

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. проректора по научно-педагогической работе ДОННТУ

А.Б. Бирюков

(подпись)

«04» 06 2019 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б.1.В.5 МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИМИТАЦИЯ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ**

Направление (специальность) подготовки:

15.04.02 Технологические машины и оборудование

Направленность:

Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств

Уровень образования:

магистратура

Форма обучения:

Очная, заочная

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	3	3
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4,5 (162)	4,5 (162)
Контактная работа (час.)	38	26
Лекции (час.)	17	10
Практические (семинарские) занятия (час.)	-	
Лабораторные работы (час.)	17	10
Самостоятельная работа (час.), в том числе	92	106
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-
Индивидуальное задание (кол./час.)	-	1
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экз., 36	экз., 36

Донецк, 2019 г.

Рабочая программа дисциплины «Моделирование и имитация мехатронных систем» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» магистерская программа «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» для 2019.

Составитель: Молчанов Александр Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Рабочая программа рассмотрена и принята на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «17» 05 2019 года № 19  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Гусев В.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией ДОННТУ по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование»

Протокол от «17» 05 2019 года № 4  
Председатель \_\_\_\_\_ Кононенко А.П..  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 2020 года приёма на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «05» 05 2020 года № 9  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Гусев В.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа продлена для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы создания и исследования моделей мехатронных модулей и систем с использованием современных методов реализации и исследования автоматизированных математических систем.

Целью дисциплины является:

подготовка специалистов, владеющих современными методами, средствами и технологиями моделирования динамических процессов в мехатронных системах.

В результате освоения дисциплины студент должен

Знать:

- основные принципы моделирования мехатронных модулей и систем в целом, с использованием современных математических пакетов компьютерного моделирования;
- основные возможности современных пакетов компьютерного моделирования;

Уметь:

- создавать компьютерные модели отдельных модулей или мехатронных систем в целом;
- рассчитывать и исследовать отдельные модули и мехатронные системы в целом, с использованием современных математических пакета компьютерного моделирования SciLab и MatLab.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способностью к обобщению, анализу, критическому осмыслению, систематизации, прогнозированию при постановке целей в сфере профессиональной деятельности с выбором путей их достижения (ОК-2);
- способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-5);
- способностью выбирать аналитические и численные методы при разработке математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов в машиностроении (ОПК-1);
- способностью на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владением навыками самостоятельной работы в сфере проведения научных исследований (ОПК-2);
- способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников с использованием современных информационных технологий, применять прикладные программные средства при решении практических вопросов с использованием персональных компьютеров с применением программных средств общего и специального назначения, в том числе в режиме удаленного доступа (ОПК-3);
- способностью разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление машин, приводов, систем и нестандартного оборудования и средств



технологического оснащения, выбирать оборудование и технологическую оснастку (ПК-1);

- способностью оценивать технико-экономическую эффективность проектирования, исследования, изготовления машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов, принимать участие в создании системы менеджмента качества на предприятии (ПК-3);

- способностью разрабатывать методические и нормативные материалы, а также предложения и мероприятия по осуществлению разработанных проектов и программ (ПК-4);

- способностью разрабатывать физические и математические модели исследуемых машин, приводов, систем, процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере, разрабатывать методики и организовывать проведение экспериментов с анализом их результатов (ПК-20);

- способностью подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных изделий, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения (ПК-23).

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана дисциплин по выбору студента. Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин, соответствующих плану подготовки бакалавров по направлению 15.04.02 «Технологические машины и оборудование» магистерская программа «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении научно-исследовательской работы и 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. (Семина.)	Лабор.	СР
1	Моделирование и мехатроника. Основные понятия.	16 / 16	2 / 2		2 / 2	12 / 12
2	Пакет Simulink- визуальная среда моделирования ме-	16 / 16	2 / 2		2 / 2	12 / 12

	хатронных систем					
3	Динамика объектов управления мехатронных систем	28 / 28	4 / 2		4 / 2	20 / 24
4	Модельное исследование устройств силовой электроники	30 / 28	6 / 2		4 / 2	20 / 24
5	Визуализация результатов моделирования и представления пространственных сцен	36 / 38	3 / 2		5 / 2	28 / 34
Итого по видам занятий		126 / 126	17 / 2	0	17 / 2	92 / 106
Контроль		36 / 36				
ИТОГО		162				

