

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра технологических машин  
и оборудования нефтегазового  
комплекса (ТМиОНК\_ИНГ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра технологических машин  
и оборудования нефтегазового  
комплекса (ТМиОНК\_ИНГ)

наименование кафедры

д.т.н. Петровский Э.А.

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ТРЕНИЕ, ИЗНОС И СМАЗКА В  
МАШИНАХ**

Дисциплина Б1.В.04 Трение, износ и смазка в машинах

Направление подготовки /  
специальность 15.03.02 Технологические машины и  
оборудование профиль 15.03.02.01

Направленность  
(профиль)

Проектирование технических и

Форма обучения

очная

Год набора

2019

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

150000 «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 15.03.02 Технологические машины и оборудование  
профиль 15.03.02.01 Проектирование технических и технологических  
комплексов

---

Программу  
составили

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

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Изучение рассматриваемой дисциплины направлено на получение студентами необходимых знаний, на основе которых они в дальнейшем могли бы самостоятельно изучать и решать вопросы обслуживания и повышения эффективности технологического оборудования нефтегазового комплекса, встречающиеся в инженерной практике.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачей изучения дисциплины является формирование у студентов базовых знаний в области триботехники, подготовка выпускников к решению профессиональных задач, связанных с разработкой и созданием машин, работающих в экстремальных условиях нефтегазового производства, удовлетворяющим требованиям долговечности, износостойкости и безопасности эксплуатации, формирование у студентов современного научного мировоззрения, развитие творческого естественно-научного мышления, ознакомление с методологией научных исследований.

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

<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>	
Уровень 1	теоретические основы трения и изнашивания; закономерности характера изменения коэффициента трения от скорости, давления, смазки в контакте
Уровень 1	использовать методы рационального выбора антифрикционных конструкционных и эксплуатационных материалов; анализировать отличительные особенности различных видов изнашивания деталей машин
Уровень 1	представлениями о способах определения физико-механических и прочностных характеристик конструкционных материалов и изделий; понятийно-терминологическим аппаратом в области трибологии и триботехники
<b>ПК-13:умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования</b>	
Уровень 1	основы разработки рабочей проектной и технической документации, понимания основных тенденций развития машин и оборудования;

Уровень 1	применять современные методы борьбы с износом деталей;
Уровень 1	алгоритмами проверки технического состояния и остаточного ресурса технологического оборудования;
<b>ПК-15:умением выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин</b>	
Уровень 1	нормативно-правовые документы в области безопасной эксплуатации и ремонта машин и оборудования
Уровень 1	оценивать физико-механические характеристики поверхностных слоев деталей;
Уровень 1	методами определения физико-механических и прочностных характеристик конструкционных материалов и изделий;

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как последующее:

Физические методы неразрушающего контроля  
Технологическое обеспечение качества машин

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Надёжность технологического оборудования  
Основы технологии машиностроения

1.5 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)	Семестр
		8
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,67 (60)</b>	<b>1,67 (60)</b>
занятия лекционного типа	0,67 (24)	0,67 (24)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,33 (48)</b>	<b>1,33 (48)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Да	Да
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение. Основные понятия	2	2	0	7	ПК-13 ПК-15 ПК-9
2	Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства	2	4	0	7	ПК-13 ПК-15 ПК-9
3	Молекулярно-механическая теория трения	2	5	0	5	ПК-13 ПК-15 ПК-9
4	Механизм изнашивания деталей пар трения и рабочих органов машин	2	5	0	5	ПК-13 ПК-15 ПК-9
5	Материалы деталей трибосопряжений и узлов трения их применение	5	5	0	5	ПК-13 ПК-15 ПК-9
6	Смазывание деталей машин	3	5	0	5	ПК-13 ПК-15 ПК-9
7	Триботехнический анализ работы антифрикционных пар трения	4	5	0	6	ПК-13 ПК-15 ПК-9
8	Повышение износостойкости деталей машин	4	5	0	8	ПК-13 ПК-15 ПК-9
Всего		24	36	0	48	

### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	<p>Триботехника. Предмет и объект ее изучения. Место триботехники в трибологии. Экономические причины появления науки о трении и износе. Узлы трения в машинах и механизмах, их классификация. Понятие трения. Внутреннее трение. Внешнее трение. Условия осуществления внешнего трения. Режимы трения. Диаграмма Герси-Штрибека. Понятие изнашивания и износа. Единицы измерения. Виды изнашивания</p>	2	0	0

2	2	<p>Номинальная, контурная и фактическая площади контакта шероховатых тел. Основные геометрические характеристики поверхностей твердых тел. Реальная топография поверхности. Параметры шероховатости. Кривая опорной поверхности. Основные закономерности процессов контактного взаимодействия скользящих поверхностей. Трение при граничной смазке. Механизм смазочного действия при граничном трении. Влияние режимов нагружения при граничном трении. Эффект Ребиндера. Жидкостное трение. Структура поверхности твердого тела при его трении со смазкой.</p>	2	0	0
---	---	---	---	---	---

3	3	<p>Физическая модель возникновения сил внешнего трения. Молекулярная (адгезионная) и механическая (деформационная) составляющие силы трения, их количественные соотношения. Молекулярная и механическая составляющие силы трения. Виды деформирования поверхностного слоя пары трения. Факторы, влияющие на коэффициент трения: нагрузка, температура в зоне контакта, микрогеометрия поверхности, физико-механические свойства твердых тел. Переход от трения покоя к трению скольжения</p>	2	0	0
---	---	--	---	---	---

4	4	<p>Трение качения, его природа, факторы, влияющие на сопротивление качению. Контактные напряжения при качении упругих тел. Разрушение поверхностей качения. Основные процессы изнашивания. Понятие изнашивания, износа, интенсивности и скорости изнашивания, износостойкости, предельного износа. Классификация видов изнашивания. Элементарные процессы изнашивания: микрорезание, царапание, отслаивание выкрашивание, перенос материала. Изменения, вызванные деформацией, повышением температуры, химическим действием среды.</p>	2	0	0
5	5	<p>Черные металлы и их сплавы. Антифрикционные сплавы цветных металлов. Композиционные, полимерные материалы с антифрикционными свойствами. Фрикционные материалы. Триботехнические материалы с особыми свойствами.</p>	5	0	0

6	6	Виды смазки. Механизм смазочного действия при граничной смазке. Жидкие, пластичные (консистентные), твердые смазочные материалы. Присадки к смазочным материалам Способы и системы смазывания: индивидуальная, смазывание под давлением, смазывание погружением, закладкой и централизованный способы.	3	0	0
7	7	Общие положения триботехнического анализа. Триботехнический анализ работы подшипников, зубчатых передач, уплотнений. Диагностика неполадок подшипников.	4	0	0
8	8	Основы проектирования пар трения. Правила сочетания материалов. Конструкционные, технологические, эксплуатационные способы повышения износостойкости. Поверхностное пластическое деформирование, антифрикционные и противоизносные покрытия. Химико-термическая обработка поверхностей. Методы и средства триботехнических испытаний.	4	0	0
Итого			24	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

			Объем в акад. часах		
--	--	--	---------------------	--	--

			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Термины, определения, понятия триботехники	2	0	0
2	2	Определение параметров шероховатости поверхности по профилограмме	4	0	0
3	3	Трение гибких тел. Оценка качества адгезива типа «холодная сварка».	5	0	0
4	4	Момент трения пяты. Количественная оценка потери давления на преодоление внешнего и межчастичного трения. Анализ условий разрушения поверхностей активно изнашивающихся деталей.	5	0	0
5	5	Черные сплавы, применяемые в триботехнике. Сплавы на основе цветных металлов триботехнического назначения.	5	0	0
6	6	Неметаллические материалы триботехнического назначения	5	0	0
7	7	Подбор сочетания материалов для пар трения	5	0	0
8	8	Изучение конструкций средств триботехнических испытаний	5	0	0
Всего			26	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

#### 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Куксенова Л. И., Лаптева В. Г., Колмаков А. Г., Рыбакова Л. М.	Методы испытаний на трение и износ: справ. изд.	Москва: Интермет Инжиниринг, 2001
Л1.2	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, 2013
Л1.3		Механические испытания. Обеспечение износостойкости изделий: [сборник]	Москва: Стандартинформ, 2005
Л1.4	Калёнова Е. В.	Методика и результаты измерений износа асфальтобетонных покрытий на колёсном стенде / Интернет-журнал "Науковедение", Вып. 2 (21), 2014	Москва: Издательский центр "Науковедение", 2014
Л1.5	Панова И. М.	Износ трибoplastов в подшипниках скольжения / Интернет-журнал "Науковедение", Вып. 2 (21), 2014	Москва: Издательский центр "Науковедение", 2014

