

Документ подписан простой электронной подписью.  
Информация о владельце:

ФИО: Игнатенко Виталий Иванович

Должность: Проректор по образовательной деятельности и методологии образования

Дата подписания: 19.04.2023 08:34:56

Уникальный программный ключ:

a49ae343af5448d45d7e3e1e499659da8109ba78

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»

(ЗГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

\_\_\_\_\_ Игнатенко В.И.

## Триботехника

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Технологические машины и оборудование</b>	
Учебный план	28.04.2022. бак.-очн. 15.03.02_ММ-2019.plx Направления подготовки 15.03.02 "Технологические машины и оборудование" Профиль подготовки "Металлургические машины и оборудование"	
Квалификация	<b>бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>очная</b>	
Общая трудоемкость	<b>3 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	108	Виды контроля в семестрах: зачеты 8
в том числе:		
аудиторные занятия	24	
самостоятельная работа	66	
часов на контроль	18	

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	6			
Неделя	уп	рп	уп	рп
Лекции	12	8	12	8
Практические	12	16	12	16
Итого ауд.	24	24	24	24
Контактная работа	24	24	24	24
Сам. работа	66	84	66	84
Часы на контроль	18	18	18	18
Итого	108	126	108	126

Программу составил(и):

*к.т.н. доцент Серебренников Ю.Г.* \_\_\_\_\_

Согласовано:

*д.т.н. профессор Потапенков А.П.* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

**Триботехника**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 20.10.2015 г. № 1170)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Технологические машины и оборудование**

Протокол от 15.06.2017г. № 10

Срок действия программы: уч.г.

Зав. кафедрой к.т.н., доцент С.С.Пилипенко

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент С.С.Пилипенко      \_\_ \_\_\_\_\_ 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры  
**Технологические машины и оборудование**

Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент С.С.Пилипенко

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент С.С.Пилипенко      \_\_ \_\_\_\_\_ 2022 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры  
**Технологические машины и оборудование**

Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_ 2022 г. № \_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент С.С.Пилипенко

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент С.С.Пилипенко      \_\_ \_\_\_\_\_ 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры  
**Технологические машины и оборудование**

Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент С.С.Пилипенко

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

к.т.н., доцент С.С.Пилипенко      \_\_ \_\_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
**Технологические машины и оборудование**

Протокол от \_\_ \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент С.С.Пилипенко

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1.1	Целью изучения курса «Триботехника» является формирование у студентов теоретической подготовки в области триботехники; овладения технологическими методами повышения износостойкости материалов и узлов трения, овладение основами выбора масел и присадок, пластичных смазок, твердых смазок и самосмазывающих материалов.
-----	---

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.ДВ.06
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Физика
2.1.2	Химия
2.1.3	Детали машин и основы конструирования
2.1.4	Материаловедение
2.1.5	Металлургические подъемно-транспортные машины
2.1.6	Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин
2.1.7	Металлургические машины и оборудование
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Преддипломная практика

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ПК-10: способностью обеспечивать технологичность изделий и оптимальность процессов их изготовления, умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий**

**Знать:**

Уровень 1	технологические методы повышения износостойкости материалов и узлов трения; условия применения смазочных материалов и присадок.
-----------	---

**Уметь:**

Уровень 1	находить оптимальные параметры деталей, узлов и механизмов при проектировании изделий и их элементов по заданным условиям работы, используя знания по триботехнике.
-----------	---

**Владеть:**

Уровень 1	навыками выбора материала узла трения; давать расчетноконструкторскую оценку узла трения.
-----------	---

**ПК-13: умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования**

**Знать:**

Уровень 1	условия работы узлов трения и их влияние на состояние поверхностей деталей; влияние смазочного материала на износ деталей.
Уровень 2	конструктивные и технологические методы повышения долговечности трущихся деталей при различных условиях эксплуатации.
Уровень 3	методику расчета остаточного ресурса технологического оборудования на основе теории вероятности и математической статистики.

**Уметь:**

Уровень 1	проверять техническое состояние узлов трения и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт систем смазки.
Уровень 2	проверять остаточный ресурс технологического оборудования при осмотре и текущем ремонте технологических машин и оборудования.
Уровень 3	набирать статистический материал по отказам узлов трения и рассчитывать остаточный ресурс технологического оборудования.

**Владеть:**

Уровень 1	условия работы узлов трения и их влияние на состояние поверхностей деталей; влияние смазочного материала на износ деталей.
Уровень 2	навыками разработки графиков профилактического осмотра и текущего ремонта систем смазки и состоянием узлов смазывания.
Уровень 3	навыками анализа условий эксплуатации и разработки узла трения; выбора материала; давать расчётноконструктивную оценку работоспособности узла трения.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	технологические методы повышения износостойкости материалов и узлов трения; условия применения смазочных материалов и присадок.
3.1.2	условия работы узлов трения и их влияние на состояние поверхностей деталей; влияние смазочного материала на износ деталей.
3.1.3	конструктивные и технологические методы повышения долговечности трущихся деталей при различных условиях эксплуатации.
3.1.4	методику расчета остаточного ресурса технологического оборудования на основе теории вероятности и математической статистики.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	находить оптимальные параметры деталей, узлов и механизмов при проектировании изделий и их элементов по заданным условиям работы, используя знания по триботехнике.
3.2.2	проверять техническое состояние узлов трения и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт систем смазки.
3.2.3	проверять остаточный ресурс технологического оборудования при осмотре и текущем ремонте технологических машин и оборудования.
3.2.4	набирать статистический материал по отказам узлов трения и рассчитывать остаточный ресурс технологического оборудования.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками выбора материала узла трения; давать расчетноконструкторскую оценку узла трения.
3.3.2	условия работы узлов трения и их влияние на состояние поверхностей деталей; влияние смазочного материала на износ деталей.
3.3.3	навыками разработки графиков профилактического осмотра и текущего ремонта систем смазки и состоянием узлов смазывания.
3.3.4	навыками анализа условий эксплуатации и разработки узла трения; выбора материала; давать расчетноконструктивную оценку работоспособности узла трения.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	<b>Раздел 1. Роль триботехники в системе обеспечения долговечности машин</b>						
1.1	Триботехника. Роль триботехники в системе обеспечения долговечности машин. Трибоанализ механических систем. Причины изменения технического состояния машин в эксплуатации /Лек/	8	2	ПК-10 ПК-13	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1	0	
1.2	Трение и изнашивание деталей и рабочих органов машин /Лек/	8	2	ПК-10 ПК-13	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1	0	
1.3	Конструктивные методы повышения долговечности трущихся деталей. Материалы для трущихся деталей /Лек/	8	2	ПК-10 ПК-13	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1	0	
1.4	Технологические методы повышения долговечности трущихся деталей. Смазывание деталей машин /Лек/	8	2	ПК-10 ПК-13	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.5 Э1	0	
1.5	Трибоанализ механических систем. Построение схемы трибоанализа механической системы /Пр/	8	2	ПК-10 ПК-13	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5	0	
1.6	Обоснование и расчёт параметров профиля рабочих поверхностей деталей /Пр/	8	2	ПК-10 ПК-13	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.5	0	

1.7	Изучение структуры и физико-механических свойств материала поверхностного слоя детали, полученного в результате механической обработки /Пр/	8	2	ПК-10 ПК-13	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.5	0	
1.8	Исследование трения и изнашивания деталей и рабочих органов машин без смазочного материала (в тормозах и фрикционных передачах) /Пр/	8	2	ПК-10 ПК-13	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.5	0	
1.9	Исследование трения и изнашивания деталей и рабочих органов машин при граничной смазке /Пр/	8	2	ПК-10 ПК-13	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.5	0	
1.10	Исследование трения при жидкостной смазке (на примере работы подшипника скольжения) /Пр/	8	2	ПК-10 ПК-13	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5	0	
1.11	Исследование процесса водородного изнашивания при трении качение и при трении скольжение и методов предупреждения водородного изнашивания /Пр/	8	2	ПК-10 ПК-13	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.5	0	
1.12	Исследование конструктивных способов повышения износостойкости деталей /Пр/	8	2	ПК-10 ПК-13	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.5 Л2.6	0	
1.13	Выполнение отчётов по практическим занятиям. Подготовка к зачёту по дисциплине /Ср/	8	84	ПК-10 ПК-13	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6	0	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

1. Триботехника и её роль в системе обеспечения долговечности машин.
2. Трибоанализ механических систем.
3. Теория изнашивания и практика снижения износа.
4. Гидродинамическая теория износа.
5. Избирательный перенос.
6. Характеристики структурных составляющих металлов и их влияние на работу узлов трения.
7. Упрочняющая обработка металлов и её влияние на работу узлов трения.
8. Повышение износостойкости химико-термической обработки металлов.
9. Металлические антифрикционные материалы.
10. Технологические методы повышения износостойкости материалов и узлов трения.
11. Повышение износостойкости деталей гальваническими покрытиями.
12. Повышение износостойкости деталей методом наплавки поверхностей.
13. Повышение износостойкости деталей методом напыления поверхностного слоя.
14. Характеристика видов трения скольжения.
15. Общие сведения о смазочных материалах.
16. Жидкие смазочные материалы и их свойства. 1 7. Индустриальные масла ГОСТ 17479.4-87.
18. Пластичные смазочные материалы и их свойства.
19. Наименование пластичных смазочных материалов и их применение.
20. Твердые смазочные материалы и их применение.
21. Металлолакирующие пластичные смазочные материалы, свойства и применение.
22. Классификация способов и систем смазки.
23. Циркуляционные системы жидкой смазки. Оборудование.
24. Нецентрализованные проточные системы жидкой смазки.
25. Расчет системы жидкой смазки.
26. Централизованные системы пластичной смазки.
27. Состав и принцип действия системы пластичной смазки концевой типа.
28. Состав и принцип действия системы пластичной смазки петлевого типа.
29. Двухлинейные дозирующие питатели.
30. Расчет систем пластичной смазки.
31. Выбор смазочных материалов для узлов трения (закрытых зубчатых передач, подшипников скольжения, открытых зубчатых передач и реечных передач и др.).

