-T» передатчик
    - «Easy speak» - индукционная петля в пластиковой оплетке для беспроводного подключения устройства к слуховому аппарату слабослышащего
    - Микрофон петличный (863-865 МГц), Hengda
    - Микрофон с оголовьем (863-865 МГц)
  - групповые системы усиления звука
  - Портативная установка беспроводной передачи информации .
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
  - компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОПЕРАЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ»**

Направление подготовки	<i>15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств</i>
Профиль	<i>Автоматизация технологических процессов и производств</i>
Квалификация	<i>Бакалавр</i>
Форма обучения	<i>Очно-заочная</i>

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль: Автоматизация технологических процессов и производств

Дисциплина: Операционное исчисление

Форма промежуточной аттестации: экзамен

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

### 2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО

Изучение дисциплины «Операционное исчисление» направлено на формировании следующих компетенций:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
<i>Категория общепрофессиональных компетенций – фундаментальная подготовка</i>		
<b>ОПК-1</b> Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<b>ОПК-1.2</b> Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений	<u>Знать:</u> основной математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений <u>Уметь:</u> применять математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений при решении задач <u>Владеть:</u> основными методами решения задач теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений

## 2.2. Процесс формирования компетенций по дисциплине «Операционное исчисление»

№ раздела	Наименование раздела	З	У	Н
1	Теория функции комплексной переменной	+	+	+
2	Преобразование Лапласа и его приложения к решению дифференциальных уравнений и их систем	+	+	+
3	Преобразование Фурье	+	+	+

Сокращение: З - знание; У - умение; Н - навыки.

### 2.3 Структура компетенций по дисциплине «Операционное исчисление»

<b>ОПК-1</b> Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач					
<b>ОПК-1.2</b> Применяет математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений					
Знать (З.1)		Уметь (У.1)		Владеть (Н.1)	
основной математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений	Лекции разделов № 1-3	применять математический аппарат теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений при решении задач	Практические работы разделов № 1-3	основными методами решения задач теории функции нескольких переменных, теории функций комплексного переменного, теории рядов, теории дифференциальных уравнений	Практические работы разделов № 1-3



### 3. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ И ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

#### 3.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации дисциплины

##### *Карта оценочных средств промежуточной аттестации дисциплины, проводимой в форме зачета*

№ п/п	Раздел дисциплины	Контролируемые дидактические единицы (темы, вопросы)	Контролируемые индикаторы достижения компетенций	Оценочное средство (№ вопроса)
1	Теория функции комплексной переменной	Комплексные числа: основные определения, формы записи комплексных чисел, геометрическая интерпретация, основные алгебраические действия с комплексными числами. Области и их границы на комплексной плоскости. Понятие функции комплексной переменной (ФКП). Основные элементарные функции в комплексной плоскости. Предел и непрерывность ФКП. Дифференцирование ФКП. Аналитические функции. Условия Коши-Римана. Гармонические функции. Интегрирование ФКП. Интегрирование аналитических функций. Интегральная формула Коши. Ряды в комплексной плоскости	ОПК-1.2	<b>Вопрос 1-9</b>
2	Преобразование Лапласа и его приложения к решению дифференциальных уравнений и их систем	Оригинал и изображение. Основные свойства преобразования Лапласа. Теорема единственности. Теоремы подобия, смещения, запаздывания. Свертка функций. Изображение периодического оригинала. Теорема обращения. Интеграл Дюамеля. Дифференцирование оригинала и изображения. Решение дифференциальных уравнений и их систем с помощью преобразования Лапласа	ОПК-1.2	<b>Вопрос 10-23</b>
3	Преобразование Фурье	Интеграл Фурье. Комплексная форма интеграла Фурье.	ОПК-1.2	<b>Вопрос 24-28</b>

	Преобразование Фурье. Частные случаи преобразования Фурье. Свойства преобразования Фурье. Представление некоторых функций интегралом Фурье. Спектральный метод анализа электрических цепей. Применение преобразования Фурье к решению интегральных уравнений		
--	--	--	--

