

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



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

марта 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФТД.02 Микропроцессорные приборы и системы
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 11.04.04 – электроника и нанoeлектроника
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность
(профиль): Промышленная электроника
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: Магистратура
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: Очная, заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр(ы)	3	4
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	3,5/126	3,5/126
Контактная работа (час.), в том числе:	53	12
лекции (час.)	17	2
лабораторные работы (час.)	34	4
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	73	114
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	зачет	зачет

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Микропроцессорные приборы и системы» составлена в соответствии с учебным планом по специальности 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (направленность (профиль) «Промышленная электроника») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

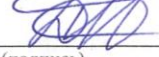
зав. кафедрой электронной техники,
к.т.н., доцент


(подпись)

Кузнецов Д.Н.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры электронной техники.

Протокол от «07» марта 2023 года № 7.

Заведующий кафедрой  Кузнецов Д.Н.
(подпись)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению 11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника.

Протокол от «07» марта 2023 года № 3.

Председатель  Кузнецов Д.Н.
(подпись)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры электронной техники.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры электронной техники.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры электронной техники.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель преподавания данной учебной дисциплины состоит в изучении студентами основ построения микропроцессорных электронных и измерительных систем для измерения различных физических величин.

В результате изучения данного курса студент должен:

знать: способы измерений частоты, напряжения, силы тока, сопротивления, электрической емкости, индуктивности, температуры, давления, влажности, концентрации газов, освещенности; характеристики датчиков для измерения электрических и неэлектрических величин; возможности современных микроконтроллеров; схемы подключения датчиков к микроконтроллеру; методы оценки метрологических характеристик микропроцессорных измерительных систем и приборов.

Уметь: выбирать элементную базу и разрабатывать схемотехнические решения для конкретных измерительных задач; разрабатывать алгоритмы и программное обеспечение функционирования микропроцессорных измерительных систем и приборов; оценивать метрологические характеристики измерительных приборов и систем; выполнять имитационное моделирование с целью отладки разработанного программного обеспечения и схемных решений.

Владеть: навыками проектирования микропроцессорных измерительных систем и приборов; навыками разработки программного обеспечения для современных микроконтроллеров; навыками имитационного моделирования микроконтроллерных измерительных; приемами имитационного и математического моделирования измерительных приборов и систем.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию (ПК-2);
- способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения (ПК-3);
- способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников (ПК-4);
- способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований (ПК-5).
- способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями (ПК-6).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к блоку факультативных дисциплин.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (программа бакалавриата «Промышленная электроника»): «Адаптивные электронные и микропроцессорные системы».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении учебной и производственной практик и выполнении ВКР.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ темы	Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная / заочная форма)				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Лабор.	Практ.	СР
1	Измерение напряжения	8/9	2/1	4/1	0/0	2/6
2	Измерение силы тока	8/9	2/1	4/1	0/0	2/6
3	Измерение температуры	8/9	2/0	4/1	0/0	2/6
4	Измерение давления	9/9	2/0	4/1	0/0	3/6
5	Измерение влажности	9/9	2/0	4/0	0/0	3/7
6	Измерение частоты	9/9	2/0	4/0	0/0	3/7
7	Измерение состава газа	9/9	2/0	4/0	0/0	3/7
8	Измерение освещенности	12/9	3/0	6/0	0/0	3/7
Контактная работа (дополнительная)		2/6				0/0
Курсовая работа		0/0				0/0
Итого по видам занятий		126/126	17/2	34/4	0/0	73/114
Контроль		0/0				
ИТОГО		126/126				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-2	Темы 1-8
ПК-3	Темы 1-8
ПК-4	Темы 2, 3, 5, 6
ПК-5	Темы 2, 3, 5, 6

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-6	Темы 2, 3, 5, 6

3.2 Лекции

Тема 1. Измерение напряжения

Содержание темы 1:

Общие сведения. Согласование по сопротивлению источника напряжения с АЦП. Выбор источника опорного напряжения. Измерение больших напряжений. Пример 1 расчета и скетча. Измерение малых напряжений. Пример 2 расчета и скетча. Вольтметр постоянного напряжения с автоматическим выбором пределов измерений. Контрольные вопросы

Литература к теме 1: [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**[1](#)].

Тема 2. Измерение силы тока

Содержание темы 2:

Способы измерения силы тока. Использование шунта для измерения тока. Использование специализированных микросхем. Использование датчиков Холла. Использование трансформатора тока для измерения переменного тока. Примеры программирования и моделирования. Контрольные вопросы.

Литература к теме 2: [[1](#),[2](#)].

Тема 3. Измерение температуры

Содержание темы 3:

Общие сведения. Термисторы, датчики температуры на основе металлов, термопары, пирометры, тепловизоры. Драйверы. Измерительные схемы. Примеры программирования и моделирования. Контрольные вопросы.

