

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**УТВЕРЖДАЮ:**

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

« 31 » марта 2023 года

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.07 Математические методы и модели

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии

Программа: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Форма обучения	Очная		Заочная	
	3	4	3	4
Семестр	3	4	3	4
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4/144	4,5/162	4/144	4,5/162
Контактная работа (час.), в том числе	72	72	14	16
лекции (час.)	34	34	4	4
лабораторные работы (час.)	34	34	4	4
практические (семинарские) занятия (час.)	0	0	0	0
Самостоятельная работа (час.), в том числе	36	90	121	146
курсовой проект/работа (семестр)	-	27	-	27
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экз.,36	зачёт	экз.,9	зачёт

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Математические методы и модели» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии» для 2022 года приёма по очной и заочной формам обучения.

**Составитель:**

Доцент кафедры

«Электрические станции», к.т.н.



Гармаш В.С.

(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «14» 03 20 23 года № 4

Заведующий кафедрой



Ткаченко С.Н.

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 20 23 года № 3

Председатель



Ткаченко С.Н.

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы теории и практического применения численных методов прикладной математики для решения задач электротехники, а также основные библиотеки прикладных математических программ.

**Цель дисциплины:** Формирование знаний, умений и представлений в области теории и практики решения задач электротехники, которые представляются математическими моделями в терминах алгебраических, интегральных и дифференциальных уравнений.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

- численные методы решения систем линейных, нелинейных, дифференциальных уравнений;
- методы оптимизации и аппроксимации функций, а также основные библиотеки прикладных математических программ;

**уметь:**

- разработать математическую модель заданной электротехнической схемы в терминах алгебраических, интегральных и дифференциальных уравнений;
- составлять алгоритмы и программы решения поставленных задач на ПЭВМ;
- выполнить расчёты и сделать анализ;

**владеть:**

- численными методами анализа для решения электротехнических задач.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: ПК2, ПК5, ПК6

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к циклу профессиональных дисциплин вариативной части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: общая физика, теоретические основы электротехники, высшая математика, электромагнитные переходные процессы, электрические машины, электрические аппараты, электротехнические материалы, основы программирования МК.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин автоматизация производственных процессов, программы бакалаврской подготовки: микропроцессорная релейная защита, интеллектуальные защиты, программы магистерской подготовки; прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

3 семестр / 3 семестр						
№ те мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
1	Тема 1. Метод Гаусса для решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)	18/24	6/1	0/0	6/1	6/22
2	Тема 2. Метод простой итерации для решения СЛАУ	18/27	6/1	0/0	6/1	6/25
3	Тема 3. Применение пакетов CNL 7.0 и MathCad 15.0 для решения задач линейной алгебры	22/26	6/1	0/0	8/0	8/25
4	Тема 4. Методы простой итерации и Ньютона для решения нелинейных уравнений (НУ)	22/28	8/0	0/0	6/1	8/27
5	Тема 5. Методы простой итерации и Ньютона для решения систем нелинейных уравнений (СНУ)	24/24	8/1	0/0	8/1	8/22
Контактная работа (дополнительная)		4/6				
Курсовая работа (проект)						
Итого по видам занятий		108/135	34/4	0/0	34/4	36/121
Контроль		36/9				
<b>ИТОГО</b>		<b>144/144</b>	<b>34/4</b>	<b>0/0</b>	<b>34/4</b>	<b>36/121</b>
4 семестр / 4 семестр						
№ те мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
1	Тема 1. Применение пакетов CNL 7.0 и MathCad 15.0 для решения нелинейных уравнений	22/27	6/1	0/0	6/1	10/25
2	Тема 2. Методы Эйлера явный (неявный) решения дифференциальных уравнений (ДУ)	24/28	6/1	0/0	6/1	12/26
3	Тема 3. Метод Рунге-Кутта для решения ДУ	31/24	8/1	0/0	8/1	15/22
4	Тема 4. Жесткие дифференциальные уравнения	30/25	8/0	0/0	6/1	16/24
5	Тема 5. Применение пакетов CNL 7.0 и MathCad 15.0 для решения дифференциальных уравнений	24/23	6/1	0/0	8/0	10/22
Контактная работа (дополнительная)		4/8	–		–	
Курсовая работа (проект)		27/27				27/27

Итого по видам занятий	131/127	34/4	0/0	34/4	90/146
Контроль	–				
<b>ИТОГО</b>	<b>162/162</b>	<b>34/4</b>	<b>0/0</b>	<b>34/4</b>	<b>90/146</b>

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-2	Темы 1-10
ПК-5	Темы 1-10
ПК-6	Темы 1-10

## 3.2 Лекции

Тема 1. Метод Гаусса для решения систем линейных алгебраических уравнений.

