

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
ГОРОДА МОСКВЫ "НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ДИАГНОСТИКИ
И ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА
МОСКВЫ"

Протокол № 1

от 30.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ И КОНТРОЛЯ МАТЕРИАЛОВ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки, час.	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
8	3	108	24	0	24		33	0	Э
Итого	3	108	24	0	24	0	33	0	

АННОТАЦИЯ

Курс посвящен изучению физических принципов, технологий и оборудования для специальных (физико-химических, аддитивных, электрофизических) методов обработки конструкционных, функциональных, полимерных и композитных материалов, а также современных методов их неразрушающего контроля (НК) и реверс-инжиниринга. В рамках дисциплины рассматриваются лазерные, электронно-лучевые, электроэрозионные, ультразвуковые, магнитно-импульсные и аддитивные технологии, применяемые при создании узлов мехатронных и робототехнических систем. Особое внимание уделяется методам производственного контроля (ВИК, УК, РК, МК, ВК, ПВК), оптическим методам измерений и 3D-сканированию для обеспечения качества, надёжности и метрологического сопровождения жизненного цикла киберфизических систем.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Специальные методы обработки и контроля материалов» является приобретение студентами знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для:

- выбора физико-технических принципов и специальных методов обработки материалов при проектировании и производстве элементов робототехнических комплексов;
- обоснования и применения современных методов неразрушающего контроля и диагностики качества деталей и узлов;
- разработки технологических процессов с использованием аддитивных технологий и реверс-инжиниринга;
- обеспечения метрологической поддержки и контроля качества на этапах жизненного цикла изделий.

Задачи дисциплины:

- изучение физической сущности, классификации и областей применения специальных методов обработки (лазерных, электрофизических, электрохимических, ультразвуковых);
- освоение принципов аддитивного производства изделий из металлов, полимеров и композитов;
- изучение теоретических основ и технологий неразрушающего контроля (визуально-измерительного, ультразвукового, радиографического, магнитного, вихретокового, капиллярного);
- формирование навыков выбора оптимальных методов обработки и контроля для типовых задач мехатроники;
- освоение основ оптических измерений, 3D-сканирования и реверс-инжиниринга.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимо владение базовыми знаниями, умениями, навыками и компетенциями в области физики, материаловедения, метрологии, инженерной графики и основ конструирования.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
сервисно-эксплуатационный			
Тестирование работы и диагностика технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем	Мехатронные, киберфизические и интеллектуальные робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем	ПК-6.2 [1] - Способен производить тестирование работы и диагностику технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.005	3-ПК-6.2[1] - Знать методику и основные принципы проведения тестирования работы и выполнения диагностики технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях; У-ПК-6.2[1] - Уметь проводить тестирование работы и выполнять диагностику технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других

			<p>высокотехнологичных отраслях; В-ПК-6.2[1] - Владеть навыками проведения тестирования работы и выполнения диагностики технического состояния радиоэлектронных функциональных узлов и устройств мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем в атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях</p>
<p>Настройка систем управления и обработки информации, управляющих средств и комплексов и осуществление их регламентного эксплуатационного обслуживания с использованием соответствующих инструментальных средств</p>	<p>Мехатронные, киберфизические и интеллектуальные робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания</p>	<p>ПК-11 [1] - Способен настраивать системы управления и обработки информации, управляющие средства и комплексы и осуществлять их регламентное эксплуатационное обслуживание с использованием соответствующих инструментальных средств</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 06.001</p>	<p>З-ПК-11[1] - знать структуру систем управления технологическим оборудованием, основы регламентного эксплуатационного обслуживания систем управления и обработки информации, управляющих средств и комплексов, особенности методов диагностики мехатронных систем. ; У-ПК-11[1] - уметь использовать инструментальные средства для настройки систем управления и обработки информации, управляющих средств и комплексов. ; В-ПК-11[1] - владеть навыками настройки систем управления и обработки информации, управляющих средств и комплексов.</p>

