

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический
университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

 Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 14 » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.6 «Физические основы трения и герметологии
(основы триботехники)»

Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и
оборудование» (шифр) (наименование)

Профиль подготовки: «Компрессорные машины и установки».

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет ИХНМ, ЭМТО

Кафедра-разработчик рабочей программы «Компрессорные машины и
установки»

Курс, семестр 2 (4)

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	18	0,5
Семинарские занятия	-	
Лабораторные занятия	-	-
Самостоятельная работа	63	1,75
Форма аттестации	Экзамен 27	0,75
Всего	144	4

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования

(№ 1170 от 20.10.2015 г.)

(номер, дата утверждения)

По направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», (шифр) (наименование)

на основании учебных планов обучающихся 2017-2018 годов.

Разработчик программы:

Ст. преподаватель

(должность)

(подпись)

Егоров А.Г.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КМУ от « 3 » сентября 2018 г., протокол № 1

Зав. кафедрой,
профессор

(подпись)

Сагбиев И.Р.

(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии ФЭмТО от « 10 » сентября 2018 г. № 1

Председатель комиссии, доцент

(подпись)

Хамидуллин М.С.

(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ, доцент

(подпись)

Китаева Л.А.

(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физические основы трения и герметологии (основы триботехники)» являются:

- а) формирование знаний о трении и износе как физическом процессе,*
- б) обучение технологии получения антифрикционных материалов и покрытий, а также смазочных материалов для уменьшения и предотвращения трения и износа,*
- в) обучение способам применения антифрикционных материалов, смазочных материалов и расчётов узлов трения (подшипников и уплотнений),*
- г) раскрытие сущности процессов, происходящих при трении и износе деталей в различных средах или при отсутствии сред.*

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физические основы трения и герметологии (основы триботехники)» относится к *вариативной* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения *научно-исследовательской, проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности.*

Для успешного освоения дисциплины «Физические основы трения и герметологии» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.5 Математика*
- б) Б1.Б.6 Физика*
- в) Б1.Б.7 Химия*
- г) Б1.Б.10 Теоретическая механика*
- д) Б1.Б.14 Материаловедение*

е) Б1.Б.15 Технология конструкционных материалов

Дисциплина «Физические основы трения и герметологии (основы триботехники)» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

а) Б1.Б.19 Основы проектирования

б) Б1.Б.20 Основы технологии машиностроения

в) Б1.В.ОД.10 Поршневые компрессоры

г) Б1.В.ОД.11 Конструирование и эксплуатация поршневых компрессоров

д) Б1.В.ОД.12 Центробежные и осевые компрессоры

е) Б1.В.ОД.13 Конструирование и эксплуатация центробежных и осевых компрессоров

ж) Б1.В.ОД.14 Газораспределительные и компрессорные станции

з) Б1.В.ОД.15 Монтаж и ремонт оборудования

Знания, полученные при изучении дисциплины «Физические основы трения и герметологии (основы триботехники)» могут быть использованы при прохождении *производственной и преддипломной* практик, а так же при выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ПК-1 способность к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки;
2. ПК-15 умение выбирать основные и вспомогательные материалы, способы реализации технологических процессов, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении технологических машин.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- 1) Роль трения в развитии техники. Убытки от трения и износа в машинах.
- 2) Основные виды и режимы трения в узлах машин
- 3) Системы и способы смазки узлов трения
- 4) Марки и свойства масел и присадок.
- 5) Марки и свойства антифрикционных материалов.
- 6) Конструкцию и принцип действия подшипников и уплотнений

2) Уметь:

- 1) Определять режим трения и уровень износа в узлах трения
- 2) Выбрать систему смазки узлов машины
- 3) Выбрать смазку и материалы для проектируемого узла трения
- 4) Выбрать вид подшипника и/или уплотнения для машины
- 5) Обеспечить повышения ресурса работы компрессорных машин
- 6) Проводить эксперименты по изучению трения в узлах компрессорных машин

3) Владеть:

- 1) Расчётом системы смазки машины
- 2) Расчётом подшипников
- 3) Расчётом уплотнений
- 4) Расчетом на долговечность и надежность
- 5) Умением пользоваться экспериментальными приборами, применяемыми при эксплуатации компрессоров.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лек- ции	Практи- ческие занятия	Лабор- аторн ые работ ы	СРС	
1	Введение. Шероховатости поверхности. Основные виды трения в узлах машин	4	4				Собеседование по темам лекций
2	Системы и способы смазки в триботехнике.	4	4	2		5	Собеседование по темам практических занятий
3	Подшипники качения и скольжения. Цилиндрические подшипники скольжения.	4	8	6		24	Собеседование по темам практических занятий, расчётная работа
4	Антифрикционные материалы и сплавы.	4	4				Собеседование по темам практических занятий
5	Смазочные материалы и присадки.	4	4	1,5		5	Собеседование по темам практических занятий
6	Основные виды изнашивания деталей.	4	4	1,5		5	Собеседование по темам практических занятий
7	Уплотнения неподвижных соединений и пар возвратно-поступательн	4	8	7		24	Собеседование по темам практических занятий, расчётная работа

	ого движения. Уплотнения вращающихся валов. Торцовые уплотнения.						
	Итого:		36	18		63	
Форма аттестации						Экзамен	

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/ п	Раздел дисциплин ы	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Форми руемые компет енции
1	Введение. Шероховат ости поверхност ей. Основные виды трения в узлах машин	4	Виды трения в узлах машин	Параметры шероховатости. Трение без смазки (сухое), полусухое трение, жидкостное гидродинамическое трение и другие виды. Кривая Герси – Штрибека, трение качения.	ПК-1
2	Системы и способы смазки в триботехни ке.	4	Общие принципы проектирования и конструирования систем смазывания	Основы жидкостного трения и гидродинамическая смазка. Гидростатическая смазка. УГД – смазка. Газовая смазка.	ПК-1
3	Подшипни ки качения и скольжения . Цилиндрич еские подшипник и скольжения .	8	Общие сведения о подшипниках скольжения и качения. Классификация подшипников и область применения.	Конструкция и принцип действия подшипников скольжения различных видов Конструкция и принцип действия подшипников качения. Потери на трение в подшипниках.	ПК-1
4	Антифрикц ионные	4	Характеристика подшипниковых	Подшипниковые сплавы: баббиты, сплавы на	ПК-1

	материалы и сплавы.		сплавов. Сравнительная оценка свойств подшипниковых материалов.	медной, цинковой, железной основе, материалы, получаемые методом порошковой металлургии, металлофторопласты. Выбор подшипниковых сплавов.	
5	Смазочные материалы и присадки.	4	Смазочные материалы и присадки	Масла, применяемые в компрессорах, холодильной и вакуумной технике. Твердые смазки. Основные служебные свойства масел. Присадки к маслам.	ПК-15
6	Основные виды изнашивания деталей.	4	Абразивное изнашивание и другие виды изнашивания деталей машин.	Механический характер разрушения поверхностей. Усталостное разрушение валов, осей и других деталей под напрессованными деталями. Фреттинг – коррозия.	ПК-15
7	Уплотнения неподвижных соединений и пар возвратно-поступательного движения. Уплотнения вращающихся валов. Торцевые уплотнения	8	Уплотнения неподвижных соединений, пар возвратно-поступательного движения и вращающихся валов, применяемые в вакуумной, компрессорной и холодильной технике.	Уплотнения неподвижных соединений и пар возвратно-поступательного движения. Гидродинамические уплотнения. Торцевые уплотнения сухого и жидкостного трения. Уплотнения с плавающими кольцами («сухие» и жидкостного трения). Газодинамические и газостатические уплотнения. Магнитожидкостные уплотнения.	ПК-15

6. Содержание практических занятий

Режим проведения практических занятий – один раз в неделю по 2 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Формируемые компетенции
2	Системы и способы смазки в триботехнике.	2	Смазка цилиндров, сальников и механизма движения ПК. Смазка центробежных и винтовых компрессоров.	ПК-1
3	Подшипники качения и скольжения. Цилиндрические подшипники скольжения.	6	Осевые и радиальные подшипники качения и скольжения. Методика расчета цилиндрического подшипника скольжения.	ПК-1
5	Смазочные материалы и присадки.	1,5	Виды минеральных и синтетических смазок. Основные свойства масел. Присадки к маслам.	ПК-15
6	Основные виды изнашивания деталей.	1,5	Физические основы изнашивания деталей машин.	ПК-15
7	Уплотнения неподвижных соединений и пар возвратно-поступательного движения. Уплотнения вращающихся валов. Торцовые уплотнения.	7	Уплотнения неподвижных соединений и возвратно-поступательно движущихся пар. Уплотнения вращающихся валов. Методика расчета торцового уплотнения.	ПК-15

7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», не предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Физические основы трения и герметологии (основы триботехники)».