Содержание темы 1: Точные методы решения СЛАУ. Прямой ход метода Гаусса. Верхняя треугольная матрица. Обратный ход. Обратная матрица по схеме Гаусса. LU-разложение. Другие методы.

Литература к теме 1: [1-3]

Тема 2. Метод простой итерации для решения СЛАУ.

Содержание темы 2. Приближенные методы решения СЛАУ. Приведение исходной матрицы к нормальному виду. Условия сходимости. Нормы матрицы. Критерий окончания расчета. Программная реализация.

Литература к теме 2: [1-3]

Тема 3. Применение пакетов CNL 7.0 и MCad 15.0 для решения задач линейной алгебры.

Содержание темы 3. Математическая библиотека IMSL CNL 7.0. Подключение библиотеки. Файлы imsl.h и cmath.lib. C++ Project→Settings→Link. Подключение заголовочных файлов. Chapter 1: Linear Systems/ imsl\_f\_lin\_sol\_gen. Описание параметров заголовка. Пакет MathCad. Процедуры решения СЛАУ. Описание параметров.

Литература к теме 3: [1-3]

Тема 4. Методы простой итерации и Ньютона для решения нелинейных уравнений.

Содержание темы 4. Локализация корней, табличный способ.

Метод итераций: составление рекуррентного выражения, анализ на сходимость, геометрическая интерпретация. Программная реализация.

Метод Ньютона: графическое представление, аналитическое представление, рекуррентное выражение, сходимость, критерий окончания расчета.

Литература к теме 4: [1-3]

Тема 5. Методы простой итерации и Ньютона для решения систем нелинейных уравнений (СНУ).

Содержание темы 5. Локализация корней, графическое представление.

Метод итераций: составление рекуррентного выражения, условия сходимости, пример решения.

Метод Ньютона: разложение функций в ряд Тейлора, Матрица Якоби, рекуррентное выражение, условия сходимости.

Литература к теме 5: [1-3]

Тема 6. Применение пакетов CNL 7.0 и MathCad 15.0 для решения нелинейных уравнений.

Содержание темы 6. Chapter 7: Nonlinear Equations/ imsl\_f\_zeros\_sys\_egn. Описание параметров заголовка. Программная реализация.

Пакет MathCad. Процедуры решения систем нелинейных уравнений. Описание параметров

Литература к теме 6: [1-3]

Тема 7. Методы Эйлера явный (неявный) решения дифференциальных уравнений (ДУ).

Содержание темы 7. Понятие дифференциального уравнения: линейные, нелинейные. Задача Коши. Численное решение ДУ.

Метод Эйлера (явный): графическое представление, аналитическое представление, рекуррентное выражение, погрешность.

Метод Эйлера (неявный): отличие от явного, рекуррентное выражение, погрешность.

Литература к теме 7: [1-3]

Тема 8. Метод Рунге-Кутты для решения ДУ.

Содержание темы 8. Вывод метода из методов Рунге(1895) и Кутты(1901).

Коэффициенты метода. Порядок точности. Другие численные методы решения ДУ.

Литература к теме 8: [1-3]

Тема 9. Жесткие дифференциальные уравнения.

Содержание темы 9. Понятие жесткие уравнения. Графическая интерпретация. Пример жестких уравнений. Методы решения.

Литература к теме 9: [1-3]

Тема 10. Применение пакетов CNL 7.0 и MathCad 15.0 для решения дифференциальных уравнений.

Содержание темы 10. Chapter 5: Differential Equations/ Runge-Kutta method.

Описание параметров заголовка. Программная реализация

Пакет MathCad. Процедуры решения систем дифференциальных уравнений. Описание параметров

Литература к теме 10: [1-3]

### 3.3 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/заочн	Литера- тура
<b>Семестр 3</b>			
1	Решение СЛАУ. Метод Гаусса.	4/1	[1-3]
2	Решение СЛАУ. Метод итерации.	10/1	[1-3]
3	Решение нелинейных уравнений.	10/1	[1-3]
4	Решение систем нелинейных уравнений.	10/1	[1-3]
<b>ИТОГО</b>		34/4	
<b>Семестр 4</b>			
5	Численное решение дифференциальных уравнений.	4/1	[1-3]
6	Одномерная оптимизация.	10/1	[1-3]
7	Многомерная оптимизация.	10/1	[1-3]
8	Аппроксимация. Интерполяция функций.	10/1	[1-3]
<b>ИТОГО</b>		34/4	

### 3.4. Практические (семинарские) занятия

Практические занятия не предусмотрены учебным планом.

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	50/120
2	Подготовка к практическим занятиям	–
3	Подготовка к лабораторным работам	49/111
4	Выполнение курсового проекта	–
5	Выполнение курсовой работы	27/27
6	Выполнение индивидуального задания	0/9
<b>ИТОГО</b>		126/267

### 3.5 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание.

Курсовая работа по дисциплине посвящена разработке математической модели и расчету электротехнических схем. Выполнение задания способствует углубленной проработке основных тем дисциплины.

Объём учебной нагрузки при выполнении курсового проекта – 27 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 20 страниц формата А4 (210×297 мм).

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;



- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

## **4.2 Вопросы к экзамену**

1. Метод Гаусса для решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).
2. Метод простой итерации для решения СЛАУ.
3. Применение пакетов CNL 7.0 и MathCad 15.0 для решения задач линейной алгебры.
4. Метод простой для решения нелинейных уравнений.
5. Метод Ньютона для решения нелинейных уравнений.
6. Метод Эйлера явный решения дифференциальных уравнений
7. Методы Эйлера неявный решения дифференциальных уравнений
8. Метод Рунге-Кутты для решения ДУ
9. Жесткие дифференциальные уравнения
10. Применение пакетов CNL 7.0 и MathCad 15.0 для решения дифференциальных уравнений.

## **4.3 Пример экзаменационного билета**

**ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

фессионального образо-  
вания:

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

Направление подготовки  
(специальность):

13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

(код, название)

Профиль подготовки:

Электрические станции

(название)

Семестр:

3

Учебная дисциплина:

Математические методы и модели

#### БИЛЕТ № 1

1. Метод простой итерации для решения СЛАУ.
2. Сделать вручную два шага при решении диф. уравнения методом Эйлера

Утверждено на заседании кафедры «Электрические станции»  
протокол № 1 от 28 августа 2020 г.

Экзаменатор \_\_\_\_\_ Гармаш В.С.  
(подпись)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ткаченко С.Н.  
(подпись)

**4.4 Критерии оценивания** экзаменационной работы и выставления экзаменационной оценки по «Математические методы и модели» в группах ЭС в осеннем и весеннем семестрах 2022/2023 уч. г.

В соответствии с требованиями учебных программ хорошее усвоение знаний и объективная оценка уровня знаний преподавателем требуют:

- постоянного контроля посещения студентами учебных занятий;
- проведения систематического текущего контроля знаний;
- проведения запланированных контрольных мероприятий.

Экзамены проводятся в письменной форме. Экзаменационные билеты содержат два теоретических вопроса и практическое задание. Полный ответ на теоретический вопрос оценивается максимальным баллом 30 по шкале ECTS. Максимальное количество баллов за теоретические вопросы составляет в сумме 60 баллов. Практическое задание, выполненное в полном объеме, оценивается максимальным баллом 40 по шкале ECTS.

При подсчете баллов за каждый теоретический вопрос и практическое задание от максимального количества баллов снимается за:

- неполное раскрытие вопроса: от 5 до 15 баллов;
- существенные ошибки: от 10 до 20 баллов;
- мелкие ошибки: от 1 до 10 баллов.

Общая оценка с учетом полноты ответов и суммы баллов по всем вопросам составит:

«Отлично» 90-100 баллов (А) – выставляется, если студент выполнил задание верно и в полном объеме: показал умение унифицировать знания, технически грамотно использовать правила, методы, принципы, законы во время ответа. Материал задания на бумаге изложен логично, аргументировано и последовательно.