	мехатронных и робототехнических систем		
производственно-технологический			
Участие во внедрении результатов разработок мехатронных и интеллектуальных робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей в производство	Мехатронные, киберфизические и интеллектуальные робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем	ПК-10 [1] - Способен участвовать во внедрении результатов разработок мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей в производство <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-10[1] - знать механизм внедрения результатов разработок мехатронных и робототехнических систем и их элементов в производство, порядок сертификации мехатронных систем. ; У-ПК-10[1] - уметь выполнять необходимые действия по внедрению результатов разработок мехатронных и робототехнических систем и их элементов в производство. ; В-ПК-10[1] - владеть навыками выполнения работ по внедрению результатов разработок мехатронных и робототехнических систем и их элементов в производство.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование

	научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование профессиональной ответственности, этики и культуры инженера-разработчика комплексных технических систем (B41)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию (B43)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>8 Семестр</i>						
1	Первый раздел	1-8	16/0/16		25	КИ-8	3-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11
2	Второй раздел	9-12	8/0/8		25	КИ-12	3-ПК-6.2, У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, 3-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11
	<i>Итого за 8 Семестр</i>		24/0/24		50		
	Контрольные				50	Э	3-ПК-6.2,

	мероприятия за 8 Семестр						У-ПК-6.2, В-ПК-6.2, З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, З-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11
--	--------------------------	--	--	--	--	--	---

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>8 Семестр</i>	24	0	24
1-8	Первый раздел	16	0	16
1 - 2	Часть 1. Специальные и аддитивные методы обработки материалов. Тема 1. Введение. Классификация специальных методов обработки материалов Роль специальных методов в производстве киберфизических и робототехнических систем. Классификация по физическому принципу (тепловые, электрофизические, электрохимические, механические). Критерии выбора методов обработки для композитов, полимеров и функциональных материалов	Всего аудиторных часов		
		4	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
3 - 4	Тема 2. Лазерные, электронно-лучевые и плазменные методы Физика взаимодействия излучения с веществом. Лазерная резка, сварка, поверхностное упрочнение. Электронно-лучевая и плазменная обработка. Оборудование, параметры режимов, применение в точном машиностроении и робототехнике	Всего аудиторных часов		
		4	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
5 - 6	Тема 3. Электрофизические, электрохимические и импульсные методы Электроэрозионная (ЭЭ) обработка: проволоочная и прошивная. Электрохимическое (ЭХ) формообразование и полирование. Ультразвуковая и магнитно-импульсная обработка хрупких и токопроводящих материалов	Всего аудиторных часов		
		4	0	4
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	Тема 4. Аддитивные технологии и обработка композитов Классификация аддитивных технологий (FDM, SLA, SLS,	Всего аудиторных часов		
		4	0	4
		Онлайн		

	SLM, EBM). Материалы для 3D-печати. Специфика механической обработки полимерных и композитных материалов. Постобработка изделий. Реверс-инжиниринг в аддитивном производстве	0	0	0
9-12	Второй раздел	8	0	8
9	Часть 2. Методы неразрушающего контроля и диагностики. Тема 5. Визуально-измерительный (ВИК) и ультразвуковой контроль (УК) Оптические средства ВИК. Физические основы акустических методов. Эхо-импульсный и теневой методы. Дефектоскопы, преобразователи. Контроль сварных соединений и композитов	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
10	Тема 6. Магнитный (МК), вихретоковый (ВК) и капиллярный (ПВК) контроль Магнитопорошковая дефектоскопия. Вихретоковый контроль электропроводящих материалов. Капиллярные методы (проникающими веществами). Выявление поверхностных и подповерхностных дефектов	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
11	Тема 7. Радиографический контроль (РК) и радиационная безопасность Физические основы прохождения ионизирующего излучения. Рентгенография и гамма-графия. Детекторы излучения. Требования радиационной безопасности при работе с источниками	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
12	Тема 8. Оптические методы, 3D-сканирование и реверс-инжиниринг Координатно-измерительные машины (КИМ). Оптические и лазерные 3D-сканеры. Создание цифровых двойников и CAD-моделей по физическим объектам. Комплексный контроль качества	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>8 Семестр</i>
	Лабораторная работа 1 Лазерная обработка металлов: резка, сварка, поверхностное упрочнение
	Лабораторная работа 2

