

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

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



(подпись)

Каракозов А. А.

» 03 20 23 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 Математическое моделирование станков

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Робототехника и гибкие производственные системы

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа:

Магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения:

Очная, Заочная

(очная, заочная, очно-заочная)


Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в з.е./часах	2,5/90	2,5/90
Контактная работа (час.), в том числе:	36	12
лекции (час.)	17	4
лабораторные работы (час.)	17	2
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	54	78
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	зачёт	зачёт

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование станков» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (Направленность (профиль) программа – Робототехника и гибкие производственные системы) для 2023 года приёма по очной, заочной формам обучения..

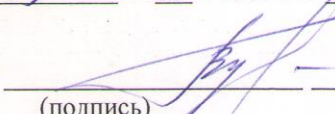
Составитель:

Заведующий кафедрой «Мехатронные системы машиностроительного оборудования» д.т.н., профессор


(подпись) — Гусев В.В.

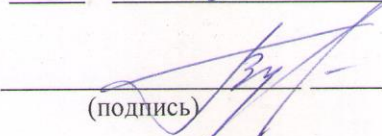
Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Мехатронные системы машиностроительного оборудования».

Протокол от « 16 » 03 2023 года № 7 .

Заведующий кафедрой 
(подпись) — Гусев В.В.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника.

Протокол от « 16 » 03 2023 года № 4 .

Председатель 
(подпись) — Гусев В.В.
(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.)

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 Математическое моделирование станков рассматривает вопросы математического моделирования технологического оборудования, используемого в гибких производственных системах.

Целью преподавания дисциплины является: формирование у студентов теоретических представлений влияния динамических свойств технологического оборудования и их узлов на точность и качества обработки изделий, научить основам математического моделирования, практическому использованию математическому моделированию для анализа работы оборудования и его проектирования.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

- разработки стратегий проведения исследований, процедуры анализа результатов исследования и организации процесса принятия решения,
- математические модели технологического оборудования, их подсистем, включая исполнительные,
- средства и методы построения математических моделей (ММ),
- влияние динамических свойств узлов технологического оборудования на точность и качество обработки и транспортировки заготовок,
- основные действия по определению динамических характеристик узлов;

уметь:

- принимать конкретные решения для повышения эффективности принятия решений при проектировании технологического оборудования,
- разрабатывать математические и процессные модели технологического оборудования, их подсистем,
- с помощью ММ узла оборудования получить необходимую информацию для принятия технического решения,
- выполнять расчеты по определению динамических характеристик узлов и оборудования,
- разрабатывать блок-схему решения практических задач при проектировании узлов;

владеть:

- методами установления причинно-следственных связей и определения наиболее значимых среди них,
- методиками постановки цели и определения способов ее достижения,
- специальными математическими методами и программными средствами для решения практических задач.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;

ПК-1 способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, искусственных нейронных сетей.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин при обучении в бакалавриате.

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин (Моделирование механических систем, Динамика робототехнических систем) производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор	Практ. (Семина.).	СР
Тема 1. Технологическое оборудование как динамическая система	6/6	2/2		0	4/4
Тема 2. Функциональные и структурные схемы узлов оборудования	6/6	2/2		0	4/4
Тема 3. Математические модели процесса обработки на технологическом оборудовании	14/14	2/0	4/2	0	8/12
Тема 4. Математическая модель технологической обрабатывающей системы токарного станка.	14/12	2/0	4/0	0	8/12
Тема 5. Математические модели позиционных приводов.	6/6	2/0			4/6
Тема 6. Устойчивость процесса обработки в технологической системе	10/8	2/0	2/0		6/8

Тема 7. Улучшение динамических характеристик технологической обрабатывающей системы.	12/12	2/0	2/0		8/12
Тема 8. Математические модели процессов физико-механической обработки на технологическом оборудовании.	20/20	3/0	5/0		12/20
Контактная работа (дополнительная)	2/6				
Курсовая работа (проект)	-	-	-	-	-
Итого по видам занятий		17/4	17/2	0	54/78
Контроль	0				
ИТОГО:	90	17/4	17/2		54/78

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
УК-1	Тема 6, Тема 8.
ОПК-1	Тема 1, Тема 2.
ПК-1	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6, Тема 7, Тема 8.

3.2 Лекции

Тема 1. Введение. Технологическое оборудование как динамическая система.

Содержание темы 1:

- 1.1 Разновидности математических моделей (ММ).
- 1.2 Технологическое оборудование как динамическая система.
- 1.3 Идентификация объекта исследований.

Литература к теме 1: [1,2,3]

Тема 2. Функциональные и структурные схемы узлов оборудования

Содержание темы 2:

- 2.1 Линеаризация ММ.
- 2.2 Функциональная и структурная схемы электрогидравлической САУ.
- 2.3 Математическая модель электрогидравлической САУ.

Литература к теме 2: [1]

Тема 3. Математические модели процесса обработки на технологическом оборудовании

Содержание темы 3:

- 1.1 Функциональная и структурная схемы процесса резания в замкнутой ТОС.
- 1.2 Функциональная схема гидрокопировального фрезерного станка.
- 1.3 Структурная схема гидрокопировального фрезерного станка.
- 1.4 Математическая модель САУ гидрокопировального фрезерного станка.

Литература к теме 3: [1,2,3]

Тема 4. Математическая модель ТОС токарного станка.

4.1 Упругая характеристика суппорта токарного станка.

4.2 Структурная схема ТОС токарного станка.

4.3 Математическая модель ТОС токарного станка.

Литература к теме 4: [1].

Тема 5. Математические модели позиционных приводов.

5.1 Математическая модель привода подач станка.

5.2 Математическая модель привода с поступательным перемещением стола и передачей винт-гайка.

5.3 Математическая модель привода с поворотным столом.

Литература к теме 5: [1,2,3].

Тема 6. Устойчивость процесса обработки в технологической системе

6.1 Источники возбуждения вынужденных колебаний.

6.2 Физическая природа автоколебаний.

6.3 Экспериментальное определение границ устойчивости процесса обработки материалов.

6.4 Экспериментальное определение динамических характеристик ТОС.

Литература к теме 6: [1]

Тема 7. Улучшение динамических характеристик технологической обрабатывающей системы.

7.1 Способы улучшения динамических характеристик технологической обрабатывающей системы.

Литература к теме 7: [1].

Тема 8. Математические модели процессов физико-механической обработки на технологическом оборудовании.

8.1 Алгоритм управления врезным шлифованием.

8.2 Структурная схема многопроходного шлифования.

8.2 Функциональная схема круглого врезного шлифования

Литература к теме 8: [1].

3.3 Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано.

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. Очн.	Лите- ратура
1	Определение частотных характеристик технологической обрабатывающей системы при резании	4/2	[1,4]
2	Исследование динамических характеристик процесса точения	2/0	[1,4]
3	Улучшение динамических характеристик технологической обрабатывающей системы за счет применения динамического компенсатора	2/0	[1,4]

	колебаний		
4	Расчет АФЧХ и оценка устойчивости динамической системы станка	2/0	[1,4]
5	Технологическая наследственность	4/0	[1,4]
6	Проектирование оптимального закона управления поперечной подачей при врезном круглом шлифовании	3/0	[1,4]
ИТОГО:		17/2	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. Очн.
1	Изучение лекционного материала	34/40
2	Подготовка к практическим занятиям	0
3	Подготовка к лабораторным работам	20/38
4	Выполнение курсового проекта	0
ИТОГО:		54/78

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

В учебном плане не запланировано.

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 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

Учебным планом экзамен не запланирован.

4.3 Критерии оценивания

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам выполнения лабораторных работ.

Оценка лабораторных работ проводится из 100 баллов за каждую (отсутствие - 0 баллов).

Снижение оценки за выполненную лабораторную работу осуществляется: при небрежном оформлении с ошибками на 10 баллов; при слабом понимании сути методики решения задачи на 10 баллов; не знает терминологию 5 балла; не отвечает на контрольные вопросы 15 баллов. Итоговая оценка определяется как средняя по всем работам.

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	зачет
80-89	B	зачет
75-79	C	
70-74	D	зачет
60-69	E	
35-59	FX	Не зачет
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на лабораторных работах

Контрольные вопросы ко 2-ой работе.

1. Как построена математическая модель процесса точения, ее составляющие?
2. Какими уравнениями описывается одно массовая ЭУС станка?

3. Почему наибольшие колебания динамической системы происходят по координате z , а наименьшие по координате X ?
4. Какие показатели динамической ТОС отражает интегральный показатель качества?

4.5 Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Петраков, Ю.В. Теория автоматического управления технологическими системами [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 220100-Системный анализ и управление / Ю.В. Петраков, О.И. Драчев. - 9 Мб. - Москва : Машиностроение, 2010. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader <http://ed.donntu.org/books/17/cd7308.djvu>
2. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец ; В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец. - 2-е изд., стер. - 17 Мб. - Москва : Флинта, 2011. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/cd9917.pdf>

II. Дополнительная литература

3. Сандалов, В.М. Моделирование электромеханических систем и технологических комплексов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. М. Сандалов, С. Н. Трофимова ; В.М. Сандалов, С.Н. Трофимова. - 4 Мб. - Челябинск : ЮУрГУ, 2011. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/19/cd9030.pdf>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4. Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Математическое моделирование металлорежущих станков» : для обучающихся по направлениям подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. мехатронных систем машиностроительного оборудования ; сост. : В. В. Гусев, А. Д. Молчанов. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента)
5. Методические рекомендации к самостоятельной работе и индивидуальной работе по дисциплине «Математическое моделирование металлорежущих станков» : для студентов по направлениям подготовки 15.04.06 «Мехатроника и

робототехника», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. мехатронных систем машиностроительного оборудования ; сост. : В. В. Гусев, А. Д. Молчанов. – Донецк : ДОННТУ, 2022. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента)

Электронно-информационные ресурсы

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

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:

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.).

2. Лабораторные занятия

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 (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 (ЛицензияGNU LGPL v2), LibroOffice 4.3.0 (Лицензия GNU LGPL v3), Ultimaker Cura (Лицензия GNU LGPL v3), Mozilla Firefox (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 электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPR books), 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 (ЛицензияGNU 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), Mozilla Firefox (лицензияMPL2.0), Manjari 17 (Лицензия GNULGPLv.

Составитель рабочей программы: _____ Гусев В.В.
(подпись)