Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наливайко Антон Юрьевич
Должность: проректор по научной работе
Дата подписания: 01.11.2023 17:47:21
Уникальный программный ключ:
1a3df673e07fcd54440aceed8bb7e29f4817bf0a

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения

_____/Е.В.Сафонов/

17 сентября 2020г.

Рабочая программа дисциплины

Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

15.06.01 Машиностроение

Профиль подготовки

«Технология механической и физико-технической обработки»

Квалификация (степень) выпускника:
Исследователь. Преподаватель-исследователь.
Форма обучения
очная

Москва 2020 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению подготовки
15.06.01 **«Машиностроение»**, профиль подготовки **«Технология механической и физико-технической обработки».**

Программу составили: _____ /проф., д.т.н. Саушкин Б.П./

Программа дисциплины **«Технология механической и физико-технической обработки»** по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение» утверждена на заседании кафедры **«Технологии и оборудование машиностроения».**

«26» июня 2020 г., протокол № 14 – 19/20

Заведующий кафедрой _____ /доц.,к.т.н. Васильев А.Н./

Программа согласована с руководителем образовательной программы 15.06.01 Машиностроение

_____ /проф., д.т.н. Вартанов М.В./

«17» сентября 2020 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии машиностроительного факультета.

Председатель комиссии _____ /доц.,к.т.н. Васильев А.Н./

«26» сентября 2020 г. Протокол № 8 – 20.

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины **Технология механической и физико-технической обработки** являются:

- развитие фундаментальной теоретической подготовки обучающихся в части освоения классических и новых методов и способов обработки металлов и материалов (включая применение защитных покрытий) на базе современных научных и физических концепций;

- практического использования средств физико-технических методов обработки деталей (сложной и особо сложной формы) на основе традиционных металлов, сплавов и металлокерамик, а также новых и перспективных типов труднообрабатываемых, твердосплавных и сверхтвердых, керамических и композиционных материалов;

- получение навыков проектирования, физико-математического моделирования и расчета физико-технических методов обработки металлов и материалов, конструкций средств оснащения этих методов с использованием средств вычислительной техники.

Дисциплина «**Технология механической и физико-технической обработки**» формирует теоретические знания, практические навыки, вырабатывает компетенции, которые дают возможность выполнять научно-исследовательскую и проектно-конструкторскую виды профессиональной деятельности.

Для научно-исследовательской деятельности знание дисциплины «**Технология механической и физико-технической обработки**» позволяет обоснованно использовать методы теоретического и экспериментального исследований физико-математического моделирования процессов физико-химической обработки металлов и материалов, включая процессы комбинированной обработки и применения защитных покрытий.

В области проектно-конструкторской деятельности целью дисциплины является изучение требований, предъявляемых к современным средствам физико-технической обработки металлов и материалов, деталей и элементов машиностроительного оборудования и машин, путей их реализации; изучение современных физико-технических процессов в целях определения характеристик оборудования, стендов и установок, агрегатов, механизмов и других комплектующих, обеспечивающих обработку в заданных режимах внешнего воздействия силовых, тепловых, электро-магнитных полей.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры. Связь дисциплины с другими модулями (дисциплинами) учебного плана)

Дисциплина относится к базовым дисциплинам программы аспирантуры.

Изучение дисциплины опирается на «входные» знания, умения, навыки (опыт) обучающегося, необходимые при освоении данной дисциплины знания, умения и навыки, приобретенные в предшествующих дисциплинах таких как: “физика”, “теоретическая механика”, “химия”, “прикладная математика”, “информатика и вычислительная техника”, ”материаловедение ”.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины: (ПК-1)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- основные принципы и законы физики, химии, теоретической механики и сопротивления материалов, применение которых улучшает теплопрочностные характеристики металлов и материалов в условиях физико-технических методов

обработки при силовом, тепловом, электромагнитном, корпускулярном и химическом воздействии,

- границы применимости физических и химических законов, концепций, моделей и гипотез;

- принципы определения численных значений основных физических (механических, тепловых, оптических и др.), химических характеристик металлов и материалов,

- основные современные физико-технические методы обработки металлов и материалов и деталей на их основе и применяемое типовое оборудование для решаемых технологических задач,

- сущность, схемы обработки, технологические характеристики, специфические особенности, оборудование, средства оснащения, инструменты, рабочие среды, области применения и эффективность изучаемых физико-технических методов обработки металлов и материалов, а также способы физико-химической, тепловой и механической защиты деталей и элементов машиностроительного оборудования.