	Электроэрозионная (ЭЭ) обработка: прошивная и проволочная
	Лабораторная работа 3 Электрохимическая и ультразвуковая обработка
	Лабораторная работа 4 Аддитивные технологии (FDM/SLA): изготовление и контроль качества
	Лабораторная работа 5 Комплексный анализ качества деталей после специальной обработки
	Лабораторная работа 6 Визуально-измерительный контроль (ВИК) сварных соединений и изделий, полученных аддитивными методами
	Лабораторная работа 7 Ультразвуковой контроль (УК) — эхо-импульсный метод прямыми преобразователями
	Лабораторная работа 8 Ультразвуковой контроль сварных швов наклонными преобразователями
	Лабораторная работа 9 Магнитопорошковый контроль (МК) ферромагнитных деталей
	Лабораторная работа 10 Вихретоковый контроль (ВК) электропроводящих материалов и покрытий
	Лабораторная работа 11 Капиллярный контроль (ПВК) — выявление поверхностных дефектов
	Лабораторная работа 12 3D-сканирование и реверс-инжиниринг: создание CAD-модели по физическому объекту

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В учебном процессе используются активные и интерактивные методы обучения с применением информационных технологий. Лекционные занятия включают визуализацию физических процессов, разбор кейсов из практики промышленных партнеров (ФГУП «ВНИИА» и др.). Практические занятия проводятся в форме решения инженерных задач, разработки маршрутных карт технологических процессов и анализа нормативно-технической документации (ГОСТ, ПНАЭ Г, РД).

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-10	Э, КИ-8, КИ-12
ПК-11	З-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-12

	В-ПК-11	Э, КИ-8, КИ-12
ПК-6.2	З-ПК-6.2	Э, КИ-8, КИ-12
	У-ПК-6.2	Э, КИ-8, КИ-12
	В-ПК-6.2	Э, КИ-8, КИ-12

Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-х балльной шкале	Отметка о зачете	Оценка ECTS
90-100	5 – «отлично»	«зачтено»	A
85-89	4 – «хорошо»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «удовлетворительно»		E
60-64			
ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	«не зачтено»	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Цель методических рекомендаций для студентов — оптимизация процесса изучения данной дисциплины.

Учебно-методические материалы выдаются преподавателем в электронном виде. В тестовые и экзаменационные вопросы не входит материал, который не был прочитан на лекциях или обсужден на практических занятиях. Тем не менее, для эффективного использования полученных знаний рекомендуется ознакомиться с действующими стандартами (ГОСТ, РД) по неразрушающему контролю.

При реализации программы дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций и практических занятий. Для контроля усвоения студентом разделов курса используются тестовые технологии.

Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы для подготовки к контрольным мероприятиям, а также выполнение индивидуальных заданий по разработке технологий обработки и контроля.

В процессе практических занятий студенты закрепляют изучаемый материал, решая задачи расчёта режимов обработки, выбирая средства НК и анализируя нормативную документацию. Изучение разделов включает теоретическую и прикладную части. После проработки теории следует приступить к решению практических заданий.

В конце освоения дисциплины студент сдаёт экзамен, где ему предлагается ответить в устной форме на теоретический вопрос и решить задачу, входящие в билет.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Общие рекомендации

Главное внимание в преподавании курса необходимо сосредоточить на овладении студентами компетенций (ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-22.1), необходимых для выбора технических решений создаваемых устройств, разработки проектной и конструкторской документации, обоснования соответствия характеристик конструкций требованиям безопасности и стандартов.

Для изучения дисциплины необходимо владение базовыми знаниями в области материаловедения, физики, метрологии и САПР. Структуризация учебного материала исключает дублирование пройденного материала и предполагает достижение нового качества подготовки студентов.

2. Цели и задачи курса

По дисциплине учебным планом предусмотрены лекционные, практические занятия и самостоятельная работа.

Лекции имеют цель: дать систематизированные основы научных знаний по курсу; сконцентрировать внимание студентов на физических основах и современных технологических возможностях методов.

Целью практических занятий является применение на практике теоретического материала дисциплины, глубже вникнуть в физическую сущность изучаемых явлений и привить студентам навыки самостоятельной инженерной работы.

3. Требования к уровню освоения содержания курса

Текущий контроль результатов обучения осуществляется в процессе практических занятий и может проводиться как в форме персонального опроса, так и в форме тестирования студентов.

Промежуточная аттестация представляет собой заключительный этап контроля знаний, умений, навыков и компетенций, приобретенных студентами при изучении дисциплины.

Автор(ы):

Наталенко Валерий Сергеевич