«Хорошо» 80-89 баллов (В) – выставляется, если студент выполнил задание верно и в полном объеме. При выполнении задания студент показал умения унифицировать знания, технически грамотно использовал правила, методы, принципы, законы во время ответа, но допустил незначительные ошибки при ответе на теоретические вопросы.

«Хорошо» 75-79 баллов (С) – выставляется, если студент выполнил задание не в полном объеме, показал определенные умения интерпретировать приведенные уравнения, графики, зависимости, не достаточно изложил материал на бумаге, допустил некоторые ошибки и неточности в ответах.

«Удовлетворительно» 70-74 баллов (D) – выставляется, если студент выполнил работу не в полном объеме, показал определенные умения интерпретировать схемы, уравнения, приведенные в билете, но допустил ряд ошибок при выводе формул, а также при ответе на некоторые теоретические вопросы.

«Удовлетворительно» 60-69 баллов (E) – выставляется, если студент верно использовал методику выполнения задания, но не показал умения дифференцировать и интегрировать знания. На вопросы отвечал частично, не четко интерпретировал законы и зависимости, материал контрольного задания изложил на бумаге не логично и не аргументировано.

«Неудовлетворительно» 35-59 баллов (FX) – выставляется, если при выполнении задания студент выявил значительные пробелы в знаниях. Задание выполнил не в полном объеме, присутствуют в работе ошибки.

«Неудовлетворительно» 1-34 балла (F) – выставляется, если студент полностью не выполнил поставленное задание.

#### **4.5 Пример текущего опроса на лабораторных занятиях**

На примере темы «Метод Ньютона для решения нелинейных уравнений (НУ)»:

1. Что такое локализация корней.
2. Что такое рекуррентное выражение.
3. Чем определяется сходимость решения НУ.

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения лабораторных занятий (15 минут вначале лабораторной работы).

### **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### ***I Основная литература***

1. Волков А.Е. Численные методы.-М.:Наука,1982.-248 с.

<http://ed.donntu.org/books/cd5139.pdf>

2. Полак Э. Численные методы оптимизации.-М.:Мир, 1972.-374с.

<http://ed.donntu.org/books/cd5139.pdf>

#### ***II Дополнительная литература***

1. Банди Б. Методы оптимизации. – М.: Радио и связь, 1988.-128с.  
<http://ed.donntu.org/books/cd5139.pdf>
2. Шуп Т.Е. Решение инженерных задач на ЭВМ. – М.: Мир, 1990.-120с.  
<http://ed.donntu.org/books/cd5139.pdf>

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:**

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Математические методы и модели» / ГОУ ВПО "ДонНТУ", Каф. электр. станций ; сост.: В.С. Гармаш - 2 Мб. - Донецк : ДонНТУ, 2016. - 1 файл. - Систем. требования: ZIP-архиватор.
2. Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу "Математические методы и модели" / ГВУЗ "ДонНТУ", Каф. электрических станций ; сост. В.С.Гармаш - 787 Кб. - Донецк : ГВУЗ "ДонНТУ", 2013. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>;  
IPR SMART - <http://www.iprbookshop.ru/>.

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Лекционные занятия:**

Дисплейный класс №8.305н, учебный корпус 8, для проведения лабораторных занятий, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютеры Intel Pentium 4 3Ghz/512M, Core i5 3.6 Ghz (ОС - Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), SMathStudio-0.98 (бесплатная версия), Mathcad Express (бесплатная версия), LibraCAD 2.1 (бесплатная лицензия), FreeMat (бесплатная лицензия) Digsilent PowerFactory 14.0 (лицензия), мониторы TFT-17", мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска передвижная, столы аудиторные, стулья ученические).

### **7.2 Практические занятия:**

Дисплейный класс №8.305н, учебный корпус 8, для проведения лабораторных занятий, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютеры Intel Pentium 4 3Ghz/512M, Core i5 3.6 Ghz (ОС - Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), SMathStudio-0.98 (бесплатная версия), Mathcad Express (бесплатная версия), LibraCAD 2.1 (бесплатная лицензия), FreeMat (бесплатная лицензия) Digsilent PowerFactory 14.0 (ли-

цензия), мониторы TFT-17'', мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска передвижная, столы аудиторные, стулья ученические).

### **7.3 Самостоятельная работа:**

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС - Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).