

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Трехгорный технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ТТИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

_____ Т.И. Улитина

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ МЕХАТРОННЫХ СИСТЕМ»

Направление подготовки: 12.03.01 Приборостроение

Профиль подготовки: Информационно-измерительная техника и технологии

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Трехгорный
2021

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина «Теоретический анализ механизмов мехатронных систем» содержит введение в робототехнические системы, математические основы теории систем, этапы моделирования робота, робототехнические системы и их части.

1.1 Цели дисциплины

Цель дисциплины – формирование у студентов современных знаний по моделированию роботов и роботизированных систем в различных отраслях промышленности и подготовка студентов к практической деятельности по данному направлению.

1.2 Задачи дисциплины

Задачи дисциплины – познакомить студентов с задачами моделирования робототехнических систем, а также с математическими основами теории систем; овладение навыками по выработке требований к проектируемой робототехнической системе, необходимыми для создания высокоэффективных роботизированных комплексов; изучение некоторых видов робототехнических систем, а также типовых задач, с ними связанных.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Теоретический анализ механизмов мехатронных систем» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин учебного плана (Б1.В.ДВ.5.1), базируется на знаниях, получаемых студентами из курсов «Физики» и «Математики».

3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Общепрофессиональные компетенции

Изучение дисциплины «Теоретический анализ механизмов мехатронных систем» направлено на формирование у студентов, следующих компетенций:

общепрофессиональных (ОПК):

– способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения (ОПК-1);

– способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных, интеллектуально правовых и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов (ОПК-2).

3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- методы математического анализа и моделирования; фундаментальные законы и понятия естественнонаучных дисциплин; основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения;
- законодательные и нормативные правовые акты, регламентирующие производственно-хозяйственную и финансово экономическую деятельность, терминологию и основные экологические законы;

уметь:

- применять методы математического анализа и моделирования для решения практических задач; применять методы теоретического и экспериментального исследования для проектирования и конструирования приборов и комплексов широкого назначения;
- пользоваться социально экономическими методами для решения производственных задач;

владеть:

- навыками применения знаний математического анализа в инженерной практике при моделировании; навыками применения знаний естественнонаучных дисциплин в инженерной практике; навыками применения общеинженерных знаний в инженерной деятельности;
- навыками профессиональной деятельности с учетом экономических ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и

процессов; навыками профессиональной деятельности с учетом экологических и интеллектуально правовых ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов; навыками профессиональной деятельности с учетом социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла технических объектов и процессов.

3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
Профессиональный модуль		
Профессиональное воспитание	<p>- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p>
	<p>- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.</p>
	<p>- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-</p>

	<p>технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)</p>	<p>исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
	<ul style="list-style-type: none"> - формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20); - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21); - формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22) 	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
	<ul style="list-style-type: none"> - формирование 	<p>Использование воспитательного потенциала</p>

	культуры информационной безопасности (В23)	дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	<p>УГНС 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»:</p> <p>- формирование коммуникативных навыков в области проектирования и производства точных приборов и измерительных систем (В29);</p> <p>- формирование сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения, их понимания и приятия (В30)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Схемотехника измерительных устройств", "Технология приборостроения", "Конструирование измерительных приборов" для формирования навыков коммуникации в профессиональной сфере проектирования и производства точных приборов и измерительных систем посредством выполнения курсовых работ/проектов с последующей защитой их результатов.</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Системы автоматизированного проектирования и конструирования", "Цифровое проектирование приборов и систем", "Компьютерное проектирование мехатронных систем" для формирования сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения посредством выполнения индивидуальных и групповых заданий, связанных с вовлечением передовых цифровых технологий.</p>

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в 6 семестре составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практич. занятия	Самостоят.	работа				
6 семестр										

1	Раздел 1	1-9	6	12	18	T1-5	T2-9	25
2	Раздел 2	10-14	4	6	10	T3-12	T4-14	15
3	Раздел 3	15-18	4	4	8	T5-16	T6-18	10
Итого			14	22	36			
Зачет			-					0-50
Итого за семестр								0-100

4.1 Содержание лекций

Раздел 1 Введение в робототехнические системы. Математические основы теории систем.

Введение. Цель и задачи дисциплины. Основные понятия. Роботы. Предназначение роботов. Виды роботов. Постановка задачи моделирования робототехнической системы. Возникающие сложности.

Понятие системы. Свойства системы. Робототехническая система как модель в виде «Черного ящика». Модель состава системы. Обработка сигналов. Преобразование Лапласа.

Раздел 2 Этапы моделирования робота

Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы. Соотнесение входных и выходных сигналов. Желаемая модель. Постановка задачи получения модели желаемой системы. Методы решения. Критерии качества полученного решения.

Раздел 3 Робототехнические системы и их части

Структурная схема робота. Регуляторы в робототехнических системах. Виды регуляторов и различные законы регулирования. Двигатели, используемые в робототехнических системах: двигатели постоянного тока, шаговые двигатели. Захваты как часть робота. Параметры захватов. Манипуляторы. Определение и свойства манипуляторов. Момент инерции и момент силы. Сигналы для перемещения манипуляторов. Шагающие роботы. Требования к шагающим роботам. Обратные маятники: определение и требования. Станки с ЧПУ. Особенности и требования.

