

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.09 Системы возбуждения генераторов**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электрические станции

Программа: бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр	6	7
Общая трудоёмкость в з.е./часах	144 / 4	144/4
Контактная работа (час.), в том числе	55	14
лекции (час.)	34	4
лабораторные работы (час.)	—	—
практические (семинарские) занятия (час.)	17	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе	53	112
курсовой проект/работа (семестр)	—	—
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экз., 36	экз., 18

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Системы возбуждения генераторов» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (направленность (профиль) «Электрические станции») для 2023 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.

(Ф.И.О.)

(подпись)

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.

(Ф.И.О.)

(подпись)

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 функционирования и принципов построения систем возбуждения современных синхронных генераторов.

*Цель дисциплины:*

Формирование знаний, умений и представлений в области теории и практики применения систем возбуждения современных синхронных генераторов.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**знать:**

- конструктивные особенности и особенности работы систем возбуждения современных синхронных генераторов;
- схемы систем возбуждения современных синхронных генераторов;
- требования к системам возбуждения современных синхронных генераторов;

**уметь:**

- анализировать научную и техническую литературу по тематике исследования;
- понимать и составлять схемы систем возбуждения современных синхронных генераторов;
- анализировать режимы работы системы возбуждения современных синхронных генераторов и их влияние на работу машин в целом.

**владеть:**

- владеть методами выбора систем возбуждения современных синхронных генераторов;
- владеть методами моделирования различных систем возбуждения современных синхронных генераторов на ПЭВМ.

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:** ПК-2; ПК-4; ПК-5; ПК-6.

## 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: «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Высшая математика», «Электромагнитные переходные процессы», «Электрические машины», «Электрическая часть электростанций и подстанций», «Технология производства энергии», «Электрические аппараты», «Электротехнические материалы».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин, таких, как «Элементы систем автоматики», «Автоматизация производственных процессов» программы бакалаврской подготовки, «Микропроцессорные защиты и автоматика электрических систем», «Интеллектуальные цифровые защиты», «Специальные вопросы

электрических станций» программы магистерской подготовки; прохождении государственной итоговой аттестации.

### 3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ те мы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
1.	Характеристики синхронного генератора	14/15	5/1	3/1		6/13
2.	Требования к системам возбуждения	14/15	5/1	2/1		7/13
3.	Независимое возбуждение	13/15	4/1	2/1		7/13
4.	Самовозбуждение	13/15	4/1	2/1		7/13
5.	Форсировка возбуждения	13/13	4/0	2/0		7/13
6.	Гашение магнитного поля	13/13	4/0	2/0		7/13
7.	Математическая модель СГ	13/13	4/0	2/0		7/13
8.	Связь с внешней сетью	11/21	4/0	2/0		5/21
Контактная работа (дополнительная)		4/6				
Курсовая работа (проект)		-				-
Итого по видам занятий		108/126	34/4	17/4		53/112
Контроль		36/18				
<b>ИТОГО</b>		<b>144/144</b>	<b>34/4</b>	<b>17/4</b>		<b>53/112</b>

#### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-2	Темы 1-10
ПК-4	
ПК-5	Темы 1, 5
ПК-6	Темы 1, 3-10

#### 3.2 Лекции

Тема 1. Характеристики синхронного генератора.

Содержание темы 1. Характеристики холостого хода и короткого замыкания. Диаграмма Потье. Каталожные данные. Расчет базисных единиц. Расчет параметров схемы замещения. Векторные диаграммы.

Литература к теме 1: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 2. Требования к системам возбуждения.

Содержание темы 2. Быстродействие. Кратность форсировки. Скорость нарастания напряжения.

Литература к теме 2: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 3. Независимое возбуждение.

Содержание темы 3. Электромашинное. Тиристорное. Высокочастотное. Бесщеточное.

Литература к теме 3: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 4. Самовозбуждение.

Содержание темы 4. Электромашинное. Тиристорное.

Литература к теме 4: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 5. Форсировка возбуждения.

Содержание темы 5. Релейная форсировка. Форсировка при КЗ.

Литература к теме 5: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 6. Гашение магнитного поля

Содержание темы 6. Разряд ОВ на активное сопротивление. Оптимальные условия гашения дуги. Дугогасительная решетка.

Литература к теме 6: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 7. Математическая модель СГ.

Содержание темы 7. Уравнения Парка-Горева. Модель.