### Перечень вопросов к экзамену по дисциплине «Операционное исчисление»

#### 3 семестр

1. Понятие комплексного числа. Формы записи комплексных чисел. Геометрическая интерпретация.
2. Основные арифметические операции с комплексными числами.
3. Области и их границы на комплексной плоскости.
4. Понятие функции комплексной переменной (ФКП). Основные элементарные функции в комплексной плоскости.
5. Предел и непрерывность ФКП.
6. Дифференцирование ФКП. Аналитические функции.
7. Условия Коши-Римана. Гармонические функции.
8. Интегрирование ФКП. Интегрирование аналитических функций. Интегральная формула Коши.
9. Ряды в комплексной плоскости
10. Определение функции оригинала. Понятие преобразования Лапласа.
11. Теоремы о существовании и единственности преобразования Лапласа.
12. Свойство линейности преобразования Лапласа. Теорема подобия. Теорема смещения.
13. Теорема запаздывания.
14. Теорема дифференцирования оригинала. Теорема интегрирования оригинала.
15. Теорема дифференцирования изображения. Теорема интегрирования изображения.
16. Определение свертки двух функций и её свойства.
17. Теорема умножения изображений. Интеграл Дюамеля.
18. Теорема Бореля и ее применение.
19. Теорема обращения. Метод неопределенных коэффициентов.
20. Применение операционного исчисления к решению дифференциальных уравнений
21. Применение формулы Дюамеля при решении дифференциальных уравнений.
22. Решение систем дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа.
23. Применение операционного исчисления к исследованию процессов в электрических цепях.
24. Интеграл Фурье. Комплексная форма интеграла Фурье.
25. Преобразование Фурье. Частные случаи преобразования Фурье.
26. Свойства преобразования Фурье.
27. Представление некоторых функций интегралом Фурье.
28. Спектральный метод анализа электрических цепей.
29. Применение преобразования Фурье к решению интегральных уравнений.

## Критерии оценки компетенций

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Операционное исчисление» проводится в соответствии с Уставом университета, Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов по программам ВО. Промежуточная аттестация по дисциплине «Операционное исчисление» проводится в соответствии с рабочим учебным планом в форме экзамена. Студенты допускаются к зачету по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине, т.е. выполнения всех заданий и мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Оценка знаний студента на экзамене носит комплексный характер, является балльной и определяется его:

- ответом на экзамене;
- результатами автоматизированного тестирования знания основных понятий.
- активной работой на практических занятиях.

### Оценивание студента на экзамене по дисциплине «Операционное исчисление»

*Знания, умения, навыки студента на экзамене оцениваются оценками: «отлично» - 13-15, «хорошо» - 10-12, «удовлетворительно» - 7-9, «неудовлетворительно» - 0.*

Оценка	Баллы	Требования к знаниям
«отлично»	15	- Студент свободно справляется с решением практических задач, причем не затрудняется с решением при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает на экзамене, умеет тесно увязывать теорию с практикой.
	14	- Студент свободно справляется с решением практических задач, причем не затрудняется с решением при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы.
	13	- Студент справляется с решением практических задач, причем не затрудняется с решением при видоизменении заданий, при этом при обосновании принятого решения могут встречаться незначительные неточности, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы.
«хорошо»	12	- Студент справляется с решением практических задач, однако видоизменение заданий могут вызвать некоторое затруднение, правильно обосновывает принятое решение, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы.
	11	- Студент справляется с решением практических задач, однако видоизменение заданий могут вызвать некоторое затруднение, при этом при обосновании принятого решения могут встречаться незначительные неточности, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы.

	10	- Студент справляется с решением практических задач, однако видоизменение заданий могут вызвать некоторое затруднение, при этом при обосновании принятого решения могут встречаться незначительные неточности, в основном знает материал, при этом могут встречаться незначительные неточности в ответе на вопросы.
«удовлетворительно»	9	- Студент с трудом справляется с решением практических задач, теоретический материал при этом может грамотно изложить, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы.
	8	- Студент с большим трудом справляется с решением практических задач, теоретический материал при этом может грамотно изложить, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы.
	7	- Студент с большим трудом справляется с решением практических задач, теоретический материал при этом излагается с существенными неточностями.
«неудовлетворительно»	0	- Студент не знает, как решать практические задачи, несмотря на некоторое знание теоретического материала.

Основная оценка, идущая в ведомость, студенту выставляется в соответствии с бально-рейтинговой системой. Основой для определения оценки служит уровень усвоения студентами материала, предусмотренного данной рабочей программой.

