



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
(Физика функциональных материалов и наноматериалов)

---

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологий**

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_  
(подпись)

В.В. Новиков

28 августа 2024 г.

### **Рабочая программа дисциплины**

**Физика и химия смазочных материалов**

Уровень высшего образования:	Магистратура
Квалификация выпускника:	Магистр
Направление подготовки:	03.04.02 Физика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Физика функциональных материалов и наноматериалов

Иваново



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
(Физика функциональных материалов и наноматериалов)

---

## **1. Цели освоения дисциплины**

Дисциплина «Физикохимия смазочных материалов и процессов» призвана познакомить студента, обучающегося по направлению «03.04.02 Физика» и направленности «Физика конденсированного состояния вещества», с прикладным техническим направлением, посвященным смазочным материалам, сформировать основы знаний и умений в области смазочных материалов, познакомить с проблемами производства, диагностики и применения смазочных продуктов.

Целью изучения дисциплины является приобретение студентами знаний, умений и навыков в области науки трения и изнашивании подвижных сопряжений машин, механизмов и оборудования и влиянии смазочных материалов на работоспособность узлов трения. Это необходимое условие для успешной учебы при профессиональной подготовке к профессиональной деятельности в области проектирования, изготовления и эксплуатации трибосопряжений.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Является дисциплиной по выбору. Дисциплина базируется на изученных ранее в рамках бакалавриата дисциплинах «Физика поверхности», «Трибофизика». Курс связан с рядом прикладных дисциплин, для которых характерно применение физики конденсированного состояния вещества в ее инженерных приложениях. Например, это дисциплины «Механические свойства твердых тел», «Основы триботехники», «Нанотрибология», «Физика и химия обработки материалов», «Метрология, стандартизация и сертификация». Знание о смазочных материалах также могут быть востребованы при выполнении производственных и научных практик, в ходе практики НИР, а также при выполнении ВКР.

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен обладать рядом компетенций, полученных на предшествующем этапе обучения в бакалавриате:

**Знать:** Основы физики твердого тела, физики конденсированного состояния вещества, основы трибологии.

**Уметь:** Находить научно-техническую и патентную информацию по изучаемой проблеме. Проводить лабораторные исследования материаловедческого характера.

**Иметь навыки,** необходимые для организации экспериментального исследования технических систем.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

### **3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина**

ПК-3 Способен выполнять работы по анализу научно-технической информации и результатов исследований в своей области специализации, в том числе находящихся на стыке различных областей наук

ПК-5. Способен выполнять операции контроля, измерения и испытания для выявления параметров состава, структуры и свойств материалов

ПК-6. Способен осуществлять контроль состояния контрольного, измерительного и испытательного оборудования, обеспечивать его подготовку и функционирование

### **3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- физико-химические и физико-механические характеристики твердых тел;



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
(Физика функциональных материалов и наноматериалов)

- строение твердых тел и их поверхностных слоев;
- классификацию современных смазочных материалов;
- методы оценки триботехнических свойств смазочных материалов;
- новые методы повышения износостойкости на основе достижений триботехники.

**Уметь:**

- выбирать смазочные материалы в зависимости от условий работы для различных узлов трения машин и механизмов;
- предлагать эффективные методы борьбы с изнашиванием на стадии конструирования узлов трения;
- проводить экспериментальные исследования с целью определения триботехнических характеристик подвижных сопряжений;
- делать выводы по полученным результатам;
- пользоваться стандартами и другой научно-технической документацией и научной литературой.

**Иметь навыки**

- работы на машинах трения и экспериментального определения антифрикционных и противоизносных свойств жидких, пластичных и твердых смазочных материалов;
- обработки полученных данных испытаний смазочных материалов;
- оценки изменений физико-механических свойств поверхностей трения.

**4. Объем и содержание дисциплины**

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 академических часов),

**4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа**

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения)
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Формы промежуточной аттестации
1.	Смазочные материалы и среды: жидкие, твердые, пластичные, смазочно-охлаждающие. Методы и средства оценки смазочных свойств смазочных материалов	3	2	2	Входная диагностика: тест с последующим обсуждением результатов.
2.	Влияние смазочных материалов на процессы трения и изнашивания подвижных сопряжений	4	2	2	Входная диагностика: тест с последующим обсуждением результатов.
3.	Применение теории жидких кристаллов к смазочным слоям и процессам.	4	2	2	Входная диагностика: тест с последующим обсуждением результатов.
4.	Кинетика смазочных процессов.	4	2	2	Входная диагностика: тест с последующим обсуждением результатов.



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
(Физика функциональных материалов и наноматериалов)

5.	Системы и виды смазки в узлах трения механизмов и машин	4	2	2	Входная диагностика: тест с последующим обсуждением результатов.
Итого за семестр:			10	10	Зачет
Итого по дисциплине:					21

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

№ темы	Основное содержание темы
1	Смазочные материалы и среды; жидкие, твердые, пластичные, смазочно-охлаждающие технологические среды. Классификация смазочных материалов. Виды смазки по характеру разделения подвижных сопряжений. Назначение смазочных материалов. Состав базовых масел. Получение масел и присадок, общие сведения, назначение. Синтетические смазочные материалы, применение в узлах трения. Изменение свойств масел в процессе эксплуатации. Пластичные смазочные материалы, общие сведения, области применения, структура, дисперсная среда, добавки, присадки. Основные типы пластичных смазочных материалов. Твердые смазочные материалы, общие сведения, классификация, достоинства, недостатки, области применения. Слоистые, органические смазочные материалы, покрытия, мягкие металлы, самосмазывающиеся материалы. Смазочно-охлаждающие технологические среды, общие сведения, назначение, классификация. Принципы постановки лабораторных методов оценки смазочной способности материалов. Схемы лабораторных испытательных машин трения. Критерии оценки смазочной способности масел и других смазочных материалов.
2	3. Влияние смазочных материалов на процессы трения и изнашивания подвижных сопряжений. Взаимодействие поверхностей при трении. Металлическая поверхность, общие сведения, оксидные пленки. Виды атомно-молекулярных взаимодействий. Взаимодействия между поверхностями твердых тел. Взаимодействие между твердой поверхностью и окружающей средой, адсорбция и хемосорбция. Адсорбция поверхностно-активных веществ и смазочное действие. Эффект адсорбционного понижения прочности. Модификация поверхностных слоев, образование вторичных структур. Влияние смазочных материалов на процессы трения и изнашивания подвижных сопряжений, общие сведения, классификация. Трение без смазочного материала. Трение при граничной, полужидкостной, гидродинамической смазке. Зависимость коэффициента трения от нормального давления и скорости скольжения. Стадии изнашивания при трении. Противоизносные свойства смазочных материалов. Влияние смазочных материалов на контактную выносливость тел качения.
3	Понятие о мезогенных системах. Методы оценки надмолекулярной самоорганизации смазочных слоев. Эпитропные слои и ориентационные эффекты в граничных смазочных слоях. Применение методов молекулярной динамики для диагностики трибосистем со смазочным слоем.
4	Понятие о кинетике смазочного действия внешней среды. Микрокапиллярная теория смазочного действия в условиях ограниченного доступа смазочной среды в контактную зону.
5	Смазочные системы, общие сведения, назначение, применение в технике. Виды смазки подвижных сопряжений: непрерывная, периодическая, циркуляционная, одноразовая, под давлением, погружением, масляным туманом, фитильная, ротапечная, твердым покрытием.



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
(Физика функциональных материалов и наноматериалов)

---

### 5. Образовательные технологии

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: Классическая лекция, мультимедиа технологии; технологии смешанного обучения, презентационная графика. Самостоятельная работа по выполнению индивидуальных заданий.

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа учащихся обеспечивается лекционными материалами, методическими указаниями, индивидуальными заданиями и шаблонами для оформления отчетов по самостоятельной работе., которые загружаются преподавателем в ЭИОС.

### 7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Промежуточная и итоговая аттестации по дисциплине производятся с помощью компьютерного тестирования на платформе Online Test Pad по оригинальной базе тестов.

Шкала оценивания компетенций: \_\_

– **Зачтено** обучающийся правильно, четко, аргументировано и в полном объеме изложил содержание теоретических зачетных (экзаменационных) вопросов, успешно выполнил практи-ческие задания, убедительно ответил на все дополнительные вопросы, показал высокий уровень сформированных компетенций;

– **Не зачтено** - обучающийся не изложил содержания основных положений теоретических зачетных вопросов, неправильно выполнил практическое задание, испытывал серьезные затруднения при ответах на дополнительные вопросы, не показал пороговый уровень сформированных компетенций:

«Типовые варианты тестовой работы представлены в фонде оценочных средств (Приложение 2)».)

### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Гаджиев, Г. М. Топливо-смазочные материалы : учебное пособие : в 2 частях : [16+] / Г. М. Гаджиев, Ю. Н. Сидыганов, Д. В. Костромин ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. – Часть 2. Смазочные материалы. – 260 с. : табл., граф., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483730> (дата обращения: 19.10.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8158-1894-1. - ISBN 978-5-8158-1896-5 (ч. 2). – Текст : электронный.

2. Тавтилов, И. Ш. Практикум по основам теории трения, изнашивания и триботехническим испытаниям : учебное пособие / И. Ш. Тавтилов, В. И. Юршев ; Оренбургский государственный университет, Кафедра материаловедения и технологии материалов. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2017. – 232 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481816> (дата обращения: 19.10.2022). – Библиогр.: с. 199-201. – ISBN 978-5-7410-1698-5. – Текст : электронный.



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
(Физика функциональных материалов и наноматериалов)

---

3. Механика контактного взаимодействия и физика трения: от нанотрибологии до динамики землетрясений. – Москва : Физматлит, 2013. – 350 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457680> (дата обращения: 19.10.2022). – Библиогр.: с. 342-345. – ISBN 978-5-9221-1443-1. – Текст : электронный

Дополнительная литература:

1. Яновский, Л.С. Основы химмотологии : учебник / Л.С. Яновский, А.А. Харин, В.И. Бабкин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - 483 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 442-447 - ISBN 978-5-4475-6917-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436117> (09.04.2019).

2. Кузнецов А.В. Топливо и смазочные материалы: Задания для контрольных работ и рекомендации по их выполнению. - М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2001. - 22 с. То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://window.edu.ru/resource/970/45970/files/tsm-dop.pdf> (02.04.2019).

3. Мышкин, Николай Константинович. Трение, смазка, износ. Физические основы и технические приложения трибологии / Н. К. Мышкин, М. И. Петроковец. — М. : Физматлит, 2007. — 367 с. — (Механика). — ISBN 978-5-9221-0824-9.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»  
<https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);  
<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
(Физика функциональных материалов и наноматериалов)

---

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации:

**Автор рабочей программы дисциплины:** профессор, доктор технических наук, профессор Годлевский Владимир Александрович

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной физики и нанотехнологий 28 августа 2024 г., протокол № 1

**Приложение 1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

**Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.**