4.2 Темы практических (семинарских) занятий

1. Постановка задачи моделирования робототехнической системы.
2. Понятие системы. Свойства системы.

3. Робототехническая система как модель в виде «Черного ящика».
4. Обработка сигналов. Преобразование Лапласа.
5. Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы.
6. Желаемая модель. Получение модели желаемой системы.
7. Критерии качества полученного решения.
8. Моделирование манипуляторов.
9. Моделирование шагающих роботов.
10. Обратные маятники.
11. Станки с ЧПУ.

4.3 Темы самостоятельной работы студентов

1. Исследования захвата робота
2. Исследование манипулятора
3. Исследование станка с ЧПУ
4. Подготовка к зачету

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Согласно требованиям ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», реализация компетентного подхода должна предусматривать использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется в ходе проведения тестирования, проверки выполнения самостоятельных заданий. Аттестация раздела проводится в виде тестирования.

6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Перечень оценочных средств используемых для текущей аттестации

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
T1	Тест №1	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
T2	Тест №2		
T3	Тест №3		
T4	Тест №4		
T5	Тест №5		
T5	Тест №5		

Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ОПК-1	31	У1	В1	T1, T2, T3, T4, T5, T6, 3
ОПК-2	32	У2	В2	T1, T2, T3, T4, T5, T6, 3

Этапы формирования компетенций

5 семестр

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
Раздел 1	Введение в робототехнические системы. Математические основы теории систем	ОПК-1 ОПК-2	31, 32, У1, У2, В1, В2	T1-5	T2-9	Зачет

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
Раздел 2	Этапы моделирования робота	ОПК-1 ОПК-2	31, 32, У1, У2, В1, В2	Т3-12	Т4-14	
Раздел 3	Робототехнические системы и их части	ОПК-1 ОПК-2	31, 32, У1, У2, В1, В2	Т5-16	Т6-18	

Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл – минимальный балл
Т1	Тестовое задание №1	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	10	10 – 8
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	9	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	8	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т2	Тестовое задание №2	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	15	15 – 13
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	14	

		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	13	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т3	Тестовое задание №3	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т4	Тестовое задание №4	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	10	10 – 8
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	9	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	8	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т5	Тестовое задание №5	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	

		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т6	Тестовое задание №6	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	5 – 3
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
3	Зачет	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной	40-50	50 – 30
		выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстраций базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной	30-34	

	дисциплине		
	если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы	<30	

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям, умениям, навыкам по дисциплине
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно»	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только

<p style="text-align: center;">– E, D</p>		<p>основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.</p>
<p style="text-align: center;">– F</p>	<p style="text-align: center;">менее 60</p>	<p>Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>

Вопросы к зачету

1. Роботы. Предназначение роботов.
2. Виды роботов. Постановка задачи моделирования робототехнической системы. Возникающие сложности.
3. Понятие системы. Свойства системы.
4. Робототехническая система как модель в виде «Черного ящика». Модель состава системы.
5. Обработка сигналов. Преобразование Лапласа.
6. Определение видов входного воздействия. Желаемые выходные сигналы.
7. Соотнесение входных и выходных сигналов. Желаемая модель.
8. Постановка задачи получения модели желаемой системы. Методы решения. Критерии качества полученного решения.
9. Структурная схема робота.
10. Регуляторы в робототехнических системах.
11. Виды регуляторов и различные законы регулирования.
12. Двигатели, используемые в робототехнических системах: двигатели постоянного тока, шаговые двигатели.
13. Захваты как часть робота. Параметры захватов.
14. Манипуляторы. Определение и свойства манипуляторов.
15. Момент инерции и момент силы. Сигналы для перемещения манипуляторов.

16. Шагающие роботы. Требования к шагающим роботам.
17. Обратные маятники: определение и требования.
18. Станки с ЧПУ. Особенности и требования

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Ким Д. П. Теория автоматического управления: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / Д. П. Ким. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 276 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/489509>.
2. Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 608 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168366>.
3. Ощепков А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / А. Ю. Ощепков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 208 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/177027>.
4. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. А. Первозванский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 624 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/168873>.
5. Ягодкина Т. В. Теория автоматического управления: учебник и практикум для вузов [Электронный ресурс] / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 470 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/489520>.

7.2 Дополнительная литература

1. Коробова И. Л. Надёжность мехатронных и робототехнических систем: тексты

лекций: учебное пособие [Электронный ресурс] / И. Л. Коробова. — Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2020. — 124 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/172204>.

2. Подураев Ю. В. Мехатроника: основы, методы, применение: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. В. Подураев. — Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 256 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/86501.html>.

7.3 Периодические издания

1. Проблемы машиностроения и автоматизации – Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7307> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
2. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. НАНОСИСТЕМЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - Режим доступа: https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32094 – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.
3. ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – Режим доступа: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28006 - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

7.4 Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	https://urait.ru/
2	Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань"	e.lanbook.com
3	Электронная библиотечная система IPR BOOKS	https://www.iprbookshop.ru/
4	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ"	http://elibrary.ru
5	Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	http://link.springer.com/
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>