Оценивание студента по бально-рейтинговой системе дисциплины «Операционное исчисление»:

Активная работа на практических занятиях оценивается действительным числом в интервале от 0 до 6 по формуле:

$$Оц. активности = \frac{Пр. активн}{Пр. общее} \cdot 6,$$

где *Оц. активности* - оценка за активную работу;

*Пр. активн* – количество практических занятий по предмету, на которых студент активно работал;

*Пр. общее* — общее количество практических занятий по изучаемому предмету.

Максимальная оценка, которую может получить студент за активную работу на практических занятиях, равна 6.

Результаты тестирования оцениваются действительным числом в интервале от 0 до 4 по формуле:

$$Оц. тестир = \frac{Число правильных ответов}{Всего вопросов в тесте} \cdot 4,$$

где *Оц. тестир*.- оценка за тестирование.

Максимальная оценка, которую студент может получить за тестирование, равна 4.

Оценка за экзамен ставится по 15 бальной шкале (см. таблицу выше).

Общая оценка знаний по курсу строится путем суммирования указанных выше оценок:

$$Оценка = Оценка активности + Оц. тестир + Оц. экзамен$$

Ввиду этого общая оценка представляет собой действительное число от 0 до 25. Отлично - 25- 21 баллов, хорошо - 20-16 баллов, удовлетворительно - 15-11 баллов, не

удовлетворительно - меньше 11 баллов. (Для перевода оценки в 100 бальную шкалу достаточно ее умножить на 4).

### 3.2. Оценочные средства для проведения текущего контроля знаний по дисциплине

#### *Карта оценочных средств текущего контроля знаний по дисциплине*

№ п/п	Раздел дисциплины	Контролируемые дидактические единицы	Контролируемые индикаторы компетенций	Другие оценочные средства**	
				вид	кол-во
1	Теория функции комплексной переменной	Комплексные числа: основные определения, формы записи комплексных чисел, геометрическая интерпретация, основные алгебраические действия с комплексными числами. Области и их границы на комплексной плоскости. Понятие функции комплексной переменной (ФКП). Основные элементарные функции в комплексной плоскости. Предел и непрерывность ФКП. Дифференцирование ФКП. Аналитические функции. Условия Коши-Римана. Гармонические функции. Интегрирование ФКП. Интегрирование аналитических функций. Интегральная формула Коши. Ряды в комплексной плоскости	ОПК-1.2	Тестовый контроль	1
				Контрольная работа	2
				Опрос	
2	Преобразование Лапласа и его приложения к решению дифференциальных уравнений и их систем	Оригинал и изображение. Основные свойства преобразования Лапласа. Теорема единственности. Теоремы подобия, смещения, запаздывания. Свертка функций. Изображение периодического оригинала. Теорема обращения. Интеграл Дюамеля. Дифференцирование оригинала и изображения. Решение дифференциальных уравнений и их систем с помощью преобразования	ОПК-1.2	Тестовый контроль	1
				Контрольная работа	1
				Опрос	

		Лапласа			
3	Преобразование Фурье	<p>Интеграл Фурье.          Комплексная форма интеграла Фурье.          Преобразование Фурье.          Частные случаи преобразования Фурье.          Свойства преобразования Фурье. Представление некоторых функций интегралом Фурье.          Спектральный метод анализа электрических цепей. Применение преобразования Фурье к решению интегральных уравнений</p>	ОПК-1.2	<p>Тестовый контроль  Опрос</p>	1

**Тестовые задания для промежуточной аттестации и текущего контроля знаний студентов**

**3 семестр (экзамен)**

1. Модуль и главное значение аргумента комплексного числа  $z = \sqrt{3} + j$  равны

1)  $|z| = \sqrt{3}, \arg z = 1$                                       2)  $|z| = 2, \arg z = \frac{\pi}{6}$                                       3)

$|z| = 2, \arg z = -\frac{\pi}{6}$

4)  $|z| = 1, \arg z = \frac{\pi}{2}$                                       5)  $|z| = 3, \arg z = \frac{5\pi}{6}$ .

2. Модуль и главное значение аргумента комплексного числа  $z = -3\sqrt{2} - 3\sqrt{2}j$  равны

1)  $|z| = 6, \arg z = \frac{\pi}{4}$                                       2)  $|z| = 3\sqrt{2}, \arg z = \frac{\pi}{4}$                                       3)

$|z| = 6, \arg z = -\frac{\pi}{4}$

4)  $|z| = 6, \arg z = -\frac{3\pi}{4}$                                       5)  $|z| = 3\sqrt{2}, \arg z = \frac{3\pi}{4}$ .