Литература к теме 7: [\[1,2,3,4\]](#).

Тема 8. Связь с внешней сетью.

Содержание темы 8. Влияние режимов форсировки на внешнюю сеть.

Литература к теме 8: [\[1,2,3,4\]](#).

### 3.3 Практические занятия

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Расчет параметров схемы замещения СГ	2/1	<a href="#">[5]</a>
2	Построение диаграммы Потье	2/0	<a href="#">[5]</a>
3	Исследование рабочих режимов СГ	2/1	<a href="#">[5]</a>
4	Исследование режимов форсировки	2/0	<a href="#">[5]</a>
5	Гашение магнитного поля	2/0	<a href="#">[5]</a>
6	Математическая модель СГ	2/1	<a href="#">[5]</a>
7	Моделирование системы регулирования СВГ	3/1	<a href="#">[5]</a>
8	Устойчивость нагрузки	2/0	<a href="#">[5]</a>
ИТОГО		17/4	

### 3.4 Лабораторные работы

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	40/63
2	Подготовка к практическим занятиям	13/40
3	Подготовка к лабораторным работам	–
4	Выполнение курсового проекта	–
5	Выполнение курсовой работы	–
6	Выполнение индивидуального задания	0/9
<b>ИТОГО</b>		<b>53/112</b>

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Для студентов заочной форм обучения в 7-м семестре предусмотрено выполнение контрольной работы по форме **индивидуального задания**. Последнее состоит из задания, посвящённого изучению систем возбуждения современных синхронных генераторов [6].

Тематика индивидуального задания связана с изучением методов моделирования различных систем возбуждения современных синхронных генераторов на ПЭВМ [6].

Цель – закрепление теоретического материала дисциплины и получение практических навыков в области изучения систем возбуждения современных синхронных генераторов.

В результате выполнения работы обучающийся должен:

- знать конструктивные особенности, особенности режимов работы систем возбуждения современных синхронных генераторов, а также методы их математического моделирования на ПЭВМ;
- уметь пользоваться нормативной и справочной литературой, а также специализированной технической литературой;
- владеть методиками поиска и анализа необходимой информации, касающейся систем возбуждения современных синхронных генераторов.

Индивидуальное задание оформляется на листах формата А4. Рекомендуемый объём пояснительной записки по индивидуальному заданию 7-10 страниц формата А4.

## 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. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- 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;
- 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;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;



- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

### **Вопросы к экзамену:**

1. Чем объяснить, что напряжение статора при форсировке возбуждения в основном зависит от э.д.с. вращения.
2. В чем и как проявляется влияние демпферных обмоток на процесс форсировки возбуждения?
3. Как сказывается состояние цепи статора на процесс форсировки возбуждения?
4. Что такое постоянная времени  $T_e$ ?
5. Как осуществляется форсировка тиристорного возбуждения и как она практически может быть учтена?
6. Какие требования предъявляются к устройству гашения поля синхронной машины?
7. Что называется временем гашения поля?
8. Из каких соображений выбирается величина гасительного сопротивления?
9. Что понимается под оптимальными условиями гашения поля?
10. В чем преимущества дугогасящей решетки по сравнению с постоянным гасительным сопротивлением?
11. Какая схема включения дугогасящей решетки целесообразнее?



12. Как сказывается наличие демпферных обмоток на процессе гашения поля?

**Пример экзаменационного билета:**

**ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Уровень высшего профессионального образования:

бакалавриат

(бакалавриат, специалитет, магистратура)

Направление подготовки (специальность):

13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

(код, название)

Профиль:

Электрические станции

(название)

Семестр:

VI

Учебная дисциплина:

Основы релейной защиты и автоматизации энергосистем

**БИЛЕТ № 1**

1. Форсировка возбуждения турбогенераторов.
2. Понятие оптимальных условий гашения поля.
3. Выполнить расчет гасительного сопротивления для заданных условий;
4. Выполнить расчет мощности системы возбуждения для генератора типа ТГВ-200 при его работе на номинальной мощности генерации.

Утверждено на заседании кафедры «Электрические станции»  
протокол № 1 от 31 августа 2022 г.

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

### **4.3 Критерии оценивания**

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам практических занятий; студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы.

Участие в проведении практических занятий, выполнение индивидуального задания (контрольной работы с получением отметки преподавателя о выполнении), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Экзамен проводится письменно по билетам. В каждом билете содержится два теоретических вопроса (задания №1 и №2) и две задачи (задания №3 и №4). Заданиям присваиваются следующие весовые коэффициенты: 0,2 0,2, 0,3 и 0,3. Сумма весовых коэффициентов равна единице.

Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале.

Для каждого теоретического вопроса оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости). В случае неверного ответа на теоретический вопрос обучающийся получает за него ноль баллов.

Для задачи оценка «100» ставится в случае представления полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин, наличии поясняющих комментариев к расчету и выполненном полном анализе результатов (если требуется в задаче). Баллы снимаются, если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов), неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не искажившие ход решения в целом (до 25 баллов), неточность численных результатов (до 15 баллов), ошибки в анализе результатов (до 20 баллов). При отсутствии выполнения задания обучающийся получает ноль баллов.

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма произведений оценок за каждое задание на их соответствующий весовой коэффициент и округляется до целого значения в большую сторону.

При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 1. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

#### **Пример расчета итоговой оценки по экзамену.**

В билете имеется три задания с весовыми коэффициентами 0,2, 0,2, 0,3 и 0,3. Пусть оценки за каждое задание по 100-балльной шкале составили: 60, 90, 90 и 85, соответственно. Тогда итоговая оценка по экзамену составляет:

$$0,2 \cdot 60 + 0,2 \cdot 90 + 0,3 \cdot 90 + 0,3 \cdot 85 = 81,5 \approx 82,5 \text{ балл.}$$

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по национальной шкале и шкале ECTS. Для рассмотренного примера это оценки «хорошо» и «В» соответственно.

Таблица 1 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы и решение задачи экзаменационного билета	вопрос 1	20
	вопрос 2	20
	задача 1	30
	задача 2	30
<b>ИТОГО:</b>		<b>100</b>

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
------------------------------------	----------------------	---------------------------------

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на занятиях

**На примере темы «Расчет параметров схемы замещения СГ».**

1. Что такое сверхпереходное сопротивление генератора.
2. Что такое переходное сопротивление генератора.
3. Что такое сопротивление генератора  $X_d$ ?
4. Учитываются ли в схеме замещения генератора потери в стали магнито-провода статора?
5. Почему синхронная машина моделируется в осях d и q?
6. Что такое сопротивления  $X_{ad}$  и  $X_{aq}$ ?
7. Каким образом на практике определить активное сопротивление статора синхронной машины?
8. Каким образом в схеме замещения учитывается демпферная обмотка?

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения практических занятий (15 минут в начале практического занятия).

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *I Основная литература*

1. Фединцев, В. Е. Электрические машины. Синхронные машины и микро-машины : учебное пособие / В. Е. Фединцев. – Москва : Издательский Дом МИ-СиС, 2017. – 33 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/80273.html>;
2. Ларин, А. М. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах : учебное пособие / А. М. Ларин, Д. В. Полковниченко, И. Б. Гуляева. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 268 с. – ISBN 978-5-9729-1065-6. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124142.html>;

### *II Дополнительная литература*

3. Кобозев, В. А. Электрические машины : учебное пособие / В. А. Кобозев. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 480 с. – ISBN 978-5-9729-0873-8. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/124140.html>;

4. Шойко, В. П. Автоматическое регулирование в электрических системах : учебное пособие / В. П. Шойко. – 2-е изд. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 195 с. – ISBN 978-5-7782-3598-4. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/91731.html>. 5. Захаров, О. Г. Надежность цифровых устройств релейной защиты : показатели. Требования. Оценки / О. Г. Захаров. – Москва : Инфра-Инженерия, 2014. – 128 с. – ISBN 978-5-9729-0073-2. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/23316.html> – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

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

5. Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Системы возбуждения генераторов» [Электронный ресурс] : (для студентов дневной и заочной форм обучения направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электрические станции») / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. «Электрические станции»; [сост.: В.С. Гармаш]. – 0,506 Мб. – Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. : доступ через личный кабинет студента.

6. Методические указания к выполнению самостоятельной работы и индивидуального задания по дисциплине «Системы возбуждения генераторов» [Электронный ресурс] : (для студентов дневной и заочной форм обучения направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электрические станции») / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. «Электрические станции»; [сост.: В.С. Гармаш]. – 0,59 Мб. – Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. – 1 файл. – Систем. требования: Acrobat Reader. : доступ через личный кабинет студента.

### **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 (ли-

цензия), 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 (лицензия), 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).