

# МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Нижегородский государственный технический университет  
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Учебно-научный институт радиоэлектроники и информационных технологий  
(ИРИТ)

*(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)*

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор института

\_\_\_\_\_ А.В. Мякиньков

Подпись

ФИО

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.3.1 Линейные операторы

*(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)*

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность: Математическое моделирование и компьютерные технологии

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2023, 2024, 2025

Выпускающая кафедра ПМ

Кафедра-разработчик ПМ

Объем дисциплины 144/4  
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет с оценкой

Разработчик: Горохова И.В., к.ф.-м.н.

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ № 9 от 10 января 2018 г. на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол № 21 от 18.05.2023,

№ 16 от 21.05.2024,

№ 6 от 17.12.2024.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы  
Протокол от 16.05.2025 № 8

Зав. кафедрой д.ф.-м.н., профессор Куркин А.А. \_\_\_\_\_  
*подпись*

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИРИТ,  
протокол от 20.05.2025 № 1

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 01.03.02-п-47

Начальник МО \_\_\_\_\_ Е.Г. Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ

\_\_\_\_\_

Н.И. Кабанина

(подпись)

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО.....	6
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	14
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	17
9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	19
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	19
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	21
12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.1. Целью освоения дисциплины является овладение студентами основных понятий дисциплины «Линейные операторы», а также выработка у них навыков решения типовых задач.

1.2. Задачей освоения является формирование способности использовать математический аппарат этой дисциплины для решения задач инженерной деятельности.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.3.1. Линейные операторы включена в перечень вариативной части дисциплин по выбору, направленной на углубление уровня освоения компетенций.. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: математический анализ, алгебра и геометрия, функциональный анализ, высшая алгебра, дифференциальные уравнения.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: численные методы, интегральные уравнения, теория операторов монотонного типа, методы оптимизации, вариационное исчисление и при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Линейные операторы» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Таблица 1. - Формирование компетенций дисциплинами очной формы обучения

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-3								
Линейные операторы							■	
Операционные системы					■			
Распределённые вычислительные системы							■	
Классическая механика				■				
Сигналы и системы			■					
Искусственный интеллект					■			
Архитектура компьютеров				■				
Виртуальные машины				■				
Подготовка к сдаче и сдача государственного Экзамена							■	
Технологическая (проектно-технологическая) практика			■					
Технологическая (проектно-технологическая) практика						■		

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Преддипломная практика								
Выполнение и защита ВКР								

## 4. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОПВО

Таблица 2. - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПКС-3. Способен анализировать и оценивать существующие системы на соответствие требованиям	ИПКС-3.1. Анализирует и оценивает существующие математические и информационные модели	Знать: - понятия нормы оператора, сопряжённого и обратного оператора, сходимости операторов	Уметь: - вычислять нормы функционалов и операторов; - пользоваться основными понятиями и теоремами изучаемого курса для вывода тех или иных свойств и закономерностей математических структур; - формулировать в операторном виде математические задачи	Владеть: понятийным аппаратом курса «Линейные операторы», используемого в современных математических моделях и задачах; - навыками применения абстрактного математического аппарата для решения задач из различных разделов математики, физики и других наук	Домашние задания	Зачёт с оценкой по накопительной системе

Код ПС\* и ТФ\*

06.022

C/03.6

Трудовые знания:

- Модели качества систем, программных продуктов и данных

C/02.6

Трудовые знания:

- Методы и инструменты сбора информации и особенности их использования

Трудовые умения:

- Планировать и организовывать обследование текущей ситуации, определять полноту и достаточность собранных исходных данных

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**5.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**  
 Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3. - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	6 сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>		с использованием элементов электронного обучения
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
Занятия лекционного типа (Л)	<b>34</b>	<b>34</b>
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др.)	<b>34</b>	<b>34</b>
лабораторные работы (ЛР)		
<b>Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	<b>4</b>	<b>4</b>
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)		
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	<b>72</b>	<b>72</b>
Подготовка к зачёту (контроль)		
Подготовка к экзамену (контроль)		