3. Модуль и главное значение аргумента комплексного числа  $z = -3 + 3\sqrt{3}j$  равны

1)  $|z| = 6, \arg z = -\frac{\pi}{3}$                                       2)  $|z| = 3, \arg z = \frac{\pi}{3}$                                       3)

$|z| = 6, \arg z = -\frac{\pi}{3}$

4)  $|z| = 6, \arg z = \frac{2\pi}{3}$       5)  $|z| = 3\sqrt{3}, \arg z = -\frac{2\pi}{3}$ .

4. Главное значение аргумента комплексного числа  $z = -\cos\frac{\pi}{7} + j\sin\frac{\pi}{7}$  равно

1)  $\frac{6\pi}{7}$       2)  $\operatorname{arctg}\frac{1}{7} - \pi$       3)  $\frac{\pi}{7}$       4)  $\operatorname{arctg}\frac{1}{7}$       5)  $\operatorname{arctg}\frac{1}{7} + \pi$

5. Комплексное число  $z = -6j$  в тригонометрической форме может быть записано в виде

1)  $-6\left(\cos\frac{\pi}{2} + j\sin\frac{\pi}{2}\right)$       2)  $\sqrt{6}\left(\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) + j\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right)\right)$   
 3)  $6\left(\cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) + j\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right)\right)$       4)  $\cos 6 + j\sin 6$   
 5)  $\sqrt{6}\left(\cos\frac{3\pi}{2} - j\sin\frac{3\pi}{2}\right)$ .

6. Комплексное число  $z = 7$  в тригонометрической форме может быть записано в виде

1)  $7(\cos 0 + j\sin 0)$       2)  $7(\cos \pi + j\sin \pi)$       3)  $\sqrt{7}(\cos 0 + j\sin 0)$   
 4)  $7\left(\cos\frac{\pi}{2} + j\sin\frac{\pi}{2}\right)$       5) нет правильного ответа.

7. Комплексное число  $z = -j$  в показательной форме может быть записано в виде

1)  $-e^{j\frac{\pi}{2}}$       2)  $e^{-j\frac{\pi}{2}}$       3)  $-e^{j\pi}$       4)  $e^{j\frac{\pi}{2}}$       5) нет правильного ответа

8. Комплексное число  $z = -1 - \sqrt{3}j$  в показательной форме может быть записано в виде

1)  $2e^{j\frac{2\pi}{3}}$       2)  $2e^{-j\frac{5\pi}{6}}$       3)  $\sqrt{3}e^{-j}$       4)  $e^{-j\frac{2\pi}{3}}$       5) нет правильного ответа

9. Вычислить  $\frac{(5+j)(7-6j)}{3+j}$

1)  $10+11j$       2)  $10-11j$       3)  $\frac{25}{2} - \frac{55}{2}j$       4)  $\frac{22j+21}{5}$       5)  $11-10j$

10. Вычислить  $\frac{(1+j)(3j-1)}{(2-j)^2}$

1)  $\frac{17j-18}{5}$       2)  $\frac{17j+18}{3}$       3)  $\frac{18j+4}{17}$       4)  $\frac{17+3j}{15}$

5) нет правильных ответов

11. Вычислить  $\frac{10j(2-j)}{(1+2j)(2+j)(4-2j)}$
- 1)  $2+j$     2)  $10j+1$     3)  $-j$     4)  $1$     5) нет правильных ответов

12. Все значения корня  $\sqrt{j}$  равны

- 1)  $\pm \frac{1}{2}(1+j)$     2)  $2(1\pm j)$     3)  $\pm \frac{\sqrt{2}}{2}(1+j)$     4)  $\frac{\sqrt{2}}{2} \pm j$
- 5) нет правильных ответов

13. Возвести в степень  $\left(\frac{\sqrt{2}}{2} + j\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^{100}$

- 1)  $1$     2)  $-1$     3)  $\sqrt{3}+j$     4)  $\sqrt{3}-j$     5) нет правильных ответов

14. Возвести в степень  $(-1+j\sqrt{3})^{60}$

- 1)  $2^{60}$     2)  $2$     3)  $-2$     4)  $1$     5) нет правильных ответов

15. Пользуясь определением, найти изображение по Лапласу для оригинала  $f(t) = \sqrt{2}$ :

- 1)  $\frac{\sqrt{2}}{p}$     2)  $\frac{p}{\sqrt{2}}$     3)  $2p$     4)  $\sqrt{2}p$     5)  $\sqrt{2p}$ .

16. Пользуясь определением, найти изображение по Лапласу для оригинала  $f(t) = e^t$ :

- 1)  $\frac{1}{p+1}$     2)  $\frac{1}{p-1}$     3)  $p$     4)  $\frac{1}{p}$     5)  $\frac{1}{p^2-1}$ .

17. Среди указанных утверждений выберите формулировку теоремы подобия:

- 1) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $\varphi(t) \rightarrow \Phi(p)$ , то  $f(t) + \varphi(t) \rightarrow F(p) + \Phi(p)$ .
- 2) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $b$  - комплексное число, то  $f(bt) \rightarrow \frac{1}{b}F\left(\frac{p}{b}\right)$ .
- 3) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $t_0 > 0$ , то  $f(t-t_0) \rightarrow e^{-t_0 p} F(p)$ .
- 4) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $t_0 > 0$ , то  $f(t+t_0) \rightarrow e^{t_0 p} \left[ F(p) - \int_0^{t_0} e^{-pt} f(t) dt \right]$ .
- 5) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$ ,  $a$  - комплексное число, то  $e^{at} \cdot f(t) \rightarrow F(p-a)$ .

18. Среди указанных утверждений выберите формулировку теоремы сдвига:

- 1) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $\varphi(t) \rightarrow \Phi(p)$ , то  $f(t) + \varphi(t) \rightarrow F(p) + \Phi(p)$ .
- 2) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $b$  - комплексное число, то  $f(bt) \rightarrow \frac{1}{b}F\left(\frac{p}{b}\right)$ .



- 3) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $t_0 > 0$ , то  $f(t - t_0) \rightarrow e^{-t_0 p} F(p)$ .
- 4) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $t_0 > 0$ , то  $f(t + t_0) \rightarrow e^{t_0 p} \left[ F(p) - \int_0^{t_0} e^{-pt} f(t) dt \right]$ .
- 5) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$ ,  $a$  – комплексное число, то  $e^{at} \cdot f(t) \rightarrow F(p - a)$ .

19. Среди указанных утверждений выберите формулировку теоремы запаздывания:

- 1) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $\varphi(t) \rightarrow \Phi(p)$ , то  $f(t) + \varphi(t) \rightarrow F(p) + \Phi(p)$ .
- 2) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $b$  – комплексное число, то  $f(bt) \rightarrow \frac{1}{b} F\left(\frac{p}{b}\right)$ .
- 3) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $t_0 > 0$ , то  $f(t - t_0) \rightarrow e^{-t_0 p} F(p)$ .
- 4) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $t_0 > 0$ , то  $f(t + t_0) \rightarrow e^{t_0 p} \left[ F(p) - \int_0^{t_0} e^{-pt} f(t) dt \right]$ .
- 5) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$ ,  $a$  – комплексное число, то  $e^{at} \cdot f(t) \rightarrow F(p - a)$ .

20. Среди указанных утверждений выберите формулировку теоремы опережения:

- 1) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $\varphi(t) \rightarrow \Phi(p)$ , то  $f(t) + \varphi(t) \rightarrow F(p) + \Phi(p)$ .
- 2) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $b$  – комплексное число, то  $f(bt) \rightarrow \frac{1}{b} F\left(\frac{p}{b}\right)$ .
- 3) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $t_0 > 0$ , то  $f(t - t_0) \rightarrow e^{-t_0 p} F(p)$ .
- 4) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$  и  $t_0 > 0$ , то  $f(t + t_0) \rightarrow e^{t_0 p} \left[ F(p) - \int_0^{t_0} e^{-pt} f(t) dt \right]$ .
- 5) Если  $f(t) \rightarrow F(p)$ ,  $a$  – комплексное число, то  $e^{at} \cdot f(t) \rightarrow F(p - a)$ .

21. Интеграл вида  $\varphi * f = \int_0^t \varphi(t - \tau) f(\tau) d\tau$  называется

- 1) интегралом Лапласа  
 2) интегралом Дюамеля  
 3) сверткой функций  $f(t)$  и  $\varphi(t)$   
 4) интегралом Фурье  
 5) изображением периодического оригинала.

22. Интеграл вида  $J(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^{+\infty} [A(\omega) \cos \omega x + B(\omega) \sin \omega x] d\omega$  называется

- 1) интегралом Лапласа  
 2) интегралом Дюамеля  
 3) сверткой функций  $f(t)$  и  $\varphi(t)$   
 4) интегралом Фурье  
 5) изображением периодического оригинала.

23. Интеграл вида  $F(p) = L[f(t)] = \int_0^{+\infty} f(t) \cdot e^{-pt} \cdot dt$  называется

- 1) интегралом Лапласа  
 2) интегралом Дюамеля

- 3) сверткой функций  $f(t)$  и  $\varphi(t)$  4) интегралом Фурье  
 5) изображением периодического оригинала.

24. Интеграл вида  $F(p) = \frac{1}{1 - e^{-Tp}} \int_0^T e^{-pt} f(t) dt$  называется

- 1) интегралом Лапласа 2) интегралом Дюамеля  
 3) сверткой функций  $f(t)$  и  $\varphi(t)$  4) интегралом Фурье  
 5) изображением периодического оригинала.

25. Изображением оригинала  $f(t) = \sqrt{3}t$  является функция

- 1)  $\sqrt{3}p$     2)  $\frac{\sqrt{3}}{p}$     3)  $\frac{\sqrt{3}}{p^2}$     4)  $\frac{p}{\sqrt{3}}$     5)  $\frac{3}{p^2}$ .

26. Изображением оригинала  $f(t) = \begin{cases} 1, & t \in [0; 1) \\ 0, & t \geq 1, t < 0 \end{cases}$  является функция

- 1)  $\frac{e^{-p}}{p}$     2)  $\frac{e^p}{p}$     3)  $\frac{1 - e^{-p}}{p}$     4)  $\frac{1 - e^p}{p}$     5)  $\frac{1 + e^p}{p}$ .

27. Изображением оригинала  $f(t) = e^{\sqrt{7}t}$  является функция

- 1)  $\frac{1}{p - \sqrt{7}}$     2)  $\frac{1}{p + \sqrt{7}}$     3)  $\frac{\sqrt{7}}{p - \sqrt{7}}$     4)  $\frac{\sqrt{7}}{p + \sqrt{7}}$     5)  
 $\frac{1}{p - 7}$ .

28. Изображением оригинала  $f(t) = 2t - \eta(t)$  является функция

- 1)  $\frac{2}{p^2} - \frac{1}{p}$     2)  $\frac{2}{p^2}$     3)  $\frac{1}{p}$     4)  $\frac{1}{p^2} - \frac{1}{p}$     5)  $\frac{1}{2p^2} - \frac{1}{p}$ .

29. Если для оригинала  $f(t) = \sin t$  изображение имеет вид  $F(p) = \frac{1}{p^2 + 1}$ , то для

оригинала  $f(t) = \sin 2t$  изображение имеет вид

- 1)  $\frac{1}{p^2 + 2^2}$     2)  $\frac{1}{(p-1)^2 + 1}$     3)  $\frac{2}{p^2 + 2^2}$     4)  $\frac{2}{(p-2)^2 + 1}$   
 5)  $\frac{2}{(p-2)^2 + 2^2}$ .

30. Если для оригинала  $f(t) = \cos t$  изображение имеет вид  $F(p) = \frac{p}{p^2 + 1}$ , то для оригинала  $f(t) = \cos 2t$  изображение имеет вид

- 1)  $\frac{p-2}{p^2+1}$       2)  $\frac{p}{(p-2)^2+1}$       3)  $\frac{p}{p^2+2^2}$       4)  $\frac{p-2}{p^2+2^2}$   
 5)  $\frac{p-2}{(p-2)^2+2^2}$ .

31. Если для оригинала  $f(t) = t^2 \cdot e^t$  изображение имеет вид  $F(p) = \frac{2!}{(p-1)^3}$ , то для оригинала  $f(t) = t^3 \cdot e^t$  изображение имеет вид

- 1)  $\frac{3!}{(p-2)^3}$       2)  $\frac{3!}{(p-3)^3}$       3)  $\frac{3!}{(p-1)^4}$       4)  $\frac{3!}{(p-2)^4}$   
 5)  $\frac{3!}{(p-3)^4}$ .

32. Используя таблицу оригиналов и их изображений, простейшие свойства преобразования Лапласа, найти изображение  $F(p)$  оригинала  $f(t) = \sin^2 t$

- 1)  $\frac{1}{2p} + \frac{p}{p^2+4}$       2)  $\frac{1}{2p} - \frac{p}{p^2+4}$       3)  $\frac{1}{2p} + \frac{2}{p^2+4}$   
 4)  $\frac{1}{2} \left( \frac{1}{p} - \frac{p}{p^2+4} \right)$       5)  $\frac{1}{2p} \left( p - \frac{2}{p^2+4} \right)$ .

33. Используя таблицу оригиналов и их изображений, простейшие свойства преобразования Лапласа, найти изображение  $F(p)$  оригинала  $f(t) = \sin 4t \cdot \cos 2t$

- 1)  $\frac{8p^2-96}{(p^2+4)(p^2+36)}$       2)  $\frac{8p^2+96}{(p^2+4)(p^2+36)}$       3)  $\frac{4p^2-48}{(p^2+4)(p^2+36)}$   
 4)  $\frac{4p^2+48}{(p^2+4)(p^2+36)}$       5)  $\frac{p^2+20}{(p^2+4)(p^2+36)}$ .

34. Используя таблицу изображений, свойства преобразования Лапласа, найти оригинал для изображения  $F(p) = \frac{3}{p} + \frac{5}{p^3} + \frac{7}{p+1}$

- 1)  $3\eta(t) + \frac{5t^2}{2} + 7e^{-t}$       2)  $3\eta(t) + 5t^2 + 7e^{-t}$       3)  $3\eta(t) + \frac{t^2}{2} + 7e^{-t}$

4)  $3\eta(t) + \frac{2t^2}{5} + 7e^{-t}$       5)  $\eta(t) + \frac{t^2}{2} + 7e^{-t}$ .

35. Используя таблицу изображений, свойства преобразования Лапласа, найти оригинал для изображения  $F(p) = \frac{3p+1}{p^2+9}$

1)  $3 \cos 3t + \sin 3t$       2)  $\cos 3t + \frac{1}{3} \sin 3t$       3)  $3 \cos 3t + \frac{1}{3} \sin 3t$   
 4)  $\cos 3t + \sin 3t$       5)  $3 \cos 3t - \frac{1}{3} \sin 3t$ .

36. Используя таблицу изображений, свойства преобразования Лапласа, найти оригинал для изображения  $F(p) = \frac{p}{p^2+2p+2}$

1)  $e^{-t}(\cos t + \sin t)$       2)  $e^{-t}(\cos t - \sin t)$       3)  $e^{-t} \cos t$       4)  $e^{-t} \sin t$   
 5)  $\cos t - \sin t$ .

37. Решением дифференциального уравнения  $x'(t) - 2x(t) = 1$ ,  $x(0) = 1$  является функция

1)  $x(t) = -t + e^t$       2)  $x(t) = -\frac{1}{2} + t + \frac{1}{2}e^{-2t}$       3)  $x(t) = -\frac{1}{2} + \frac{3}{2}e^{2t}$   
 4)  $x(t) = -\frac{1}{2} + \frac{3}{2}e^{-2t}$       5) нет правильного ответа.

38. Решением дифференциального уравнения  $x'(t) + 2x(t) = t$ ,  $x(0) = 0$  является функция

1)  $x(t) = 2 - 2e^{4t}$       2)  $x(t) = -\frac{1}{4} + \frac{t}{2} + \frac{1}{4}e^{-2t}$       3)  $x(t) = \frac{7}{4} - \frac{3}{2}t - \frac{7}{4}e^{2t}$   
 4)  $x(t) = 0$       5) нет правильного ответа.

39. Решением дифференциального уравнения  $x'(t) + x(t) = 2 - 3t$ ,  $x(0) = 1$  является функция

1)  $x(t) = 5 - 3t - 4e^{-t}$       2)  $x(t) = 6 - 3t - 5e^{-t}$       3)  $x(t) = 6 - 3t - 5e^{-t}$   
 4)  $x(t) = 1 - 3t$       5) нет правильного ответа.

40. Решением дифференциального уравнения  $x''(t) + x'(t) = 1$ ,  $x(0) = 0$  является функция

1)  $x(t) = 2 - 2 \cos t$       2)  $x(t) = e^{-t} + t - 1$       3)  $x(t) = \frac{t^2}{2}$   
 4)  $x(t) = -1 + e^t$       5) нет правильного ответа.