Уметь:

- проводить критический анализ современной научно-технической литературы, патентной информации и средств программного обеспечения;
- собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции с использованием физико-технических методов обработки, а также средств контроля и технологического оснащения;
- выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий машиностроения, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей;
- выполнять расчетно-теоретическую оценку физико-технических характеристик, необходимых для технологической обработки или создания условий радиационной, тепловой или механической защиты материалов и деталей на их основе;
- анализировать и компоновать технологические блок-схемы реализации типовых электрофизических и электрохимических способов и методов обработки металлов, материалов и деталей на их основе;
- правильно планировать эксперимент так, чтобы точность измерений соответствовала поставленной цели;
- учитывать возможность систематических ошибок и принимать меры для их устранения,
- анализировать результаты эксперимента и расчетно-теоретических оценок, проводить прогнозные оценки и делать выводы по применению результатов исследования;

Владеть:

- способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции, использовать их для производства изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда;
- методиками оценок достоверности и порядка величин исследуемых физических и химических параметров и характеристик;
- навыками физико-математического моделирования с применением средств вычислительной техники,

- методологией создания алгоритма и разработки программного обеспечения для компьютерных вычислений исследуемых физических и технологических характеристик металлов и материалов при внедрении в производстве и текущей эксплуатации и демонстрировать способность и готовность использования знаний в реальных производственных условиях.

4. Структура и содержание дисциплины

Трудоёмкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.) или 108 академических часов (час), в том числе 24 часа аудиторных занятий, в том числе 12 час.-лекции, 12 час- практические занятия и 84 часа - самостоятельной работы.

1) Введение

2) Теория формообразования при специальных видах обработки. Физико-технический механизм обработки как метод снятия с заготовки слоя материала в результате механического, теплового, электрического, химического, акустического, лучевого, плазменного, струйного и др. воздействий.

3) Ультразвуковая обработка. УЗ метод обработки /УКМО/ деталей. Ультразвукокавитационный метод обработки /УКМО/ деталей. Электроэро-зионные методы обработки.

4) Низкочастотный метод электроискровой обработки /НМЭО/ деталей. Высокочастотный метод электроискровой обработки /ВМЭО/ деталей. Электроимпульсный метод обработки /ЭИМО/ деталей.

5) Сущность и физические основы электрохимической обработки материалов. Электро-контактный метод электроискровой /ЭМЭО/ обработки.

6) Плазменная обработка материалов. Электроннолучевая обработка материалов. Детонационного упрочнения деталей машин. Лучевые методы обработки. Лазерно-механическая обработка. Светолучевая и электронно-лучевая обработка. Лазерные технологии селективного спекания.

7) Струйная обработка материалов. Технология обработки концентрированными потоками энергии. Комбинированные методы физико-технической обработки. Комбинированные функциональные защитные покрытия. Тепло-изолирующие и теплозащитные керамические и композиционные покрытия. Металлические композиционные материалы и покрытия. Интерметаллидные покрытия. Керамические и композиционные материалы и покрытия с порошковыми наполнителями и армированные металлическими, стеклянными, оксидными, карбидными нитями и волокнами.

4.1 Тематика аудиторных занятий

Тематика лекционных занятий:

№ раздела	№ лекции	Основное содержание	Кол-во часов
1	1	Классификация видов и методов физико-технической обработки. Теоретические предпосылки создания принципиально новых на основе использования физических, химических и др. явлений.	2
2	2	Физические основы метода. Основные технологические процесссы ультразвуковой обработки материалов (УКМО), сущность, область применения и эффективность. Технологическая характеристика, оборудование и инструменты	2

		УКМО. Основные схемы технологических процессов электроэрозионной обработки и их технологические параметры. Оборудование для электроэрозионной обработки. Области применения и эффективности низкочастотного, высокочастотного, электроискрового, электроимпульсного и электроконтактного методов электроискровой обработки деталей.	
3	3	Сущность, область применения и эффективность НМЭО, ВМЭО, ЭМЭО, ЭИМО. Технологическая характеристика, оборудование и инструменты. Механизм электролиза. Основные технологические процессы электрохимической обработки. Конструкции инструментов и электрохимических станков.	2
4	4	Химические методы обработки, сущность, установки, их применение. Электрохимикомеханические методы. Отделочные методы физико-технической обработки. Электрополирование, магнитно-абразивное полирование, электромагнитная обработка.	2
5	5	Физическая сущность методов. Технологические процессы обработки и оборудование. Сущность и физические основы лазерной обработки материалов.	2
6	6	Классификация и область применения. Физические схемы и технологические установки. Покрытия радиационной (лучистой) в различных диапазонах длин волн при сложном теплообмене, конвективно-лучистом (радиационном) воздействии. Защитные покрытия в условиях механической, конвективной, лучистой силовой и тепловой нагрузки для деталей и машин, разрабатываемых для аэрокосмических, транспортных, судостроительной отраслей промышленности, ядерных реакторов.	2
		Итого:	12

