

Нижний Новгород 2025 г

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.04. Электроника и нанoeлектроника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 927 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ  
протокол от \_\_17.12.2024\_\_ №\_6\_\_

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры ТОЭ протокол от \_\_10.02.2025\_ № \_\_1\_\_  
Зав. кафедрой к.т.н, доцент, Кралин А.А. \_\_\_\_\_

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИНЭЛ, Протокол от\_\_19.02.2025\_\_ №\_\_1\_\_

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 11.03.04-п-33  
Начальник МО \_\_\_\_\_ Е.Г. Севрюкова

## СОДЕРЖАНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
1.1. Цель освоения дисциплины: .....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): .....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА. ....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	16
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	16
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	16
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	16
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....	17
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА .....	19
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
11.1.1. Типовые задания для практических занятий.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
11.1.3. Методические указания к расчетно-графической работе.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.

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

**1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является** изучение численных методов анализа и их применения в области моделирования и расчетов параметров, характеристик электронных устройств.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

Сформировать представление о численных методах, применяемых для решения наиболее распространенных математических задач;

Изучение отдельных численных методов, их преимуществ и недостатков;

Формирование навыков выбора и применения численных методов для решения конкретных задач;

Формирование навыков применения основных методов приближения, численного интегрирования, решения обыкновенных дифференциальных уравнений, а также методов оптимизации при разработке и проектировании математических моделей электронных устройств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина (модуль) «Численные методы анализа» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах программы бакалавриата. Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Численные методы анализа» являются Математика, Информационные технологии.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: Математическое моделирование систем, Оптимизация параметров электронных устройств, Анализ и синтез устройств электронной техники.

Рабочая программа дисциплины «Численные методы анализа» 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 дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	курсы формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки бакалавра /специалиста/магистра»				
Код компетенции <b>ПКС-1</b>	1	2	3	4	5
Метрология, стандартизация и тех-			X		

<i>нические измерения</i>					
<i>Элементы схемотехники</i>				X	
<i>Основы проектирования электронных приборов</i>					X
<i>Твердотельная электроника</i>				X	
<i>Электронные цепи и микросхемотехника</i>					X
<i>Основы микропроцессорной техники</i>				X	
<i>Вторичные источники питания</i>					X
<i>Основы преобразовательной техники</i>				X	
<i>Элементы устройств автоматического управления</i>			X		
<i>Введение в НИРС</i>				X	
<i>Оптимизация параметров электронных устройств</i>					X
<i>Математические основы обработки сигналов</i>					X
<i>Математическое моделирование систем</i>				X	
<i>Компьютерное моделирование электронных устройств</i>				X	
<i>Методы математической физики</i>		X			
<i>Устройства бытовой техники</i>		X			
<i>Компьютерная и микропроцессорная техника в системах автоматики</i>				X	
<i>Патентоведение</i>				X	
<i>Программируемые элементы цифровых устройств</i>					X
<i>Эргономика и дизайн</i>					X
<i>Магнитные элементы электронных устройств</i>			X		
<i>Электрические ап-</i>			X		

<i>параты</i>					
<i>Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности</i>		X			
<i>Ознакомительная практика</i>	X				
<i>Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности</i>			X		
<i>Преддипломная практика</i>					X
<i>Научно-исследовательская работа</i>			X		
<i>Выполнение и защита ВКР</i>					X

## ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

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-1 Способен к техническому обслуживанию и ремонту электронных средств и электронных систем БКУ	ИПСК-1.5 Обобщает результаты работы, выделяет закономерности функционирования объекта	<b>Знать:</b> - численные методы, применяемые при создании математических моделей различных устройств и исследовании их характеристик	<b>Уметь:</b> - использовать программные средства для решения конкретных задач с применением численных методов	<b>Владеть:</b> - навыками анализа, расчета и моделирования характеристик электронных устройств с использованием стандартных программных средств	Выполнение практических заданий	Вопросы для устного собеседования, задания для решения математических задач

Трудовая функция: В/03.6 Испытание опытных образцов и модернизация электронных средств и электронных систем БКУ

### Трудовые действия:

- Разработка методик испытания электронных средств и электронных систем БКУ;

### Трудовые умения:

- Осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, применяя современные информационные, компьютерные и сетевые технологии

### Трудовые знания:

- Стандарты ЕСКД;

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 часа, 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.	В т.ч. по курсам
		№ 3
<b>Формат изучения дисциплины</b>	с использованием элементов электронного обучения	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
<b>1.1.Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
занятия лекционного типа (Л)	2	2
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	5	5
лабораторные работы (ЛР)		
<b>1.2.Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	7	7
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>121</b>	<b>121</b>
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	10	10
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.)	111	111
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>9</b>	<b>9</b>



## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты 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 Практиче- ской подго- товки (трудоем- кость в ча- сах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
3 курс									
ПКС-1 ИПКС-1.5	Раздел 1 (Аппроксимация характеристик устройств силовой электроники)								
	Тема 1.1(Интерполяционные формулы Ньютона и Лагранжа)	0,25			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.3.] [6.2.2.]	Публичная презентация проекта		
	Практическое занятие №1 (Интерполяционные формулы Ньютона и Лагранжа, погрешности интерполяционных формул)			1	8	подготовка к практическим занятиям [6.3.1.] [6.1.4.]			
	Тема 1.2 (Интерполяция сплайнами)	0,25			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.3.] [6.2.2.]	Публичная презентация проекта		
	Практическое занятие №2 (Сплайн функции)			1	9	подготовка к практическим занятиям [6.3.1.]			
	Тема 1.3 (Среднеквадратичное приближение)	0,25			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.3.] [6.2.2.]	Публичная презентация проекта		
	Практическое занятие №3 (Метод наименьших квадратов)			1	9	подготовка к практическим занятиям [6.3.1.]			
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)				5				

Планируемые (контролируемые) результаты 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 Практиче- ской подго- товки (трудоем- кость в ча- сах)	Наименование разработанного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	контрольная работа								
	Итого по 1 разделу	0,75		3	43				
ПКС-1	Раздел 2 (Численное интегрирование в электрических расчетах)								
	Тема 2.1(Постановка задач численно-го интегрирования)	0,25			12	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.3.] [6.2.2.]	Публичная презента- ция проекта		
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 2 разделу	0,25			12				
ПКС-1 ИПКС-1.5	Раздел 3 (Решение обыкновенных дифференциальных уравнений в математических моделях электронных устройств)								
	Тема 3.1(Решение обыкновенных дифференциальных уравнений од- ношаговыми методами)	0,25			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презента- ция проекта		
	Практическое занятие №1 (Одноша- говые методы)			0,5	8	подготовка к практиче- ским занятиям [6.3.1.] [6.1.4.]			
	Тема 3.2 (Многошаговые методы. Явные и неявные методы.)	0,25			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.2.] [6.1.3.]	Публичная презента- ция проекта		
	Практическое занятие №2 (Много- шаговые методы)			0,5	8	подготовка к практиче- ским занятиям [6.3.1.]			

Планируемые (контролируемые) результаты 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 Практиче- ской подго- товки (трудоем- кость в ча- сах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)				5				
	контрольная работа								
	Итого по 3 разделу	0,5		1	29				
ПКС-1	Раздел 4 (Методы оптимизации в инженерных задачах)								
	Тема 4.1(Одномерная оптимизация)	0,25			8	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.2.1.]	Публичная презента-ция проекта		
	Практическое занятие №1 (Метод деления отрезка пополам. Метод золотого сечения.)			0,5	8	подготовка к практиче-ским занятиям [6.3.1.]			
	Тема 4.2 (Многомерная оптимизация)	0,25			4	подготовка к лекциям [6.1.1.] [6.1.5.] [6.2.1.]	Публичная презента-ция проекта		
	Практическое занятие №2 (Задачи оптимизации с ограничениями.)			0,5	8				
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:								
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 4 разделу	0,5		1	28				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	2		5	121				
	ИТОГО по дисциплине	2		5	121				

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

### 5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

5.1.1. Задания для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль) находятся в п.11.1.1., методические рекомендации и задания к расчетно-графической работе находятся в системе E-learning в свободном доступе.

5.1.2. При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет». Тесты для промежуточного контроля сформированы в системе E-learning и находятся в свободном доступе

[https://edu.nntu.ru/subject/list/index/switcher/programm?page\\_id=m0602&page\\_id=m0602](https://edu.nntu.ru/subject/list/index/switcher/programm?page_id=m0602&page_id=m0602)

Также приведен перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет/зачет с оценкой/экзамен в п.11.1.2.

### 5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачет», «незачет».

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

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

**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» 0-40% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 41-60% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 61-80% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 81-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1 Способен к техническому обслуживанию и ремонту электронных средств и электронных систем БКУ	ИПКС-1.5 Обобщает результаты работы, выделяет закономерности функционирования объекта	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Не способен решить поставленную задачу с помощью численных методов	Фрагментарные, поверхностные знания по дисциплине Не твердо знает изучаемые численные методы анализа; не может выделить их достоинства и недостатки при решении конкретных задач; слабо разбирается в численных методах, применяемых при создании математических моделей	Знает материал на достаточно хорошем уровне. Способен решить поставленную задачу с помощью любого из изучаемых численных методов, но делает незначительные ошибки в расчетах; способен использовать программные средства для решения поставленных задач, но делает незначительные ошибки.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; Уверенно определяет выбор метода для решения конкретной задачи, расчеты проводит без ошибок; способен использовать программные средства для решения поставленных задач на высоком уровне; в полной мере владеет навыками анализа, расчета и моделирования характеристик электронных устройств с использованием стандартных программных средств

**Таблица 7. Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	Высокий уровень заслуживает студент, освоивший знания, умения, 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)	Демонстрирует практически полностью освоенные знания, умения, теоретический материал; учебные задания не оцениваются максимальным числом баллов; в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Демонстрирует с пробелами освоенные знания, умения, теоретический материал; многие учебные задания либо не выполняет, либо задания оцениваются числом баллов близким к минимальному; некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий..

