

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.14.02 Технология повышения износостойкости  
объектов нефтегазового комплекса

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Направленность (профиль)

15.03.02.01 Проектирование технических и технологических комплексов

Форма обучения

заочная

Год набора

2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

к.т.н., доцент, В.В. Бухтояров; к.т.н., доцент, С.В. Тынченко

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Данная дисциплина является прикладной и имеет практическую направленность. При этом изучаемые в рамках курса явления лежат в основе создания оптимальных условий осуществления технологических процессов во всей цепочке существования нефтяных систем, включая переработку, хранение и применение нефтепродуктов. В этом смысле данная дисциплина является профессионально ориентированной.

Цели освоения дисциплины – формирование у обучающихся знаний о связи работоспособности и долговечности существующих технических объектов с условиями и режимами их эксплуатации, своевременностью и качеством технического обслуживания и ремонта, а также неразрывную связь этих факторов с эксплуатационной производительностью системы «Человек-машина-среда».

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В задачи изучения дисциплины входит развитие научно-технического мышления будущего специалиста и овладение необходимыми знаниями и практическими навыками по основам трибологии, диагностике и мониторингу износа, обеспечению износостойкости деталей технологических машин и оборудования, метода обработки деталей.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-13: умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования</b>	
ПК-13: умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования	устройства и принципы работы основных узлов технологического оборудования нефтегазового комплекса; основные параметры, влияющие на надежность работы оборудования, основные причины износа оборудования и выхода его из строя; основы диагностики технологического оборудования нефтегазового производства, методы, способы и требования по проведению текущего и капитального ремонта технологического оборудования осуществлять поиск информации, проводить анализ технической и нормативной документации по технологическому оборудованию; определять причины и места поломок оборудования; разрабатывать программы диагностических исследований, технологические карты ремонта оборудования; осуществлять ремонт основных узлов

	<p>технологического оборудования</p> <p>навыками разработки предложений по оптимизации и совершенствованию в сфере обслуживания и ремонта технологического оборудования различного назначения, повышения его износостойкости;</p> <p>методами и средствами проведения диагностических исследований, ремонта оборудования</p>
<p><b>ПК-9: умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению</b></p>	
<p>ПК-9: умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов и разрабатывать мероприятия по их предупреждению</p>	<p>основные принципы и способы повышения износостойкости объектов НГК;</p> <p>основные устройства и принципы работы узлов технологического оборудования;</p> <p>особенности строения, состояния, поведения и функционирования технологических процессов;</p> <p>особенности эксплуатации и обслуживания технологического оборудования</p> <p>обеспечивать жизнедеятельность технологического оборудования;</p> <p>определять износ и поломки технологического оборудования;</p> <p>применять способы повышения износостойкости технологического оборудования и увеличения его срока службы</p> <p>навыками эксплуатации, обслуживания, реконструкции и восстановлении технологического оборудования объектов НГК</p>

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Сем естр	
		1	2
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,5 (18)</b>		
занятия лекционного типа	0,22 (8)		
практические занятия	0,28 (10)		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,39 (86)</b>		
курсовое проектирование (КП)	Нет		
курсовая работа (КР)	Нет		
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</b>	<b>0,11 (4)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Физика и химия поверхностей твердых тел</b>									
	1. Структура поверхностных слоев твердых тел и ее изменение в процессе трения. Атомная природа поверхностей трения. Природа и типы поверхностных сил. Потенциал Леннард-Джонса. Физико-химические свойства поверхностных слоев (смачивание, поверхностное натяжение, слой Бейлби, трибохимические процессы в зоне контакта твердых тел). Граничные и адсорбционные слои на твердых поверхностях. Окислы на металлах и механизм их образования. Диффузия в твердых телах. Механизм диффузии. Энергия активации диффузии. Влияние тонких пленок на механические свойства твердых поверхностей (эффекты Крамера, Роско, Иоффе и Ребиндера). Адгезия твердых тел. Теории адгезии. Схватывание твердых поверхностей.	2							

2. Анализ разрушения по структуре изломов деталей нефтегазового оборудования			1					
3. Самостоятельная работа студентов по подготовке к занятиям и выполнению заданий							34	
<b>2. Геометрия твердых поверхностей</b>								
1. Общее представление о реальной топографии поверхности деталей машин и условиях ее формирования. Макроотклонения, волнистость, шероховатость, субшероховатость. Параметры шероховатости. Представление о средней линии и системах ее проведения. Базовая длина и нормирование шероховатости с ее учетом. Относительная опорная длина профиля. Современные методы измерения топографии реальных поверхностей. Методы описания и моделирования реальных поверхностей. Детерминистский, вероятностный и фрактальный методы. Методы случайных функции и опорной кривой.	1							
2. Практика учёта отказов деталей нефтегазового оборудования. Карточка учёта отказов.			1					
3. Самостоятельная работа студентов по подготовке к занятиям и выполнению заданий							12	
<b>3. Механика контакта</b>								

<p>1. Деформация металлов и полимеров. Механизмы упругой, вязкоупругой и пластической деформаций. Упругий контакт. Задача Герца (основные предпосылки и расчетные формулы). Пластический контакт. Проба Бринелля. Условия перехода к пластическому течению. Упруго-пластический контакт. Вдавливание твердого шарового индентора в упруго-пластическую среду. Остаточные напряжения. Вязкоупругий контакт. Вязкоупругий аналог задачи Герца. Упругий контакт гладких тел с учетом адгезии. Теории Джонсона-Кендалла-Робертса и Дерягина-Муллера-Топорова. Соприкосновение и сближение шероховатых поверхностей под нагрузкой. Номинальная, контурная и фактическая площади контакта. Методы измерения фактической площади контакта. Расчет фактической площади контакта на основе вероятностных соображений и представлений об опорной кривой.</p>	1							
<p>2. Оценка по образцам вида изнашивания и разрушения узлов трения долот, насосов, запорно-регулирующей арматуры.</p>			2					
<p>3. Самостоятельная работа студентов по подготовке к занятиям и выполнению заданий</p>							12	
<p><b>4. Трение и смазочные материалы</b></p>								



<p>1. Трение скольжения при отсутствии смазки. Трение качения. Назначение смазочных материалов и требования к ним. Классификация смазочных материалов. Смазочные масла, их физико-механические свойства и смазочное действие. Вязкость и методы ее определения. Магнитные жидкости для смазки узлов трения. Пластичные смазочные материалы, их природа, структура и основные свойства. Твёрдые смазочные материалы. Классификация и свойства. Слоистые, металлические и полимерные смазочные материалы. Механизм смазочного действия и разрушения граничных слоёв. Влияние скорости скольжения, температуры, нагрузки, материала поверхностей. Влияние химически активных присадок на смазочное действие граничных слоёв.</p>	2							
<p>2. Исследование причин отказов и видов изнашивания деталей методом оптической микроскопии.</p>			2					
<p>3. Самостоятельная работа студентов по подготовке к занятиям и выполнению заданий</p>							12	
<p><b>5. Изнашивание материалов и деталей машин</b></p>								

<p>1. Простая модель изнашивания. Уравнение Арчарда. Основные механизмы изнашивания. Абразивное изнашивание (изнашивание закрепленными и свободными частицами). Влияние твердости на абразивное изнашивание. Адгезионное изнашивание. Фрикционный перенос. Схватывание поверхностей трения. Сварка трением. Усталостное изнашивание. Физическая картина усталостного изнашивания. Возникновении трещин. Коррозионное изнашивание. Природа коррозии при трении. Роль окислов. Фреттинг. Эрозийное изнашивание. Кавитационное изнашивание. Абляция. Эрозионное изнашивание. Влияние угла атаки на интенсивность изнашивания при эрозии. Комбинированные механизмы изнашивания (коррозионно-механическое, молекулярно-механическое и т.д.). Кинетика изнашивания трибосистем. Приработка. Карты износа. Методы повышения износостойкости деталей машин (конструкционные, технологические, материаловедческие, эксплуатационные).</p>	1							
<p>2. Изучение физико-химических процессов и структурных превращений на поверхности трения с помощью рентгеноструктурного анализа.</p>			2					
<p>3. Самостоятельная работа студентов по подготовке к занятиям и выполнению заданий</p>							8	
<p><b>6. Трибоиспытания, диагностика и мониторинг износа</b></p>								

1. Общая методология. Измерительные методы замера микротвердости поверхностей, износа, сил трения и температуры. Основные типы лабораторного оборудования. Машины трения. Обработка экспериментальных данных, их представление и стандартизация. PV–диаграммы. Планирование и анализ экспериментов. Методы подбора и размерностей. Трибологические базы данных. Методы диагностики износа (полярография, седиментометрия, акустические, электрофизические, оптические и др. методы. Анализ частиц износа. Мониторинг трибосистем.	1							
2. Изучение свойств масел и пластичных смазок на нефтяной основе.			2					
3. Самостоятельная работа студентов по подготовке к занятиям и выполнению заданий							8	
4.								
Всего	8		10				86	

## 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 4.1 Печатные и электронные издания:

1. Виноградов В. Н., Сорокин Г. М., Колокольников М. Г. Абразивное изнашивание(Москва: Машиностроение).
2. Виноградов В. Н., Сорокин Г. М. Механическое изнашивание сталей и сплавов: учеб. пособие для студентов вузов(Москва: Недра).
3. Щелканов С. И., Докшанин С. Г. Абразивное изнашивание материалов при трении скольжения: метод. указ. по лаб. работе для студентов спец. 071200-"Триботехника"(Красноярск: ИПЦ КГТУ).
4. Мельников В. П. Пластическая деформация, возврат и рекристаллизация: учеб. пособие(Брянск: Изд-во БГТУ).
5. Терентьев В. Ф., Редькин В. Е., Щелканов С. И., Слабко В. В. Смазка и смазочные материалы в трибосистемах(Новосибирск: СО РАН).
6. Чичинадзе А.В., Браун Э.Д., Буше Н.А., Чичинадзе А.В. Основы трибологии (трение, износ, смазка) учебник для техн. вузов(Москва: Машиностроение).
7. Андронов В. В., Журавлев В. Ф. Сухое трение в задачах механики (Москва: Регулярная и хаотическая динамика).
8. Трошин С. И., Докшанин С. Г. Детали машин и основы конструирования. Смазка деталей машин и смазочные устройства: учеб.-метод. пособие [для студентов спец. 130602.65, 190205.65, 190603.65, 151000.62, 190600.62](Красноярск: СФУ).
9. Гилев А. В., Чесноков В. Т., Шигин А. О., Хомич Л. В., Гилева Н. Н. Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования: учебно-методическое пособие для самостоятельных работ [для студентов напр. 151000.62 «Технологические машины и оборудование» спец. 151000.62.06 «Металлургические машины и оборудование»](Красноярск: СФУ).
10. Бочкарев С. В., Цаплин А. И., Схиртладзе А. Г. Диагностика и надежность автоматизированных технологических систем: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Автоматизация технологических процессов и производств"(Старый Оскол: ТНТ).
11. Хрущов М. М., Горячева И. Г., Буяновский И. А., Хрущов (мл.) М. М. Трение, износ и микротвердость материалов: избранные работы (к 120-летию со дня рождения)(Москва: URSS).
12. Казаков С. С., Матвеев Ю. И. Повышение износостойкости поршневых колец из высокопрочного чугуна среднеоборотных дизелей в судоремонтном производстве с использованием лазерного термоупрочнения: автореферат дис. ...(Нижний Новгород).
13. Щелканов С.И. Абразивное изнашивание материалов при трении скольжения: Метод. указания по лабораторной работе для студентов специальности 071200-"Триботехника"(Красноярск: ИПЦ КГТУ).
14. Херцберг Р. В., Бернштейн А. М., Бернштейн М. Л., Ефименко С. П. Деформация и механика разрушения конструкционных материалов: пер.

- с англ.(Москва: Металлургия).
15. Доценко В. А. Изнашивание твердых тел(Москва: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ).
  16. Спицын В. И., Троицкий О. А. Электропластическая деформация металлов: научное издание(Москва: Наука).
  17. Гарбер М. Е. Износостойкие белые чугуны(Москва: Машиностроение).
  18. Гилев А. В., Чесноков В. Т., Шигин А. О., Коростовенко Л. П., Хомич Л. В. Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин и оборудования: учебно-методическое пособие для практических работ [для студентов напр. 151000.62 «Технологические машины и оборудование» спец. 151000.62.06 «Металлургические машины и оборудование»](Красноярск: СФУ).
  19. Иванов А. П. Основы теории систем с трением: монография(Ижевск: Институт компьютерных исследований).
  20. Целых Е. П., Суриков В. И. Влияние режимов ионно-плазменного напыления на структуру и свойства износостойких покрытий на резиновой подложке: автореферат дис. ... канд. техн. наук(Омск).
  21. Чичинадзе А.В. Основы трибологии (трение, износ, смазка): учебник для технических вузов(М.: Машиностроение).
  22. Владимиров В. И. Дисклинации и ротационная деформация твердых тел: сборник научных трудов(Ленинград: Физико-технический институт [ФТИ] АН СССР).

**4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Microsoft Windows Professional 7
2. Microsoft Office Professional Plus 2010
3. MathWORKS MathLAB 2008b
4. Adobe Acrobat Pro Extended 9.0

**4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Электронная библиотечная система «СФУ»;
2. Политематическая электронно-библиотечная система «Znanium» изд-ва «Инфра-М»;
3. Политематическая электронно-библиотечная система издательства «Лань»;
4. Политематическая БД российских диссертаций Российской государственной библиотеки;
5. Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина;
6. БД нормативно-правовой информации «Консультант плюс»;

7. Российские научные журналы на платформе elibrary.ru;
8. Российская БД нормативно-технической документации «NormaCS».

### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

### **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:

- Специализированная мебель: аудиторные столы и стулья; аудиторная доска.
- Технические средства обучения: проектор, экран для проектора, ноутбук с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:

Специализированная мебель:

аудиторные столы и стулья; аудиторная доска, 13 компьютеров, интерфейс с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Помещение для самостоятельной работы:

- Специализированная мебель: аудиторные столы и стулья, аудиторная доска, 12 компьютеров с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:

Специализированная мебель: аудиторные столы и стулья; аудиторная доска.

Технические средства обучения: проектор, экран для проектора, ноутбук с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.