4.2 Перечень занятий (практических), проводимых в активной и интерактивной формах

Таблица 6

№ раздела	Вид аудиторного занятия в активной и/или интерактивной форме и его тематика	Кол-во часов
1	Представление средств и методов физико-математического моделирования, программного обеспечения, элементов технической документации.	2
2	Подготовка плана-аннотации (на русском и английском языках) по новейшим тематическим разработкам.	2
3	Подготовка публицистического обзора при анализе статей (по базам данных РИНЦ, SCOPUS и пр. отечественных и зарубежных рейтинговых агентств и структур), патентов, программных продуктов.	2
5	Защита и выступление студентов с докладом-презентацией по разрабатываемой теме, включая сдачу краткой научной статьи для студенческой конференции.	2
	Итого:	8

5. Образовательные технологии по дисциплине

Обучение по дисциплине ведется с применением мультимедийной презентации, которая проводится с использованием, как традиционных технологий, так и современных интерактивных методов представления учебных материалов, а также современных промышленных и лабораторных способов физико-технических методов обработки (ФТМО).

Лекции проводятся в традиционной форме и носят установочный характер, освещая теоретические основы дисциплины, а практические занятия позволяют преподавателю более индивидуально общаться с обучающимися, разбирая физико-технические методы при обработке деталей в условиях внешнего воздействия; демонстрируя решение задач физико – математического моделирования процессов ФТМО, знакомя с основными направлениями научных разработок и исследований на кафедре, с докладами-презентациями сотрудников кафедры на международных конференциях, а также анализируя выступления по материалам собственных исследований.

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии:

- компьютерная и проектная техника;
- комплекты видеоматериалов;
- учебные стенды, наглядные пособия и плакаты.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Текущий контроль знаний студентов в процессе изучения дисциплины осуществляется с помощью набора тестов, которые прилагаются в УМК. Контрольные вопросы для промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины приведены в приложении Б.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1) Моргунов Ю.А. и др. Наукоемкие технологии машиностроительного производства. Физико-химические методы и технологии. В 2-х томах. Учебное пособие для вузов. – М..: ФОРУМ. 2013. – 928 с.

2) Никифоров А.Д. Современные проблемы науки в области технологии машиностроения. Учебное пособие для вузов. ISBN 5060053474. 2006. – 416 с.

3) Поляков З.И., Исаков В.М. и др. Электрофизические и электрохимические методы обработки. Учебное пособие. 2-е изд., перер. — Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006.- 89 с.

б) дополнительная литература:

1) Киселев М.Г., Дроздов А.В. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Конспект лекций. Минск: БНТУ, 2009. – 148 с.

2) Аверьянова И.О., Клепиков В.В. Технология машиностроения. Высокоэнергетические и комбинированные методы обработки. Учеб. пособие. М.: ФОРУМ, 2008. -304 с.: ил. ISBN 978-5-91134-268-5.

3) Паркин А.А. Технология обработки концентрированными потоками энергии: Учебное пособие / Самарский государственный технический университет. Самара, 2004 – 494 с.

4) Крутякова М.В., Лукина С.В. Методика проектирования и расчет протяжного инструмента. Учебное пособие к лекциям, курсовому и дипломному проектированию по дисциплинам «Проектирование инструмента», «Формообразование и инструмент». – М. Издательство МГТУ МАМИ. 2009. – 146 с.
5) Попов Л.М. Физико-химические методы обработки: Компьютерный текст лекций. 2-е изд., перер. — Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2006. — 97 с.

в) программное обеспечение и интернет ресурсы 151900.62 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»:

www.mami.ru/kaf/assi;
www.canelatools.com;
www.iskar.com;
www.smw-autoblok.ru;
www.yamasa.com.tr;
www.sandvik.com.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Кафедра «ТиОМ» имеет учебно-лабораторную базу в составе:

– Аудитория **АВ1104** с общей площадью 214 м^2, оснащена парком универсальных металлорежущих станков, современных станков с ЧПУ (токарный патронно-центровой станок модели 16К20Ф3 и сверлильно-фрезерно-расточной обрабатывающий центр Fine Tech SMV 450-H3), измерительными приборами и технологической оснасткой, компьютерной и проектной техникой, комплектом видеоматериалов, стендами и наглядными пособиями;

– Аудитории **АВ2109** оснащены электроэрозионными станками, установками гидрорезки, прошивным станком, стендами и наглядными пособиями, компьютерами, учебными стендами и плакатами.

