

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Наливайко Антон Юрьевич  
Должность: проректор по научной работе  
Дата подписания: 01.11.2023 17:49:29  
Уникальный программный ключ:  
1a3df673e07fcd54440aeced8bb7e29f4817bf0a

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета машиностроения

 /Е.В.Сафонов/

17 сентября 2021г.



**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 2021 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./

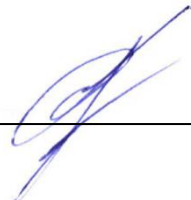
Программа дисциплины «**Технология механической и физико-технической обработки**» по направлению подготовки 15.06.01 «Машиностроение» утверждена на заседании кафедры «**Технологии и оборудование машиностроения**».

«17» июня 2021 г., протокол № 13-17/21

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 2021 г.

Программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии машиностроительного факультета.

Председатель комиссии  /доц., к.т.н. Васильев

А.Н./

«17» сентября 2021 г. Протокол № 7 – 21.

## 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. Электроконтактный 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 процессы ультразвуковой обработки материалов (УКМО), сущность, область применения и эффективность. Техно-	2

		логическая характеристика, оборудование и инструменты 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. Научно-технические 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](http://www.mami.ru/kaf/assi);

[www.canelatools.com](http://www.canelatools.com);

[www.iskar.com](http://www.iskar.com);

[www.smw-autoblok.ru](http://www.smw-autoblok.ru);

[www.yamasa.com.tr](http://www.yamasa.com.tr);

[www.sandvik.com](http://www.sandvik.com).

## **8 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

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

– Аудитория **АВ1104** с общей площадью 214 м<sup>2</sup>, оснащена парком универсальных металлорежущих станков, современных станков с ЧПУ (токарный патронно-центральной станок модели 16К20Ф3 и сверлильно-фрезерно-расточной обрабатывающий центр Fine Tech SMV 450-Н3), 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



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): <b>«Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»</b>												
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	Периодность 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	3	П	Экз. билет

	<p>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</p>	<p>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. Электроконтактный метод электроискровой /ЭМЭО/ обработки. Плазменная обработка материалов. Электроннолучевая обработка</p>				
--	--	---	--	--	--	--

	<p>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.</p>	<p>материалов. Детонационного упрочнения деталей машин. Лучевые методы обработки. Лазерно-механическая обработка. Светолучевая и электронно-лучевая обработка. Лазерные технологии селективного спекания.</p>				
	<p>Умения: - проводить критический анализ современной научно-технической литературы, патентной информации и средств программного обеспечения; - собирать и анализировать исходные информационные данные для проектирования технологических процессов</p>	<p>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</p>	ТЕК	Собеседование	У	Контрольные вопросы

<p>изготовления продукции с использованием физико-технических методов обработки, а также средств контроля и технологического оснащения;</p> <p>- выбирать основные и вспомогательные материалы для изготовления изделий машиностроения, способы реализации основных технологических процессов, аналитические и численные методы при разработке их математических моделей;</p> <p>- 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;</p> <p>- анализировать и компоновать технологические блок-схемы реализации типовых электрофизических и электрохимических способов и методов обработки металлов, материалов и</p>					
--	--	--	--	--	--

	<p>деталей на их основе;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно планировать эксперимент так, чтобы точность измерений соответствовала поставленной цели;</li> <li>- учитывать возможность систематических ошибок и принимать меры для их устранения,</li> <li>- анализировать результаты эксперимента и расчетно-теоретических оценок, проводить прогнозные оценки и делать выводы по применению результатов исследования;</li> </ul>				
	<p>Навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>способностью использовать основные закономерности, действующие в процессе изготовления продукции, использовать их для производства изделий требуемого качества, заданного количества при наименьших затратах общественного труда;</li> <li>- методиками оценок достоверности</li> </ul>	<p>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.</p>	<p>ТЕК</p> <p>ТЕК</p>	<p>Контрольные работы</p> <p>Собеседование</p>	<p>П</p> <p>КТ</p> <p>Журнал практ. работ</p> <p>Применение специализированного программного обеспечения</p>

	<p>и порядка величин исследуемых физических и химических параметров и характеристик;</p> <p>- навыками физико-математического моделирования с применением средств вычислительной техники,</p> <p>- 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.</p>					
--	---	--	--	--	--	--

**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 ультразвукомеханического 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 плазменных 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.



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