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

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

6.1.1. Флакسمан Е.А. Курс лекций Численные методы анализа. Режим доступа [https://edu.ntnu.ru/resource/list/index/subject\\_id/610](https://edu.ntnu.ru/resource/list/index/subject_id/610) Курс Численные методы анализа.

6.1.2. Эварт Т.Е. Численные методы решения дифференциальных и матричных уравнений : Учеб.пособие / Т. Е. Эварт, В. В. Поздьяев ; НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Арзамас.политехн.ин-т (фил.). - Н.Новгород : [Б.и.], 2014.

6.1.3. Эварт Т.Е. Численные методы : Учеб.пособие / Т. Е. Эварт, А. Б. Лазарева, А. В. Троцкий ; НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Арзамас.политехн.ин-т(фил.). - Н.Новгород : [Б.и.], 2013

6.1.4. Методы вычислений в пакете MathCAD : Учеб.пособие / И. А. Бедарев [и др.] ; Новосиб.гос.архитектур.-строит.ун-т (Сибстрин). - Новосибирск : [Б.и.], 2013

6.1.5. Гончаров В.А. Методы оптимизации : Учеб.пособие / В. А. Гончаров ; Нац.-исслед.ун-т "МИЭТ". - М. : Юрайт, 2014.

### **6.2. Справочно-библиографическая литература.**

6.2.1. Сухарев А.Г. Методы оптимизации : Учебник и практикум / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Фёдоров ; МГУ им.М.В.Ломоносова. - 3-е изд.,испр.и доп. - М. : Юрайт, 2014.

6.2.2. Численные методы : Учебник / У. Г. Пирумов [и др.] ; Моск.авиационн-т НИУ; Под ред.У.Г.Пирумова. - 5-е изд.,перераб.и доп. - М. : Юрайт, 2014.

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

6.3.1. Методические указания, рекомендации по выполнению различных видов работ по дисциплине «Численные методы анализа» находятся в системе E-learning 4G по адресу: [https://edu.ntnu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject\\_id/610](https://edu.ntnu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/610)

## **7. 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).

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

7.1.1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> Электронный каталог книг <http://library.nntu.nnov.ru/>

7.1.2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.

7.1.3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.

7.1.4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.

7.1.5. 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.

7.1.6. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

### 7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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>

В таблице 9 указан перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Таблица 9 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
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)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)	

## 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 РОС-СТАНДАРТ	<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

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

В таблице 11 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

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

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения



В таблице 12 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

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Ауд. 1245 Аудитория для лекционного цикла и практических занятий	1. Доска маркерно-меловая - 1 шт. 2. Доска меловая - 1 шт. 3. Мультимедийный проектор ACER X138 - 1 шт. 4. Персональный компьютер ( Intel Core3-3240/4 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 670/HDD 500) с выходом на ACER X138 с подключением к интернету - 6 шт. 5. Персональные компьютеры ( Intel Core3-3240/4 Gb RAM/NVIDIA GeForce GT 670/HDD 500) с подключением к интернету - 6 шт. 6. Лабораторный стенд "Схемотехника" - 2 шт. 7. Лабораторный стенд "Преобразовательная техника" - 2 шт. 8. Рабочее место студента - 18.	1. Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) 3. Распространяемое по свободной лицензии Open Office
2	Ауд. 8110 Класс для самостоятельной работы	• Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19` – 8 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024)

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. 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 может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В слу-

чае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий (выбирается из приложения к РПД):

- балльно-рейтинговая технология оценивания в среде E-learning 4G.

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

Весь лекционный материал курса сопровождается компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Материалы лекций, в виде слайдов находятся в свободном доступе на в системе E-learning 4G и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях и 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.

Иницируется 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 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.

### **10.2. 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.

### **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

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

Методические указания для обучающихся по выполнению заданий на практических занятиях представлены в свободном доступе в системе E-learning

[https://edu.nttu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject\\_id/610](https://edu.nttu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/610)

### **10.4. 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.

### **10.5. Методические указания для выполнения расчетно-графической работы**

Выполнение расчетно-графической работы способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности.