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
<b>ОК-2</b>	Тема 1, 2
<b>ОК-2</b>	Тема 1, 2
<b>ОПК-1</b>	Тема 3 - 5
<b>ОПК-2</b>	Тема 3 - 5
<b>ОПК-3</b>	Тема 3 - 5
<b>ПК-1</b>	Тема 3 - 5
<b>ПК-3</b>	Тема 5
<b>ПК-4</b>	Тема 5
<b>ПК-20</b>	Тема 5
<b>ПК-23</b>	Тема 5

### 3.2 Лекции

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литература
1	Моделирование и мехатроника. Основные понятия.	2	<a href="#">[1, 3]</a>
2	Пакет Simulink- визуальная среда моделирования мехатронных систем	2	<a href="#">[2]</a>
3	Динамика объектов управления мехатронных систем	4	<a href="#">[1, 2]</a>
4	Модельное исследование устройств силовой электроники	6	<a href="#">[2]</a>
5	Визуализация результатов моделирования и представления пространственных сцен	3	<a href="#">[2]</a>
Итого:		17	

### 3.3 Практические занятия

Практические занятия учебным планом дисциплины не предусмотрены

### 3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литература
1	Исследование разомкнутой линейной системы.	2	[1, 3]
2	Проектирование регулятора для линейной системы	2	[1]
3	Моделирование нелинейных систем управления	4	[3]
4	Оптимизация нелинейных систем	4	[2]
5	Исследование разомкнутой линейной системы в пакете SciLab	3	[1, 2]
6	Моделирование систем управления в пакете Xcos	2	[1, 2]
Итого:		17	

### 3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение материала, вынесенного на самостоятельное изучение	50
2	Подготовка к лабораторным занятиям	42
3	Выполнение курсовой работы	-
4	Выполнение индивидуального задания	-
Итого:		92

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

Курсовой проект (работа) по дисциплине не предусмотрен.

Индивидуальное задание запланировано для студентов заочной формы обучения. Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением контрольной работы.

Объем учебной нагрузки при выполнении одного индивидуального задания – не менее 9 часов. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210х297 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 один вопрос из двух полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и не 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 Моделирование, основные понятия и определения
- 2 Состав мехатронной системы
- 3 Вопросы разработки моделей мехатронных систем.
- 4 Общие вопросы создания моделей в пакете Simulink
- 5 Создание модели
- 6 Библиотеки пакета Simulink
- 7 Математическое описание непрерывных объектов управления в мехатронных системах
- 8 Математическое описание дискретных объектов управления в мехатронных системах
- 9 Силовые полупроводниковые преобразователи в системах мехатроники
- 10 Основные характеристики устройств силовой электроники
- 11 Управляемые выпрямители
- 12 Визуализация представления пространственных сцен
- 13 Особенности моделирования движения роботов и робототехнических систем в реальном времени

### **4.3 Пример экзаменационного билета**

#### **БИЛЕТ №1**

**ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»**

Уровень высшего профессионального образования:

магистратура



Направление подготовки (специальность):

15.04.02

Профиль (магистерская программа, специализация):

Технологические машины и оборудование

Семестр:

3-ий

Учебная дисциплина:

Моделирование и имитация мехатронных систем

### БИЛЕТ № \_\_\_\_ 1 \_\_\_\_

1 Состав мехатронной системы

2. Основные характеристики устройств силовой электроники

Утверждено на заседании кафедры

Мехатронные системы машиностроительного оборудования  
(наименование кафедры полностью)

Протокол  
Зав. кафедрой

№ от

Гусев В.В..

(подпись)

(Ф.И.О.)

Экзаменатор

Молчанов А.Д.

(подпись)

(Ф.И.О.)

## 4.4 Критерии оценивания

Оценка испытания по 100-балльной шкале формируется как сумма баллов набранных за ответы на вопросы на зачете. По каждому вопросу:

– «50 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно, логично, четко и ясно предоставлять грамотные, правильные ответы на поставленный вопрос с использованием терминологии и символики в необходимой логической последовательности, а также сведений из других дисциплин и знаний, приобретенных ранее; твердые практические навыки с творческим применением полученных теоретических знаний; умение использовать приобретенные знания и навыки в нестандартных ситуациях, требующих выхода на иной, более высокий уровень знаний; приведены аргументированные выводы;

– «40 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент проявил высокий уровень знаний при ответе на вопрос, показал умение применять теоретические знания для решения поставленной задачи, четко владеет и применяет терминологию, умеет формулировать выводы, однако при ответе на вопросы допускает некоторые неточности, недостаточно обосновал собственную точку зрения по заданной проблеме;

– «30 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно формулировать правильные ответы на поставленные вопросы с использованием терминологии; наличие несущественных недостатков или нарушения последовательности изложения; незначительные недостатки или ошибки в изложении материала;

– «20 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил базовые знания по вопросу, однако допустил существенные ошибки при изложении материала, не смог систематизировать исходные данные и сформулировать выводы;

– «10 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил владение основными положениями материала, но фрагментарно и непоследовательно дает ответы на поставленные вопросы; продемонстрировал слабое знание материала, неумение делать аргументированные выводы;

– «0 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил незначительный общий объем знаний, отсутствие навыков в изложении материала, по различным темам дисциплины допустил принципиальные ошибки терминологического характера.

Перевод оценки из 100-балльной шкалы в государственную и ECTS осуществляется в соответствии со шкалой, приведенной в «Положении об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДонНТУ № 337-14 от 02.05.2018 г.

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

На примере темы «Динамика объектов управления мехатронных систем».

1 Математическое описание непрерывных объектов управления в мехатронных системах

2 Математическое описание дискретных объектов управления в мехатронных системах

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения лабораторных занятий.

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете», утвержденном приказом ДонНТУ от 02.05.2018г. № 337-14.

При определении уровня знаний студентов преподаватель руководствуется критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

## **5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### ***1 Основная литература***

1. Герман-Галкин С.Г. Matlab and Simulink: проектирование мехатронных систем на ПК : [учебное пособие для вузов]. – СПб. Корона-Век, 2008. – 368с.

<http://ed.donntu.org/books/17/cd6763.djvu>

2. Mechatronic Systems, Sensors, and Actuators: Fundamentals and Modeling. Editor-in-Chief Robert H. Bishop. CRC Press, 2007. – 712p.

<http://ed.donntu.org/books/19/cd9029.pdf>

## *II Дополнительная литература*

3. Лукинов А.П. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ. – С.П.: Лань, 2012. – 605с.

<http://ed.donntu.org/books/17/cd8070.pdf>

**Электронно-информационные ресурсы**

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

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

### Лабораторные занятия


1. Учебная аудитория № 6.202а учебный корпус 6 для проведения занятий лекционного типа: (мультимедийное оборудование: ноутбук, Операционная система Microsoft Windows XP Libreoffice 5.3.4.(2017), проектор м/мед .EPSON-X5 XGA 2200 Ansi, экран; учебно-наглядные пособия: стенды, специализированная мебель: доска аудиторная, парты. Windows 8.1 Professionalx86/64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 4.3.0 (лицензия GNULGPLv3+ и MPL2.0).

2. Учебная лаборатория №6.202 учебный корпус 6 для проведения лабораторных занятий Компьютер Athlon 3500/2\*512/250Компьютер Athlon 3500/512/160-4ПК arduino (Лицензия GNU LGPL v2.1), GPSS World Student (ЛицензияGNU LGPL v3), PascalABC.NET (ЛицензияGNU LGPL v3), T-FLEX72 (ЛицензияGNU LGPL v3), AnyLogic (ЛицензияGNU LGPL v3), Smath Studio (ЛицензияGNU LGPL v3), V-Rep (ЛицензияGNU LGPL v3), SciLab (ЛицензияGNU LGPL v2), LibroOffice 4.3.0 (ЛицензияGNU LGPL v3), Ultimaker Cura (ЛицензияGNU LGPL v3), MozillaFirefox (лицензияMPL2.0), Manjari 17 (ЛицензияGNULGPLv3).

3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: аудитория №6.212 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в элек-

тронную 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: Компьютер(с/б) IntelCore 2Duo E8200 2.66/2Gb/320Gb/монитор22 - 4ПК:arduino (Лицензия GNU LGPL v2.1), GPSS World Student (Лицензия GNU LGPL v3), PascalABC.NET (Лицензия GNU LGPL v3), T-FLEX72 (Лицензия GNU LGPL v3), AnyLogic (Лицензия GNU LGPL v3), Smath Studio (Лицензия GNU LGPL v3), V-Rep (Лицензия GNU LGPL v3), SciLab (Лицензия GNU LGPL v2), LibroOffice 4/3.0 (Лицензия GNU LGPL v3), Ultimaker Cura (Лицензия GNU LGPL v3), MozillaFirefox (лицензия MPL2.0), Manjari 17 (Лицензия GNU LGPL v3).

Составитель рабочей программы:



(подпись)

Молчанов А.Д.