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

Тема 4. Измерение давления

Содержание темы 4:

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

Тема 5. Измерение влажности

Содержание темы 5:

Общие сведения. Аналоговые датчики. Цифровые датчики. Измерительные схемы. Примеры программирования и моделирования. Контрольные вопросы.

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

Тема 6. Измерение частоты и периода

Содержание темы 6:

Способы измерения частоты. Способ 1. Измерение высоких частот. Способ

2. Измерение низких частот. Библиотеки для измерения частоты. Библиотека *FreqCount*. Библиотека *FreqMeasure*. Измерительные схемы. Примеры программирования и моделирования. Контрольные вопросы.

Литература к теме 6: [1, 2, 3].

Тема 7. Измерение состава газа

Содержание темы 7:

Общие сведения. Обзор газовых датчиков серии MQ. Обзор оптического датчика углекислого газа. Аппроксимация характеристик преобразования. Измерительные схемы. Примеры программирования и моделирования. Контрольные вопросы.

Литература к теме 7: [1, 2, 3].

Тема 8. Измерение освещенности

Содержание темы 8:

Общие сведения. Характеристики оптического излучения. Обзор датчиков освещенности. Измерительные схемы. Примеры программирования и моделирования. Контрольные вопросы.

Литература к теме 8: [1].

3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано.

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литера- тура
1	Измерение напряжения	4/1	[1, 4]
2	Измерение силы тока	4/1	[1, 4]
3	Измерение температуры	4/1	[1, 4]
4	Измерение давления	4/1	[1, 4]
5	Измерение влажности	4/0	[1, 4]
6	Измерение частоты	4/0	[1, 4]
7	Измерение состава газа	4/0	[1, 4]
8	Измерение освещенности	6/0	[1, 4]
ИТОГО:		34/4	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	40/60
2	Подготовка к практическим занятиям	0/0
3	Подготовка к лабораторным занятиям	33/54
4	Выполнение курсового проекта	0/0
5	Выполнение индивидуального задания	0/0
ИТОГО:		73/114

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 Контрольные вопросы

1. Почему вольтметры делают с несколькими пределами измерений?

2. Какова разрядность АЦП МК Arduino?
3. Какова погрешность АЦП Arduino?
4. Каково входное сопротивление АЦП Arduino?
5. Какое должно быть выходное сопротивление источника измеряемого напряжения?
6. Каким образом нестабильность источника опорного напряжения АЦП влияет на точность измерений?
7. Перечислите варианты выбора источника опорного напряжения АЦП Arduino.
8. Как разброс номиналов элементов измерительной схемы влияет на точность измерений и как с этим бороться?
9. Какие рекомендации вы можете дать относительно нестабильности ИОН АЦП Arduino?
10. Перечислите интегральные характеристики переменного напряжения.
11. Способы измерения действующего напряжения, их достоинства и недостатки.
12. Способы измерений силы тока.
13. Датчики Холла для измерения тока.
14. Перечислите достоинства и недостатки термометров на основе термисторов.
15. Изобразите график зависимости сопротивления термистора от температуры.
16. Запишите формулу ТКС термистора.
17. Как ТКС термистора зависит от температуры?
18. Перечислите основные параметры термисторов.
19. Физический смысл коэффициента рассеяния термистора?
20. Как оценить погрешность, вызванную саморазогревом термистора?
21. Как уменьшить погрешность от саморазогрева термистора?
22. Как рассчитать сопротивление токоограничивающего резистора для термистора?
23. В каком случае нестабильность напряжения питания датчика не влияет на точность измерений?
24. Перечислите достоинства и недостатки термометров сопротивления на основе металлов.
25. Каков ТКС термометров на основе платины, меди и никеля?
26. В чем физический смысл коэффициента рассеяния термометра сопротивления?
27. Как рассчитать оптимальный ток возбуждения ТСП?
28. Способы борьбы с погрешностью, обусловленной сопротивлением соединительных проводов.
29. Как оценить погрешность термометра, обусловленную напряжением смещения нуля операционного усилителя?
30. Принцип действия термопары.
31. Перечислите достоинства и недостатки термопар.
32. Какова чувствительность термопары S-типа при комнатной температуре?
33. Как оценить погрешность термометра на термопаре, обусловленную температурным дрейфом напряжением смещения нуля ОУ?

34. Суть программного способа компенсации температуры холодного спая.
35. Что такое давление? Известные единицы измерений давления.
36. Типы измеряемого давления.
37. Разделение датчиков давления фирмы Freescale Semiconductor по степени интеграции.
38. Датчик давления с цифровым выходом BMP180.
39. Емкостной датчик влажности HCH-1000.
40. Способ измерений емкости емкостного датчика влажности с использованием компаратора.
41. Способ измерений емкости емкостного датчика влажности с использованием интегрального таймера NE555.
42. Датчик влажности с выходом по напряжению H1H-3610.
43. Датчик влажности с цифровым выходом DHT22.
44. Измерение частоты электрического сигнала путем подсчета числа импульсов за фиксированный интервал времени. Анализ погрешностей.
45. Измерение частоты путем определения длительности периода измерительного сигнала. Анализ погрешностей.
46. Библиотеки для измерения частоты с помощью микроконтроллеров.