## 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая

1. проведение практических работ;
2. Типовые задания для письменного опроса;
3. выполнение расчетно-графической работы

#### 11.1.1. Типовые задания (вопросы) для письменного (устного) опроса

Задача 1: Дана таблица значений функции  $y = \lg x$

$x_i$	11	12	13	14	15
$y_i$	1.0414	1.0792	1.1139	1.1461	1.1761

1. С помощью линейной интерполяционной формулы Лагранжа вычислите  $\lg x^*$  ( $\approx P_1(x^*)$ ) и найдите абсолютную погрешность в точке, максимальную погрешность на отрезке и сравните их с фактической ошибкой.  
Отрезок  $[a, b]$  определите самостоятельно, исходя из условия задачи.
2. С какой точностью можно вычислить по этим данным  $\lg x^*$  посредством интерполяционной формулы Лагранжа 3-ей степени (абсолютная погрешность в точке  $x^*$ )? Запишите расчетную формулу полинома для вычисления  $\lg x^* \approx P_3(x^*)$ .
3. Можно ли в данных условиях построить многочлен 5-ой степени?

Вариант (см. свой номер по порядку в списке группы)	$x^*$
1	11,2
2	11,6
3	11,4
4	11,8
5	12,1
6	12,4
7	12,6
8	12,9
9	13,2
10	13,6
11	13,4
12	13,8
13	14,1

14	14,4
15	14,6
16	14,9
17	11,3
18	12,3
19	13,3
20	14,3
21	11,5

Задача 2:

Для функции  $y = f(x)$ , заданной таблицей,

$x_i$	0,5	0,7	1	1,4	2	2,6	4
$y_i$	-0,555	-0,239	0	0,114	0,139	0,123	0,082

1. Составьте таблицу разделенных разностей.

2. Запишите подходящие для вычисления  $f(0,6)$ ,  $f(1,5)$  и  $f(3)$  конкретные наиболее простые многочлены Ньютона и найдите эти приближенные значения.

Причем для нахождения  $f(0,6)$ , необходимо воспользоваться формулой интерполяции «вперед», а для нахождения  $f(1,5)$  и  $f(3)$  - формулой интерполяции «назад», поясните, почему так будет правильно?

3. Почему для решения задачи не подойдет построение таблицы конечных разностей?

Задача 3:

Дана таблица значений функции  $y = \lg x$

$x_i$	11	12	13	14	15
$y_i$	1.0414	1.0792	1.1139	1.1461	1.1761

1. Постройте таблицу конечных разностей.

2. Вычислите по интерполяционным формулам Ньютона 4-го порядка приближенные значения  $\lg 11,6$  и  $\lg 14,5$ . Сравните их с точными значениями. Поясните выбор используемой для расчета той или иной интерполяционной формулы Ньютона.

Задача 4:

Постройте кубический сплайн, интерполирующий функцию  $f(x)$ , заданную таблицей

$x$	0	1	2	3
$f(x)$	0	1	1	3

полагая,  $f''(0) = f''(3)$

1. Постройте таблицу коэффициентов.

2. Запишите интерполяционные многочлены для каждого отрезка.

3. Построить график сплайна по точкам с шагом 0,25.

Задача 5:

Функция  $f(x)$  задана таблицей

x	1	2	3
f(x)	0,71	3,31	0,18

Методом наименьших квадратов аппроксимируйте данную функцию с помощью квадратного трехчлена.

Задача 6,7,8:

Явным и неявным методами Эйлера, а также методом Рунге-Кутты 4-го порядка точности получить численное решение дифференциального уравнения  $y' = (y + x)^2$  с начальными условиями  $y(0) = 0$  на интервале  $[0, 0.5]$  с шагом  $h=0.1$ . Численное решение сравнить с точным решением  $y = \operatorname{tg}(x) - x$ .

### 11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена

Вопросы к промежуточной аттестации (экзамен):

1. Понятие математической модели. Сущность численных методов.
2. Задача приближения функций.
3. Интерполяционные полиномы Лагранжа и Ньютона.
4. Полиномы Чебышева.
5. Наилучшее приближение функций. Равномерное приближение функций.
6. Интерполяция сплайнами.
7. Среднеквадратичное приближение. Метод наименьших квадратов.
8. Постановка задачи численного интегрирования. Понятие квадратуры.
9. Формула трапеций.
10. Формула Симпсона.
11. Численные методы решения алгебраических уравнений.
12. Метод простой итерации.
13. Метод Зейделя.
14. Задача Коши и численные методы ее решения.
15. Метод Рунге-Кутты.
16. Метод Адамса.
17. Постановка задачи численного интегрирования дифференциальных уравнений. Метод Эйлера.
18. Постановка задачи оптимизации. Методы оптимизации.

### 11.1.3. Методические указания к расчетно-графической работе

Методические указания для обучающихся по выполнению расчетно-графической работы представлены в свободном доступе в системе E-learning  
[https://edu.ntnu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject\\_id/610](https://edu.ntnu.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/610)