### 5.2. Темы письменных работ

К практическим занятиям

1. Трибоанализ механических систем. Проектирование схемы трибоанализа механической системы.

2. Обоснование и расчёт параметров профиля рабочих поверхностей деталей.
3. Изучение структуры и физико-механических свойств материала поверхностного слоя детали, полученного в результате механической обработки.
4. Исследование трения и изнашивание деталей и рабочих органов машин при граничной смазке.
5. Исследование трения при жидкостной и полужидкостной смазке (на примере работы подшипника скольжения).
6. Исследование процесса водородного изнашивания при трении качение и при трении скольжение и методов предупреждения водородного изнашивания.
7. Исследование процесса избирательного переноса при трении (эффекта безызносности). Использование эффекта безызносности в узлах трения машин.
8. Выбор материалов при конструировании узлов трения. Правила сочетания материалов.
9. Исследование конструктивных способов повышения износостойкости деталей.
10. Условия применения и выбор жидких смазочных материалов для повышения долговечности трущихся деталей.
11. Условия применения и выбор пластинчатых смазочных материалов для повышения долговечности трущихся деталей.
12. Подвод и распределение смазочного материала. Циркуляционные системы жидкой смазки.
13. Подвод и распределение смазочного материала. Централизованные системы пластинчатой смазки концевой типа.
14. Подвод и распределение смазочного материала. Централизованные системы пластинчатой смазки петлевого типа.
15. Исследование конструктивных способов повышения износостойкости деталей.
16. Исследование технологических способов повышения износостойкости деталей.

### 5.3. Фонд оценочных средств

Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования по тесту второго типа: тестовое задание по дисциплине содержит 25 вопросов.

- Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 80 % тестовых заданий;
- Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 60 % тестовых заданий;
- Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее 45 %;

Критерии оценки ответов на контрольные вопросы: точность определений и понятий, степень раскрытия сущности вопроса, количество правильно и полностью раскрытых вопросов:

- Оценка «отлично» ставится, если выполнены все требования: точно даны определения и понятия; полностью раскрыта сущность вопроса; даны правильные и полные ответы на все вопросы; логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы.
- Оценка «хорошо» - основные требования выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; имеются упущения в ответах.
- Оценка «удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании ответов на вопросы; отсутствуют выводы; отсутствуют пояснения к формулам, рисунки.
- Оценка «неудовлетворительно» - тема не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы; даны не полные ответы менее чем на 45% вопросов.

Критерии оценки выполнения курсовой работы: правильность выполнения

Оценка «отлично» ставится, если выполнены все требования: точно даны определения и понятия; полностью раскрыта сущность вопроса; даны правильные, полные и обоснованные ответы по выбору материалов и видам термической и ХТО

- Оценка «хорошо» - основные требования выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; имеются упущения в ответах.
- Оценка «удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований. В частности: вопрос освещен лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании ответов на вопросы; отсутствует обоснование выбора материала.

### 5.4. Перечень видов оценочных средств

Оценочные средства по категории "ЗНАТЬ": контрольные вопросы, тесты.

Оценочные средства по категории "УМЕТЬ": контрольные вопросы, тесты.

Оценочные средства по категории "ВЛАДЕТЬ": контрольные вопросы, тесты.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Школьников В.М. [ и др.]	Масла и составы против износа автомобилей	М.: Химия, 1988	5
Л1.2	Зорин В.А.	Основы работоспособности технических систем: допущено УМО в качестве учебника для студентов вузов	М.: Академия, 2009	5

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Крагельский И.В., Михин Н.М.	Узлы трения машин: справочник	М.: Машиностроение, 1984	2

	Авторы, составители	Заглавие, размещение	Издательство, год	Колич-во
Л2.2	Притыкин Д.П.	Надежность, ремонт и монтаж металлургического оборудования: учебник для вузов	М.: Металлургия, 1985	55
Л2.3	Дроздов Ю.Н., Павлов В.Г., Пучков В.Н.	Трение и износ в экстремальных условиях: справочник	М.: Машиностроение, 1986	4
Л2.4	Заславский Ю.С.	Трибология смазочных материалов	М.: Химия, 1991	1
Л2.5	под ред. И.В. Крагельского, В.В. Алисина	Трение, изнашивание и смазка: справочник: В 2-х кн.	М.: Машиностроение, 1978	2
Л2.6	Гребеник В.М., Цапко В.К.	Надежность металлургического оборудования: (Оценка эксплуатационной надежности и долговечности): Справочник	М.: Металлургия, 1989	7

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Электронно-библиотечная система "Лань" <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
----	--

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	MS Windows 7 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.2	MS Office Standard 2013 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)
6.3.1.3	MS Office Standard 2007 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013)

### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Плакаты: Схемы разрушения элементов металлоконструкций при установленном изнашивании.
7.2	Установка для определения коэффициента сопротивления трения и трения качения.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

--	--