## 5.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4-Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (результаты контролируемые) освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы			Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)	
		Контактная работа		Самостоятельная работа студентов (СРС), час					
Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа студентов (СРС), час						
<b>Семестр 6</b>									
ПКС-3 ИПКС-3.1	<b>Раздел 1.</b> Непрерывные линейные функционалы. Теорема Хана-Банаха.			<ul style="list-style-type: none"> <li>- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;</li> <li>- проработка лекционного материала;</li> <li>- решение домашних заданий</li> </ul>		Интерактивная лекция, лекция с заранее запланированными ошибками, проблемная лекция, групповая дискуссия, метод работы в малых группах, метод «мозговой штурм»			
	Тема 1.1. Теорема о связи между непрерывностью линейного функционала и его ограниченностью. Норма линейного функционала. Примеры вычисления норм линейных функционалов в гильбертовом пространстве $Hil[a, b]$ .	2		2	4				
	Тема 1.2. Леммы Хана-Банаха. Лемма Цорна.	2		2	4	.			
	Тема 1.3. Теорема Хана-Банаха, следствия из неё.	2		2	4				

	<b>Тема 1.4.</b> Вид линейного функционала в $R^n$ . Общий вид линейного функционала в $l_p$ . Общий вид линейного функционала в гильбертовом пространстве. <b>Итого по 1 разделу</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>4</b>		.		
	<b>Раздел 2.</b> Сопряженные пространства. Слабая сходимость.		<b>8</b>		<b>8</b>	<b>16</b>			
ПКС-3 ИПКС-3.1							- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	Интерактивная лекция, лекция с заранее запланированными ошибками, проблемная лекция, групповая дискуссия, метод работы в малых группах, метод «мозговой штурм»	
	<b>Тема 2.1.</b> Доказательство того, что норма функционала удовлетворяет аксиомам нормы. Терема о полноте $X^*$ . Определение отношения двойственности $\langle \varphi, x \rangle$ и описание его свойств. Самосопряженное пространство.	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>4</b>				
	<b>Тема 2.2.</b> Пример самосопряженного пространства $R^n$ . Пример самосопряженного пространства $H$ (гильбертово). Пример самосопряженного пространства $l_2$ . Лемма о том, что $X$ является подмножеством в $X^*$ .	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>4</b>				
	<b>Тема 2.3.</b> Рефлексивное пространство. Примеры рефлексивных пространств. Пример о том, что из слабой сходимости не следует сильная. Теорема об ограниченности слабо сходящейся последовательности.	<b>2</b>		<b>1</b>	<b>4</b>				

	<b>Тема 2.4.</b> Определение линейной оболочки. Теорема о достаточных условиях слабой сходимости. Теорема о совпадении в конечномерном пространстве слабой сходимости с сильной. Пример о слабой сходимости в гильбертовом пространстве. Определение слабой и $*$ – слабой сходимости в $X^*$ . Теорема о том, что из любой ограниченной последовательности элементов $X^*$ можно выделить $*$ – слабо сходящуюся подпоследовательность.	2		2	4			
	<b>Тема 2.5.</b> Замечание о том, что из любой ограниченной последовательности элементов в рефлексивном пространстве можно выделить слабо сходящуюся. Слабо компактное множество. Слабо замкнутое множество. Теорема о существовании сильно сходящейся последовательности линейных комбинаций из элементов слабо сходящейся последовательности.	2		1	4		Интерактивная лекция, лекция с заранее запланированными ошибками, проблемная лекция, групповая дискуссия, метод работы в малых группах, метод «мозговой штурм»	
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>10</b>		<b>8</b>	<b>20</b>			
ПКС-3 ИПКС-3.1	<b>Раздел 3.</b> Линейные операторы.					- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	Интерактивная лекция, лекция с заранее запланированными ошибками, проблемная лекция, групповая дискуссия, метод работы в малых группах, метод «мозговой штурм»	

ПКС-3 ИПКС-3.1	<b>Тема 3.1.</b> Пример линейного оператора, определяемого матрицей $m \times n$ . Пример линейного оператора, определяемого интегральным оператором. Пример линейного оператора, определяемого операцией дифференцирования. Пример линейного оператора, определяемого бесконечной матрицей. Утверждение о том, что любой линейный оператор из конечномерного пространства в конечномерное пространство является матричным.	2		2	4				
	<b>Тема 3.2.</b> Определение ограниченного оператора. Определение нормы оператора. Основные свойства нормы оператора и формулы её вычисления. Примеры вычисления норм операторов в различных пространствах Пример неограниченного линейного оператора. Теоремы и связи непрерывности и ограниченности. Теорема 3 о продолжении линейного ограниченного оператора с многообразия. Определение пространства линейных непрерывных операторов $L(X, Y)$ . Теорема о полноте пространства линейных непрерывных операторов $L(X, Y)$ .	2		3	6				
	<b>Тема 3.3.</b> Определение произведения линейных операторов. Определение равномерной ограниченности последовательности операторов на шаре. Принцип равномерной ограниченности. Теорема С.Банаха – Х.Штейнгауза.	2		2	4				

	<b>Тема 3.4.</b> Примеры операторов сопряженных к матричным и интегральным. Теорема о том, что оператор $A^*$ является линейным, ограниченным и $\ A^*\  = \ A\ $ . Определение оператора $A^{**}$ . Утверждено о том, что в рефлексивном пространстве $A^{**} = A$ . Определение самосопряженного оператора. Пример самосопряженного матричного оператора. Определение самосопряженного оператора в гильбертовом пространстве. Теорема о пределе последовательности самосопряженных операторов. Теорема о норме самосопряженного оператора в гильбертовом пространстве.	2		3	6				
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>8</b>		<b>10</b>	<b>20</b>				
	<b>Раздел 4. Обратные операторы</b>					- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу; - проработка лекционного материала; - решение домашних заданий	Интерактивная лекция, лекция с заранее запланированными ошибками, проблемная лекция, групповая дискуссия, метод работы в малых группах, метод «мозговой штурм»		
	<b>Тема 4.1.</b> Теорема о линейности обратного оператора. Пример об операторе, обратном к интегральному оператору. Теорема о существовании обратного оператора	2		2	4				
	<b>Тема 4.2</b> Теорема Банаха о гомеоморфизме. Определение графика оператора. Определение замкнутого оператора. Теорема о замкнутости линейного непрерывного оператора.	2		1	3				
	<b>Тема 4.3.</b> Теорема Банаха о замкнутом графике. Теорема о замкнутости оператора	2		1	3				
	<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>6</b>		<b>4</b>	<b>10</b>				

ПКС-3 ИПКС-3.1	<b>Раздел 5.</b> Вполне непрерывные операторы	<ul style="list-style-type: none"> <li>- чтение основной и дополнительной литературы, рекомендованной по курсу;</li> <li>- проработка лекционного материала;</li> <li>- решение домашних заданий</li> </ul>	Интерактивная лекция, лекция с заранее запланированными ошибками, проблемная лекция, групповая дискуссия, метод работы в малых группах, метод «мозговой штурм»						
	<p><b>Тема 5.1.</b> Вполне непрерывные операторы.      Пример вполне непрерывного оператора.      Теорема о том, что всякий вполне непрерывный оператор отображает слабо сходящуюся последовательность в сильно сходящуюся. Теоремы о свойствах вполне непрерывных операторов.</p>	2		4	6				
	<b>Итого по 5 разделу</b>	2		4	6				
	<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	34		34	72				

## **6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: устное собеседование по темам лекционных занятий, выполнение практических заданий и заданий РГР. Промежуточный контроль проводится в устно-письменной форме.

6.1. Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности освещены в разделе 12.

### **6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Таблица 5. - При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения контрольных работ

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Зачет с оценкой</b>
40<R≤50	Отлично
30<R≤40	Хорошо
20<R≤30	Удовлетворительно
0<R≤20	Неудовлетворительно

Шкала оценивания для РГР

- оценка «зачтено» выставляется студенту в том случае, если все задачи решены, к задачам приведены пояснения, построены графики (где это требует условие);
- оценка «не зачтено» ставится в том случае, если какая-либо задача отсутствует или приведены недостаточные пояснения к решению задачи.

Таблица 6. – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от максимума рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от максимума рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от максимума рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от максимума рейтинговой оценки контроля
ПКС-3. Способен анализировать и оценивать существующие системы на соответствие требованиям	ИПКС-3.1. Анализирует и оценивает существующие математические и информационные модели	Не знает основные понятия и утверждения теории линейных функционалов и теории линейных операторов.	Может неуверенно формулировать основные определения и утверждения теории линейных функционалов и теории линейных операторов.	Может формулировать определения утверждения теории линейных функционалов и теории линейных операторов, а также доказывать основные теоремы функционального анализа.	Уверенно формулирует и комментирует понятия утверждения теории линейных функционалов и теории линейных операторов, чётко доказывает и применяет утверждения, доказанные в данном курсе.

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда**

- 7.1.1 Треногин В.А. Функциональный анализ: Монография / В.А. Треногин. – Москва: Наука, 1980. – 496 с.
- 7.1.2 Рязанцева И.П.Функциональный анализ: Учебное пособие / И. П. Рязанцева. – Нижний Новгород: НГТУ, 2011. - 261 с.

