

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**ФГБОУ ВО Уральский государственный лесотехнический университет**

**Инженерно-технический институт**

*Кафедра технологических машин и технологии машиностроения*

**Рабочая программа дисциплины**

включая фонд оценочных средств и методические указания  
для самостоятельной работы обучающихся

---


**Б1.В.03– ТРИБОЛОГИЯ И ТРИБОТЕХНИКА**

Направление подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль) – «Машины и оборудование лесного комплекса»


Квалификация – бакалавр

Количество зачётных единиц (часов) – 4 (144)

Разработчик: к.т.н., доцент  /С. Н. Исаков/

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры технологических машин и технологии машиностроения

(протокол № 7 от «20» сентября 2021 года).

Зав. кафедрой  /Н. В. Куцубина/

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией Инженерно-технического института

(протокол № 6 от «04» октября 2021 года).

Председатель методической комиссии ИТИ  /А. А. Чижов/

Рабочая программа утверждена директором Инженерно-технического института

Директор ИТИ  /Е. Е. Шишкина/

«04» 03 2021 года

## *Оглавление*

1. Общие положения .....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	5
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов .....	6
5.1. Трудоемкость разделов дисциплины .....	6
5.2. Содержание занятий лекционного типа .....	7
5.3. Темы и формы занятий семинарского типа .....	7
5.4. Детализация самостоятельной работы .....	8
6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине .....	8
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	10
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы .....	10
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания .....	10
7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы .....	11
8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся .....	15
9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	15
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	16

## 1. Общие положения

Дисциплина «Трибология и триботехника», относится к блоку Б1 учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 15.03.02 Технологические машины и оборудование (направленность - «Машины и оборудование лесного комплекса»).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Трибология и триботехника», являются:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», утвержденный приказом Минобрнауки РФ № 273-ФЗ от 29.12.2012;

- Приказ Минобрнауки России № 301 от 05.04.2017 г. Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры.

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ № 1170 от 20.10.2015.

- Учебные планы образовательной программы высшего образования направления 15.03.02 Технологические машины и оборудование (направленность - «Машины и оборудование лесного комплекса») подготовки бакалавров по очной и заочной форме обучения, одобренный Ученым советом УГЛТУ (протокол №6 от 25.02.2020).

Обучение по образовательной программе 15.03.02 Технологические машины и оборудование (направленность - «Машины и оборудование лесного комплекса») осуществляется на русском языке.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемыми результатами обучения по дисциплине, являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

**Цель дисциплины** – формирование знаний и навыков моделирования, расчета и проектирования деталей и узлов машиностроительных конструкций с учетом обеспечения их износостойкости.

**Задачи дисциплины:**

- обучение методам повышения долговечности и работоспособности узлов трения машиностроительных конструкций;

- формирование навыков моделирования процессов изнашивания материалов с целью выявления путей уменьшения трения с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;

- обучение методикам проведения экспериментов по уменьшению трения и повышению износостойкости соединений.

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих обще-профессиональных компетенций:**

**ПК-2** – умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;

**ПК-5** – способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

**знать:**

- основные закономерности процессов износа и факторы, влияющие на него; способы увеличения ресурса и обеспечение работоспособности узлов трения при заданных воздействиях; методики проектирования узлов трения; теорию моделирования и масштабирования для расчета узлов трения;

**уметь:**

- моделировать узлы трения с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;  
- выполнять расчет износа и нагрева деталей и узлов машиностроительных конструкций с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

**владеть:**

- методиками и навыками проведения экспериментов по исследованию трения и повышению износостойкости соединений.

**3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Данная учебная дисциплина относится к вариативным дисциплинам базовой части, что означает формирование в процессе обучения у бакалавра профессиональных знаний и компетенций в рамках направления.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин ОПОП.

**1. Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин**

Обеспечивающие	Сопутствующие	Обеспечиваемые
Теория и конструкция потокообразующих и потокопроводящих систем в машиностроении/Прикладные вопросы мехатроники	Теория виброзащиты и акустической динамики Защитные покрытия в машиностроении Подъемные и транспортные машины	Производственная практика (преддипломная) Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

Указанные связи дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии с ФГОС ВО, что обеспечивает требуемый теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности выпускника.

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся****