

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИП Н.С. Тру

С.Б. Шапужков

ИИП

« 2 мая » 20 23 г.

по направлению подготовки 15.03.06. Мехатроника и робототехника
направленности (профилю)
Промышленная автоматизация процессов и производств

« 22 » мая 20 23 г.

« 28 » 04 20 23 г.

Принято на заседании кафедры

Протокол № 8 от «03» 05 2023 г.

« 03 » 05 20 23 г.

1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Цель освоения учебной дисциплины: формирование у выпускников профессиональных навыков использования основных законов математических и естественнонаучных дисциплин, профессиональных знаний в овладение современными информационными технологиями.

Освоить современные методы и средства моделирования мехатронных и робототехнических систем и их отдельных модулей.

Задачи дисциплины:

- а) получить практические навыки использования основных законов математических и естественнонаучных дисциплин, профессиональных знаний в овладение современными информационными технологиями;
- б) научиться применять современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов, мехатронных и робототехнических систем и их систем управления.

2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина "Моделирование мехатронных и робототехнических систем" относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.06 - Мехатроника и робототехника и профилю Мехатроника и промышленная робототехника.

В качестве входных требований выступают сформированные ранее компетенции обучающихся, приобретенные ими в рамках изучения учебных дисциплин «Математика», «Прикладная математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Материаловедение», «Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем», «Теория автоматического управления»,

Освоение учебной дисциплины является компетентностным ресурсом для изучения последующих учебных дисциплин: «Проектирование мехатронных модулей и робототехнических систем», «Итоговая государственная аттестация».

3. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины включает общепрофессиональные (ОПК) определяемые образовательной программой направления подготовки:

Общепрофессиональные компетенции:

ОПК-4 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов

Результаты освоения учебной дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты освоения учебной дисциплины

<i>Код и наименование компетенции</i>	<i>Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)</i>
---------------------------------------	---

ОПК-4 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов	Знать прикладные программы моделирования мехатронных робототехнических систем	Уметь применять современные средства компьютерного моделирования мехатронных робототехнических систем	Владеть навыками работы с прикладными программами моделирования мехатронных робототехнических систем Matlab – Simulink, Ciroc
--	---	---	---

4 Структура и содержание учебной дисциплины

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения представлена в таблице 2, для заочной формы обучения – в таблице 3.

Таблица 2 – Трудоемкость учебной дисциплины для очной формы обучения*

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам
		7 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	70	70
3. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	110	110
4. Промежуточная аттестация	36 Экзамен	36 Экзамен

Таблица 3 – Трудоемкость учебной дисциплины для заочной формы обучения*

Части учебной дисциплины (модуля)	Всего	Распределение по семестрам
		8 семестр
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	20	20
3. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	160	160
4. Промежуточная аттестация	36 Экзамен	36 Экзамен

4. 2 Содержание и структура учебного модуля

Введение

Понятия и определения.

Раздел 1. Математическое представление модели.

Описание динамических систем. Аналогии в описании динамических систем.

Задание параметров модели.

Частотный анализ (АФЧХ).

Пространство состояния.

Управляемость и наблюдаемость модели.

Раздел. 2. Компьютерное моделирование

Программное обеспечение моделирования динамических систем.

Моделирование в среде Matlab Simulink.

SiL (Software-in-the-Loop-Simulation) компьютерное моделирование.

HiL (Hardware in the Loop Simulation) - программно-аппаратное тестирование.

Моделирование в режиме реального времени. Системы прототипирования

Раздел 3. Моделирование механических систем

Общие сведения о динамической модели. Двухмассовая динамическая модель.

Многомассовая динамическая модель. Анализ частотных характеристик.

Раздел 4. Моделирование электрических систем

Моделирование электрических цепей.

Модель двигателя постоянного тока.

Моделирование асинхронных машин.

Моделирование синхронных машин.

Раздел 5. Моделирование гидравлических и пневматических приводов

Источники питания гидравлических приводов. Исполнительные механизмы гидро и пневмоприводов. Математическая модель следящего гидропривода с электрическим управлением.

Раздел 6. Топологически ориентированное моделирование

Программный комплекс Dymola.

Программный комплекс «Универсальный механизм».

Разработка виртуальной модели. Обоснование и выбор параметров виртуальной модели.

Раздел 7. Верификационные испытания.

Оценка адекватности модели по результатам статических и динамических натурных испытаний. Обработка результатов эксперимента.

Раздел 8. Моделирование мехатронных систем

Модели автомобиля. Моделирование колеса. Линейная одноколейная модель.

Пространственная модель автомобиля. Обобщенная модель автомобиля.

Моделирование трансмиссии. Моделирование рулевого управления.

Моделирование тормозной системы. Моделирование подвески.

Раздел 9. Моделирование робототехнических систем

Моделирование робота. Моделирование роботизированной ячейки. Моделирование производственного участка. Моделирование производственной линии.

План, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины (модуля) и контактной работы

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)			Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля	
		Аудиторная					В т.ч. СРС
		ЛЕК	ПЗ	ЛР			
1.	Введение	1	-	-	-	2	
2.	Математическое представление модели.	1	2	-	1	12	ПЗ 1
3.	Компьютерное моделирование	1	2	-	2	12	ПЗ 2
4.	Моделирование механических систем	1	4	-	1	10	ПЗ 3
5.	Моделирование электрических систем	2	12	-	1	14	ПЗ 4-6
6.	Моделирование гидравлических и пневматических приводов	2	16	-	1	12	ПЗ 7-10

7.	Топологически ориентированное моделирование	2	4			8	ПЗ 11
8.	Моделирование мехатронных систем	2	8	-	2	14	ПЗ 12-13
9.	Верификационные испытания.	1	4	-	2	8	ПЗ 14
10.	Моделирование робототехнических систем	1	4	-	1	8	ПЗ 15-16
	Промежуточная аттестация					10	
						36	Экзамен
	ИТОГО	14	56		12	110	

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины (модуля)

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Введение	1
2.	Математическое представление модели (информационная лекция).	1
3.	Компьютерное моделирование (информационная лекция).	1
4.	Моделирование механических систем (информационная лекция).	1
5.	Моделирование электрических систем (информационная лекция).	2
6.	Моделирование гидравлических и пневматических приводов (информационная лекция).	2
7.	Топологически ориентированное моделирование (информационная лекция).	2
8.	Моделирование мехатронных и робототехнических систем (информационная лекция).	2
9.	Моделирование мехатронных систем АТС (информационная лекция).	1
10.	Верификационные испытания (информационная лекция).	1
	ИТОГО	14

№	Темы практических занятий (форма проведения)	Трудоемкость в АЧ
1.	Математическое представление модели. Аналогии в описании динамических систем. Задание параметров модели.	2
2.	Среда моделирования Matlab Simulink	2
3.	Двухмассовая динамическая модель. Моделирование подвески в среде Matlab Simulink	4
4.	Моделирование электрических цепей в среде Matlab Simulink.	4
5.	Модель двигателя постоянного тока в среде Matlab Simulink.	4
6.	Моделирование асинхронных машин в среде Matlab Simulink.	4
7.	Моделирование пневматических систем в среде FluidSIMP	4
8.	Моделирование пневматических систем в среде Matlab Simulink (Sim Scape).	4
9.	Моделирование гидравлических систем в среде FluidSIMH	4
10.	Моделирование гидравлических систем в среде Matlab Simulink (Sim Scape).	4
11.	Топологически ориентированное моделирование в программном комплексе «Универсальный механизм».	4
12.	Моделирование тормозной системы с ABS в среде Matlab Simulink.	4

13.	Моделирование электрогидравлического усилителя рулевого управления в среде Matlab Simulink (Sim Scape).	4
14.	Исследование характеристик подвески на стенде в среде Matlab Simulink	4
15.	Моделирование мехатронной установки в среде Ciris	2
16.	Моделирование робота в среде Visual Components	2
	ИТОГО	56

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины (модуля)

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины (модуля)

7.1 Учебно-методическое обеспечение

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины (модуля) представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

<i>№</i>	<i>Требование к материально-техническому обеспечению</i>	<i>Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения</i>
1.	Наличие специальной аудитории	Компьютерный класс
2.	Мультимедийное оборудование	мультимедийная проекционная система (EPSONEMP –X5), компьютер, экран
3.	Оборудование	персональные компьютеры – 6шт. (компьютер студента IntelCorei3-540 3.08GHz.4Mb) персональные компьютеры – 3шт. (компьютер студента IntelCorei5-760 2.8GHz.8Mb)
4.	Программное обеспечение	Лицензионное программное обеспечение, SolidWorks лицензия 9710010469867995C8DG5D2H Лицензионное программное обеспечение, Siemens NX лицензия 56864618 Лицензионное программное обеспечение, Matlab-Simulink лицензия Лицензионное программное обеспечение, «Универсальный механизм» лицензия

Наименование программного продукта	Обоснование для использования (лицензия, договор, счёт, акт или иное)	Дата выдачи
Microsoft Imagine (Microsoft Azure Dev Tools for Teaching) Standard	Договор №243/ю, 370aef61-476a-4b9f-bd7c-84bb13374212	19.12.2018
ABBYY FineReader PDF 15 Business. Версия для скачивания(годовая лицензия)	Договор №191/Ю	16.11.2020

сакадемической скидкой)*		
Zbrush Academic Volume License	Договор №209/ЕП(У)20-ВБ	30.11.2020
Academic VMware Workstation 16 Pro for Linux and Windows, ESD	Договор №211/ЕП(У)20-ВБ, 25140763	03.11.2020
Acronis Защита Данных для рабочей станции, Acronis Защита Данных. Расширенная для физического сервера	Договор №210/ЕП (У)20-ВБ, Ах000369127	03.11.2020
Антиплагиат. Вуз.*	Договор №3341/12/ЕП(У)21-ВБ	29.01.2021
Подписка Microsoft Office 365	свободно распространяемое для вузов	-
Adobe Acrobat	свободно распространяемое	-
Teams	свободно распространяемое	-
Skype	свободно распространяемое	-
Zoom	свободно распространяемое	-

Приложение А
(обязательное)

Фонд оценочных средств

учебной дисциплины (модуля) **Моделирование мехатронных и робототехнических систем**

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (экзаменационные билеты, вопросы к контрольной работе и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1.	Практическое занятие	Темы №1 - №14	15x16	ОПК-4
2.	Рубежная аттестация Контрольный опрос	На 9-ой неделе	10	ОПК-4
Промежуточная аттестация				
	Экзамен		50	ОПК-4
	ИТОГО		300	

3 Рекомендации к использованию оценочных средств

1) Контрольный опрос

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Количество правильных ответов	10	3
Владение материалом по практическому заданию		
Точность ответов		
Полнота ответов		

Примерные вопросы:

1. Способы моделирования технических систем.
2. Математическое представление модели.
3. Физические эквиваленты в моделях.
4. Задание параметров модели.
5. Описание динамических систем.

2) Практическое занятие

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Практическое задание выполнено в полном объеме	5	3
Правильно составлен отчет в соответствии с требованиями СТО 1.701-2010		
Владение материалом по практическому заданию		
Точность и полнота ответов		

3) Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Количество правильных ответов	10	3
Владение материалом дисциплины		
Точность ответов		
Полнота ответов		

Пример экзаменационного билета:

Министерство науки и образования Российской Федерации
Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого
Институт политехнический
Кафедра промышленных технологий

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по курсу "Моделирование мехатронных и робототехнических систем"

1. Физические эквиваленты в моделях.
2. Обработка результатов эксперимента.
3. Математическая модель подвески.

Принято на заседании кафедры «_____» _____ 2021 г. Протокол № _____

Заведующий кафедрой ПТ _____ (Филиппов Д.А.)

Примерные вопросы:

1. Способы моделирования технических систем.
2. Математическое представление модели.
3. Физические эквиваленты в моделях.
4. Задание параметров модели.
5. Описание динамических систем.
6. Программное обеспечение моделирования динамических систем.
7. Моделирование колеса.
8. Линейная одноколейная модель автомобиля.
9. Одноколейная модель автомобиля с учетом эластичности шин.
10. Двухколейная модель автомобиля.

11. Пространственная модель автомобиля.
12. Обобщенная модель автомобиля.
13. Моделирование трансмиссии.
14. Моделирование тормозной системы.
15. Моделирование гидропривода
16. Моделирование пневмопривода
17. Математическая модель подвески.
18. Моделирование подвески в Matlab Simulink.
19. Влияние эксплуатационных и конструктивных факторов на показатели плавности хода автомобиля.
20. Модель рулевого привода.
21. Модель рулевого механизма.
22. Модель рулевого управления.
23. Моделирование с использованием метода конечных элементов.
24. Многомассовая модель.
25. Стендовые испытания.
26. Обработка результатов эксперимента.

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)

Карта учебно-методического обеспечения
Учебной дисциплины Моделирование мехатронных и робототехнических систем

1. Основная литература*

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1. Королев А. Л. Компьютерное моделирование : для пед. вузов / А. Л. Королёв. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 230	10	
2. Автомобили. Теория эксплуатационных свойств : учеб. для вузов / А. М. Иванов [и др.] ; под ред. А. М. Иванова. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2014. – 170 с.	7	
3. Колесов Ю.Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы : учеб. пособие для вузов. - СПб. : БХВ-Петербург, 2006. - 224с.	5	
4. Моделирование систем : учеб. пособие для вузов / И. А. Елизаров [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. – 135 с.	5	
5. Советов Б. Я. Моделирование систем : учеб. для вузов. - 6-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2009. – 342 с.	15	

6.Советов Б. Я. Моделирование систем : Практикум : учеб. пособие для вузов. - 4-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2009. – 294 с.	15	
Учебно-методические издания:		
1.Абрамов А.М. Моделирование мехатронных и робототехнических систем. (Рабочая программа) - НовГУ, Великий Новгород, 2021 –12с.		
2.Моделирование мехатронных и робототехнических систем.: Метод. указан. к практич. занятиям студентов ДФО / Сост. А. М. Абрамов; НовГУ. – В. Новгород, 2021.–19 с.		
3.Моделирование мехатронных и робототехнических систем.: Метод. указан. к самост. работе студентов ДФО / Сост. А. М. Абрамов; НовГУ. – В. Новгород, 2021.–12 с.		
4.Моделирование мехатронных и робототехнических систем.: Метод. указан. к контрольной работе студентов ЗФО / Сост. А. М. Абрамов; НовГУ. – В. Новгород, 2021.–30 с.		
Электронные ресурсы		
сайт журнала «Мехатроника, автоматизация, управление»	/http://novtex.ru/mech/	
сайт «Мембрана»	/http://www.membrana.ru/	
Экспонента		

2. Дополнительная литература

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Печатные источники		
1.Автомобильный справочник: Пер с англ.ООО «СтарСПб» - 3-е изд., перераб. и доп.– М.:ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012.-1280с.	1	
2.Борисевич А.В. Теория автоматического управления. Элементарное введение с применением Matlab/А.В.Борисевич. – СПб.,2011. – 202 с.	1	
3.Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink Проектирование мехатронных систем на ПК. – СПб.: КОРОНА-Век, 2008.- 368 с.	1	
4.Дьяконов В.П., Пеньков А.А. Matlab и Simulink в электроэнергетике. Справочник. – М.: Горячая линия-Телеком, 2009. -816 с.	1	
5.Компьютерное моделирование. Лабораторный практикум /А.Л.Королев.- М.:БИНОМ. Лаборатория знаний,2012.-296 с.	1	
6. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде Matlab и fuzzy TECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.	1	
7. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.:ДМК Пресс, 2014. – 288 с.	1	

8.Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем – Мн.: «Дизайн ПРО», 2004. – 640 с.	1	
9.Тарасик В.П. Теория движения автомобиля: Учебник для вузов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 478 с.	1	
10.Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.	1	
11.Интеллектуальные системы управления транспортными средствами: Монография /В.П.Тарасик, С.А.Рынкевич. – Мн.: УП «Технопринт», 2004. – 512 с.	1	
12.Rolf Isermann, Fahrdynamik-Regelung. Modelbildung, Fahrerassistenzsysteme, Mechatronik. ATZ/MTZ-Fachbuch, Vieweg, Wiesbaden, 2006, 461s.	1	

Электронные ресурсы

Наименование ресурса	Договор	Срок договора
Профессиональные базы данных		
База данных электронной библиотечной системы вуза «Электронный читальный зал-БиблиоТех» https://www.novsu.ru/dept/1114/bibliotech/	Договор № БТ-46/11 от 17.12.2014	бессрочный
Электронный каталог научной библиотеки http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Аналитика» (картотека статей) http://mars.novsu.ac.ru/MarcWeb/	База собственной генерации	бессрочный
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru Коллекция: Легендарные книги	Договор №63/юс от 20.03.2018	бессрочный
База данных «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» https://www.biblio-online.ru	Договор № 4431/05/ЕП(У)21 от 17.03.2021	31.12.2021
Электронная библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru **	Договор № 7504/20 от 17.03.2021	31.12.2021
Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com *	Договор № 37/ЕП(У)21 от 17.03.2021	11.01.2022
Электронная база данных «Издательство Лань» https://e.lanbook.com *	Договор № 04/ЕП(У)21 от 17.03.2021	11.01.2022
База данных электронной библиотечной системы «Электронная библиотека технического ВУЗа» www.studentlibrary.ru *	Договор № 256СЛ/11-2020 от 17.03.2021	01.01.2021-31.12.2021
Национальная электронная библиотека (НЭБ) https://rusneb.ru/	Договор № 101/НЭБ/2338 от 01.09.2017	31.08.2022
Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина https://www.prilib.ru/	в открытом доступе	-
База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU https://elibrary.ru/	в открытом доступе	-
Национальная подписка в рамках проекта Министерства образования и науки РФ (Госзадание № 4/2017 г.) к наукометрическим БД Scopus и Web of Science https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search	регистрация (территория вуза)	2022

https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic#basic		
База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/	в открытом доступе	-
База данных электронно-библиотечной системы «Национальная электронная библиотека» https://нэб.рф	в открытом доступе	-
Информационные справочные системы		
Университетская информационная система «РОССИЯ» https://uisrussia.msu.ru	в открытом доступе	-
Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» https://openedu.ru	в открытом доступе	-
Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии http://protect.gost.ru/	в открытом доступе	-
Портал открытых данных Российской Федерации https://data.gov.ru	в открытом доступе	-
База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ https://rosmintrud.ru/opendata	в открытом доступе	-
Справочно-правовая система КонсультантПлюс (КонсультантПлюс студенту и преподавателю) www.consultant.ru/edu/	в открытом доступе	-

Новгородский государственный
университет им. Ярослава Мудрого
Научная библиотека
Сектор учета

Заведующий кафедрой ПТ


Филиппов Д.А.
« 15 » марта 2022г.

[illegible]