### **7.2 Справочно-библиографическая литература**

- 7.2.1 Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа: Учебник / А.Н. Колмогоров. – Москва: Наука, 1976. – 543с.
- 7.2.2 Канторович Л.В., Акилов Г.П. Функциональный анализ: Учебник/ Л.В. Канторович.- Москва: Наука, 1977.- 742 с.
- 7.2.3 Люстерник Л.А., Соболев В.И. Краткий курс функционального анализа: Учебное пособие/ Л.А.Люстерник. – Москва: Высшая школа, 1982.- 271 с.

### **7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

- 7.3.1 Треногин В.А., Писаревский Б.М. Задачи и упражнения по функциональному анализу:
- 7.3.2 Учебное пособие.-2- е изд. / В.А. Треногин. – Москва: Физматлит, 2002.-240 с.
- 7.3.3 Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: [http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokum\\_obraz/met\\_rekom\\_aydit\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokum_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20). Дата обращения 23.09.2015.
- 7.3.4 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим

советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/met\\_rekom\\_organiz\\_samoct\\_rab.pdf?20](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samoct_rab.pdf?20).

7.3.5 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:[http://www.nntu.ru/RUS/otd\\_sl/ymy/metod\\_dokym\\_obraz/provedenie-zanyatij-sprimeneniem-interakt.pdf](http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-sprimeneniem-interakt.pdf).

## 8. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

### 8.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://elib.tolgas.ru/>. - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

8.2 Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

Таблица 8. Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	TNT-ebook	<a href="https://www.tnt-ebook.ru/">https://www.tnt-ebook.ru/</a>

**8.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины**

**Таблица 9. Перечень программного обеспечения**

<b>Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе</b>	<b>Программное обеспечение свободного распространения</b>
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

**Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

В таблице **10** указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

**Таблица 10 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Электронная база избранных статей по философии	<a href="http://www.philosophy.ru/">http://www.philosophy.ru/</a>
3	Единый архив экономических и социологических данных	<a href="http://sophist.hse.ru/data_access.shtml">http://sophist.hse.ru/data_access.shtml</a>
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	<a href="http://www.ncva.ru">http://www.ncva.ru</a>
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

## 9. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»<https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10. - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения и техническими средствами обучения

В таблице 11 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети

«Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

<b>№</b>	<b>Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность аудиторий помещений и помещений</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
1	<b>Мультимедийная аудитория № 6421 учебно-лабораторного корпуса № 6</b>	1. Доска меловая – 1 шт. 3. Экран – 1 шт. 4. Мультимедийный проектор Epson X12 – 1 шт. 5. Компьютер PC MB Asus на чипсете Nvidia/AMDAthlonXII CPU 2.8Ghz/ RAM 4 Ggb/SVGAStandartGraphics +Ge-FORCE Nvidia GT210/HDD 250Ggb,SATAinterface, монитор 19”, с выходом на проектор. 6. Рабочее место студента - 74 7. Рабочее место для преподавателя – 1 шт.	1. Windows 7 32 bit корпоративная; VL 49477S2 2. Adobe Acrobat Reader DC-Russian (беспл.) 3. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); 4. Dr.Web (C/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26)
	<b>Помещение для самостоятельной работы студентов (Компьютерный класс № 1) № 6543 учебно-лабораторного корпуса № 6</b>	1. Рабочие места студента, оснащенные ПК на базе Intel Core i5 с мониторами – 8 шт. 2. Рабочие места студента, оснащенные ПК на базеCore 2 Duo с мониторами –2 шт. 3. Рабочее место преподавателя, оснащенное ПК на базе Intel Core i5 с монитором – 1 шт. 4. Проектор Accer, проекционный экран – 1 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета 5. Принтер HP LaserJet 1200 – 1 шт.	1. Microsoft Windows 7 MSDN реквизиты договора - подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18 2. Бесплатное ПО: Пакет программ Open Office, True Conf, Браузер Google Chrome, Браузер Mozilla Firefox, Браузер Opera, McAfee Security Scan, Adobe Acrobat Reader DC, AutoCAD2013

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

При преподавании дисциплины «Линейные операторы», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч с студентами, так и современных информационных технологий: электронная почта, ZOOM.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой с учетом текущей успеваемости.

**Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне**, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

**Результат обучения считается несформированным**, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их

выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

## **11.2 Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **11.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах**

Не предусмотрены.

## **11.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой практических занятий является решение задач и разбор примеров.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- умение решать типовые задачи;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

Типовые задания к практическим работам приведены в разделе 12.

## **11.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть

использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

#### **11.6. Методические указания для выполнения РГР**

Не предусмотрены.

#### **11.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы**

Не предусмотрены.

### **12. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости представлены в ФОС дисциплины и хранятся на кафедре разработчика программы.