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Микропроцессорные приборы и системы» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам выполнения и защиты лабораторных работ; студента заочной формы обучения – по результатам выполнения индивидуального задания.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной и заочной форм обучения		
Отчёт по лабораторной работе	12,5	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	8	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	100	Из расчёта 8 лабораторных работ. Оценивается каждая работа.

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
ИТОГО:	100	Максимально возможное

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной 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 практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

На примере темы «Измерение постоянного напряжения»:

1. Почему вольтметры делают с несколькими пределами измерений?
2. Какова разрядность АЦП МК Arduino?
3. Какова погрешность АЦП Arduino?
4. Каково входное сопротивление АЦП Arduino?
5. Каким должно быть выходное сопротивление источника измеряемого напряжения?
6. Почему источник опорного напряжения АЦП влияет на точность измерений?
7. Перечислите варианты выбора источника опорного напряжения АЦП.
8. Как разброс номиналов резисторов влияет на точность измерений и как с этим бороться?

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Кузнецов Д.Н. Современные микроконтроллеры в системах измерения, управления, обработки и отображения информации : учеб. пособие для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования / Д. Н. Кузнецов ; ГОУВПО

«ДОННТУ». – Донецк : ДОННТУ, 2020. – 400 с. : ил., табл. — URL: https://drive.google.com/file/d/1UHZUPHh_v_1_oiOibWFEfAJiYIwYHRbA/view?usp=sharing.

II Дополнительная литература

2. Учебное пособие «Микропроцессорные устройства измерительных систем» / Д.Н. Кузнецов, А.Е. Кочин, В.П. Тарасюк. – Донецк: ГБУЗ «ДонНТУ», 2012. – 137 с.: ил. — URL: <https://drive.google.com/file/d/1v4Qz2I-Xm36k-Kkr4wEld7iijcP7dXz1/view?usp=sharing>.
3. Белов, А. В. Программирование микроконтроллеров для начинающих и не только / А. В. Белов. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2016. — 352 с. — ISBN 978-5-94387-867-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/60657.html>.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

4. Методические указания для выполнения лабораторных работ, СРС и индивидуального задания по дисциплинам «Микропроцессорные приборы и системы» и «Проектирование микропроцессорных систем» : для обучающихся уровня профессионального образования "магистр" по направлениям подготовки 11.04.04 – Электроника и нанoeлектроника (ЭН) всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электронной техники ; сост. Д. Н. Кузнецов. – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента).
5. Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Микропроцессорные приборы и системы» : для обучающихся уровня профессионального образования "магистр" по направлениям подготовки 11.04.04 – Электроника и нанoeлектроника всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. электронной техники ; сост. Д. Н. Кузнецов. – Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента).

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library> .

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Лекционная аудитория № 8.807, учебный корпус 8, для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель: доска ауди-

торная, парты, демонстрационные стенды. Мультимедийное оборудование: стационарный компьютер на базе Pentium4-2.8 – 1 шт., мультимедийный проектор Epson, экран. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0).

7.2 Лабораторные занятия

Учебная лаборатория (компьютерный класс) № 8.710, учебный корпус 8, для проведения занятий лабораторного типа (с возможностью подключения к сети «Интернет»), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель: доска аудиторная, столы, стулья. Оборудование: - компьютеры Celeron-2,4 – 10 шт., AMD Sempron 2200-1,67 – 1 шт., Pentium4-2,66 – 1 шт., учебно-отладочный стенд EV8031/AVR – 5 шт.; - течеискатель горючих газов - 1шт.; - газоанализаторы - ШИ-11 – 2 шт; радиометр - СРП-88 – 1 шт.; дозиметр - “Стора-ТУ” – 1 шт.; вибротестер - ВТ-1М – 1 шт.; индикатор вибродиагностический – 1 шт.; толщиномер ультразвуковой - ТТ-100 –1 шт.; твердомер динамический - ТН-130 – 1 шт.; измеритель слойности поверхности - TR100 –1шт. Системное обеспечение: операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая лицензия DreamSparkPremium); OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0); Google Slides (бесплатная версия); Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0); GNU Octave-6.1.0 (общественная лицензия).

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, 8 (аудитория №8.602) (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. Системное обеспечение: операционная система Microsoft Windows 7 (академическая лицензия, OpenOffice 2.0.3 (общественная лицензия MPL 2.0), Mozilla Firefox (общественная лицензия MPL 2.0), Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) (общественная лицензия GNU).