9. Приложения

А. Структура и содержание дисциплины
Б. Тематика лабораторных работ
В. Аннотация рабочей программы дисциплины

Приложение Г

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский политехнический университет

Направление подготовки:
15.06.01 Машиностроение

ОП (профиль): «**Технология и оборудование механической и физико-технической обработки**»

Кафедра: Технологии и оборудование машиностроения

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Технология и оборудование механической и физико-технической обработки

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Описание оценочных средств:
_А.Контрольные вопросы
Б. Экзаменационные билеты

Составители: проф., д.т.н. Саушкин Б.П.

Москва, 2020 год

Таблица 1. Перечень компетенций, формируемых дисциплиной

Направление подготовки: «Машиностроение»		ОП (профиль): «**Технология и оборудование механической и физико-технической обработки**»									
Код компетенции	Описание компетенции	Название дисциплин по учебному плану	Семестры изучения дисциплин								
1	2	3	4								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПК-1	способностью использовать основные закономерности физико-технических методов обработки металлов и материалов, использовать их для производства изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда	Физико-технические методы обработки металлов и материалов			+						

Таблица 3 Паспорт ФОС по дисциплине " Физико-технические методы обработки металлов и материалов "

Код компетенции	Элементы компетенции (части компетенции)	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины по рабочей программе	Периодичность контроля	Виды контроля	Способы контроля	Средства контроля
1	2	3	4	5	6	7
ПК-1	Знания: - основные принципы и законы физики, химии, теоретической механики и сопротивления материалов, применение	Теория формообразования при специальных видах обработки. Физико-технический механизм обработки как метод снятия с	ПА	З	П	Экз. билет

	которых улучшает теплопрочностные характеристики металлов и материалов в условиях физико-технических методов обработки при силовом, тепловом, электромагнитном, корпускулярном и химическом воздействии, - границы применимости физических и химических законов, концепций, моделей и гипотез; - принципы определения численных значений основных физических (механических, тепловых, оптических и др.), химических характеристик металлов и материалов, - основные современные физико-технические методы обработки металлов и материалов и деталей на их основе и применяемое типовое оборудование	заготовки слоя материала в результате механического, теплового, электрического, химического, акустического, лучевого, плазменного, струйного и др. воздействий. Ультразвуковая обработка. УЗ метод обработки /УКМО/ деталей. Ультразвукокавитационный метод обработки /УКМО/ деталей. Электроэрозионные методы обработки. Низкочастотный метод электроискровой обработки /НМЭО/ деталей. Высокочастотный метод электроискровой обработки /ВМЭО/ деталей. Электроимпульсный метод обработки /ЭИМО/ деталей. Сущность и физические основы электрохимической обработки материалов. Электро-контактный метод электроискровой /ЭМЭО/ обработки. Плазменная обработка материалов. Электроннолучевая обработка				

	для решаемых технологических задач, - сущность, схемы обработки, технологические характеристики, специфические особенности, оборудование, средства оснащения, инструменты, рабочие среды, области применения и эффективность изучаемых физико-технических методов обработки металлов и материалов, а также способы физико-химической, тепловой и механической защиты деталей и элементов машиностроительного оборудования.	материалов. Детонационного упрочнения деталей машин. Лучевые методы обработки. Лазерно-механическая обработка. Светолучевая и электронно-лучевая обработка. Лазерные технологии селективного спекания.				
	Умения: - проводить критический анализ современной научно-технической литературы, патентной информации и средств программного обеспечения; - собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов	собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов изготовления продукции с использованием физико-технических методов обработки, а также средств контроля и технологического оснащения	ТЕК	Собеседование	У	Контрольные вопросы

	изготовления продукции с использованием физико-технических методов обработки, а также средств контроля и технологического оснащения; - выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий машиностроения, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей; - выполнять расчетно-теоретическую оценку физико-технических характеристик, необходимых для технологической обработки или создания условий радиационной, тепловой или механической защиты материалов и деталей на их основе; - анализировать и компоновать технологические блок-схемы реализации типовых электрофизических и электрохимических способов и методов обработки металлов, материалов и					

	деталей на их основе; - правильно планировать эксперимент так, чтобы точность измерений соответствовала поставленной цели; - учитывать возможность систематических ошибок и принимать меры для их устранения, - анализировать результаты эксперимента и расчетно-теоретических оценок, проводить прогнозные оценки и делать выводы по применению результатов исследования;					
	Навыки: способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции, использовать их для производства изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда; - методиками оценок достоверности	методологией создания алгоритма и разработки программного обеспечения для компьютерных вычислений исследуемых физических и технологических характеристик металлов и материалов при внедрении в производстве и текущей эксплуатации и демонстрировать способность и готовность использования знаний в реальных производственных условиях.	ТЕК ТЕК	Контрольные работы Собеседование	П КТ	Журнал практ.работ Применение специализированного программного обеспечения

	и порядка величин исследуемых физических и химических параметров и характеристик; - навыками физико-математического моделирования с применением средств вычислительной техники, - методологией создания алгоритма и разработки программного обеспечения для компьютерных вычислений исследуемых физических и технологических характеристик металлов и материалов при внедрении в производстве и текущей эксплуатации и демонстрировать способность и готовность использования знаний в реальных производственных условиях. .					

Вопросы для подготовке к экзамену

1) Научные основы технологии физико-технической, электрофизической и электрохимической обработки. Роль науки в создании оборудования для физико-технической обработки, принципах физико-математического моделирования процессов электрофизической электрохимической обработки металлов и материалов.
2) Теория формообразования при специальных видах обработки и физико-технический механизм обработки.
3) Классификация видов и методов физико-технической обработки
4) Физические основы метода ультразвуковой обработки
5) Сущность, область применения и эффективность ультразвукокавитационного метода обработки деталей.
6) Сущность, область применения и эффективность ультрозвукомеханинического метода обработки деталей.
7) Физическая сущность электроэрозионных методов обработки
8) Сущность, область применения и эффективность низкочастотного метода электроискровой обработки деталей.
9) Сущность, область применения и эффективность высокочастотного метода электроискровой обработки деталей.
10) Сущность, область применения и эффективность электроимпульсного метода обработки деталей.
11) Сущность и физические основы электрохимической обработки материалов. Механизм электролиза. Основные технологические процессы электрохимической обработки. Конструкции инструментов и электрохимических станков.
12) Сущность, область применения и особенности элетроконтактных методов электроискровой и анодно-механической обработки деталей.
13) Химические методы обработки, сущность, установки, применение.
14) Электрохимико- механические методы обработки деталей и их эффективность.
15) Отделочные методы физико-технической обработки. Достижение точности и качества поверхностного слоя деталей.
16) Физическая сущность метода плазменнй обработки материалов. Типовые схемы плазматронов.
17) Физическая сущность метода электронно-лучевой обработки материалов.
18) Физическая сущность метода детонационного упрочнения деталей машин.. Технологические процессы обработки и оборудование.
19) Лазерный эффект и его сущность. Сущность и физические основы лазерной обработки материалов.
20) Лазерные технологии селективного спекания.
21) Оборудование и технологии светолучевой и электронно-лучевой обработки.
22) Физическая сущность метода струйной обработка материалов. Технологические процессы струйной обработки.
23) Технология обработки концентрированными потоками энергии.
24) Область применения комбинированных методов физико-технической обработки (объемное и поверхностное) металлов и материалов, их классификация.
25) Физические схемы и технологические установки лазерно-механической обработки.
26) Комбинированные функциональные защитные покрытия в условиях механической, конвективной, лучистой силовой и тепловой нагрузки для деталей и машин
27) Теплоизолирующие и теплозащитные керамические и композиционные покрытия.
28) Металлические композиционные материалы и покрытия.
29) Интерметаллидные покрытия.
30) Керамические и композиционные материалы и покрытия с порошковыми наполнителями и армированные металлическими, стеклянными, оксидными, карбидными нитями и волокнами.

Приложение Б

Пример билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Направление подготовки: **15.06.01 Машиностроение**

Профиль: **«Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»**

Кафедра «Технологии и оборудование машиностроения»
Дисциплина «Физико-технические методы обработки металлов и материалов»
Курс 2 , семестр 3

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Технология обработки концентрированными потоками энергии.
2. Химические методы обработки, сущность, установки, применение.

Утверждено на заседании кафедры « ___ » _____ 20 ___ г., протокол № ___

Заведующий кафедрой «ТиОМ» А.Н. Васильев