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
2	Системы и способы смазки в триботехнике.	5	Собеседование	ПК-1
3	Подшипники качения и скольжения. Цилиндрические подшипники скольжения.	24	Собеседование, расчётная работа	ПК-1
5	Смазочные материалы и присадки.	5	Собеседование	ПК-15
6	Основные виды изнашивания деталей.	5	Собеседование	ПК-15
7	Уплотнения неподвижных соединений и пар возвратно-поступательного движения. Уплотнения вращающихся валов.	24	Собеседование, расчётная работа	ПК-15

	Торцовые уплотнения.			
--	----------------------	--	--	--

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины *«Физические основы трения и герметологии (основы триботехники)»* используется рейтинговая система. При этом контролируется как текущая работа студента в течение семестра (рейтинг $R_{тек}$), так и знания, показанные на экзамене (рейтинг $R_{экз}$). Общая оценка по дисциплине выставляется с учетом суммарного рейтинга студента по дисциплине $R_{дис} = R_{тек} + R_{экз}$, на основании *«Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса»* (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВО «КНИТУ», протокол №7 от 4 сентября 2017 г.).

При изучении дисциплины *«Физические основы трения и герметологии (основы триботехники)»* предусматривается проведение двух расчетных заданий и посещение практических занятий. За выполнение этих контрольных точек студент может получить минимальное и максимальное количество баллов: расчетные работы (18 баллов и 24 балла), посещение практических занятий (18 и 36 баллов). В результате минимальный и максимальный текущий рейтинг составит 36 и 60 баллов. За экзамен студент может получить минимальное и максимальное количество баллов 24 и 40.

Оценочные средства	Количество	Минимальный балл	Максимальный балл
Практические занятия	9	18 баллов	36 баллов
Расчетная работа	2	18 баллов (по 9 баллов за каждую)	24 балла (по 12 баллов за каждую)
Экзамен		24 баллов	40 баллов
Всего		60 баллов	100 баллов

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины « *Физические основы трения и герметологии (основы триботехники)*» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Кантюков Р.А. Компрессоры в технологических процессах: газораспределительные, компрессорные станции магистральных газопроводов и автомобильные газонаполнительные компрессорные станции / Кантюков [и др.]. – Казань: Казанский нац. исслед. технол. ун-т, 2014.— 648 с. : ил.	80 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Максимов В.А., Баткис Г.С. Основы триботехники и герметологии. Учебник. – Титул-Казань, 2007. -312 с.	3 экз. в УНИЦ КНИТУ 47 экз. на кафедре КМУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Хисамеев И.Г. Проектирование и эксплуатация промышленных центробежных компрессоров. Учебное пособие. Изд. 2-ое, испр. и дополн./В.А.Максимов, Г.С.Баткис, Я.З.Гузельбаев. – Казань: Изд-во ФЭН, 2-12. – 672 с.	29 экз. в УНИЦ КНИТУ 4 экз. на кафедре КМУ
2. Борисов В. М. Технология компрессорного и холодильного машиностроения / В.М. Борисов. – Казань: Казан. нац. исслед. технол. ун-т, 2012.— 137, [3] с. : ил.	160 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Borisov-technologiya.pdf

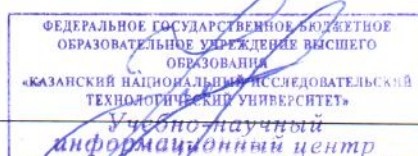
10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «*Физические основы трения и герметологии (основы триботехники)*» рекомендуется использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: [http:// elibrary.ru](http://elibrary.ru)
3. ЭБС «Юрайт» - Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
4. ЭБС «Лань» - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
5. ЭБС «КнигаФонд» - Режим доступа: www.knigafond.ru
6. ЭБС «БиблиоТех» - Режим доступа: <http://kstu/bibliotech/ru>
7. ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/>

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины *«Физические основы трения и герметологии (основы триботехники)»* предусмотрено использование дополнительных средств визуализации информации.

1. Плакаты –15 штук;
2. Слайды – 10 штук;
3. Детали и узлы трения компрессоров;
4. Компьютерные программы расчёта различных типов подшипников скольжения и уплотнений.

12. Образовательные технологии

Учебным планом по дисциплине «Физические основы трения и герметологии (основы триботехники)», предусмотрено 12 часов практических занятий проводимых в интерактивной форме. Занятия проводятся методом собеседования по темам лекций и практических занятий с применением компьютерных технологий в рамках доказательной и иллюстративной базы.