#### 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

#### 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Чичинадзе А.В.	Основы трибологии (трение, износ, смазка): учебник для технических вузов	М.: Машиностроение, 2001
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

Л2.1	Чичинадзе А. В., Берлинер Э. М., Браун Э. Д., Чичинадзе А. В.	Трение, износ и смазка (трибология и триботехника)	Москва: Машиностроение, 2003
Л2.2	Антонов В. М., Золотарев Г. Б., Мартынов А. Г.	Трение и изнашивание: межвуз. сб.	Красноярск: КПИ, 1979
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Куксенова Л. И., Лаптева В. Г., Колмаков А. Г., Рыбакова Л. М.	Методы испытаний на трение и износ: справ. изд.	Москва: Интермет Инжиниринг, 2001
Л3.2	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, 2013
Л3.3		Механические испытания. Обеспечение износостойкости изделий: [сборник]	Москва: Стандартинформ, 2005
Л3.4	Калёнова Е. В.	Методика и результаты измерений износа асфальтобетонных покрытий на колёсном стенде / Интернет-журнал "Науковедение", Вып. 2 (21), 2014	Москва: Издательский центр "Науковедение", 2014
Л3.5	Панова И. М.	Износ трибопластов в подшипниках скольжения / Интернет-журнал "Науковедение", Вып. 2 (21), 2014	Москва: Издательский центр "Науковедение", 2014

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Текущая самостоятельная работа студента, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений, осуществляется при проработке теоретического материала и соответствующей литературы, выполнение индивидуальных заданий, подготовке к рубежному и итоговому контролю.

Для улучшения качества и эффективности самостоятельной работы студентов предлагаются конспект лекций по курсу, перечень вопросов итогового контроля, списки основной и дополнительной литературы. Все методические материалы предоставляются как в печатном, так и в электронном видах.

Текущая и опережающая СРС, заключается в:

- работе студентов с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме;
- выполнении и подготовке к защите практических работ по дисциплине;
- выполнении и подготовке к защите курсовой работы по дисциплине;
- изучении тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовке к устному экзамену.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	1. Microsoft® Windows Professional 7
9.1.2	2. Microsoft® Office Professional Plus 2010
9.1.3	3. MathWORKS MathLAB 2008b, Лицензионный сертификат Softline от 30.09.2008, бессрочно
9.1.4	4. Mathcad University Site Perpetual – 1000 Floating (PTC MathCAD 14 M035),
9.1.5	5. Adobe Acrobat Pro Extended 9.0 WIN AOO License IE Acrobat Pro Extended, Лицензионный сертификат Softline от 10.12.2008, бессрочно

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	1. Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU) [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
9.2.2	2. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://www.prlib.ru">http://www.prlib.ru</a>

9.2.3	3. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ) [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://uisrussia.msu.ru">http://uisrussia.msu.ru</a>
9.2.4	4. Электронная библиотека «ЛитРес: Библиотека» [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://biblio.litres.ru">http://biblio.litres.ru</a>
9.2.5	5. Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://elib.gubkin.ru">http://elib.gubkin.ru</a>
9.2.6	6. Электронно-библиотечная система «ИНФРА-М» [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://www.znaniium.com">http://www.znaniium.com</a>
9.2.7	7. Электронно-библиотечная система «Лань» [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
9.2.8	8. Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт» [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>
9.2.9	9. Электронно-библиотечная система «Перспект» [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://ebs.prospekt.org">http://ebs.prospekt.org</a>
9.2.1 0	10. Электронно-библиотечная система «Электронная библиотека технического вуза». [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>
9.2.1 1	11. Электронно-библиотечная система «iBooks.ru» [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://iBooks.ru">http://iBooks.ru</a>
9.2.1 2	11. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>

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

Учебные столы, стулья, доска, проектор, ноутбук, беспроводной сетевой интерфейс с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета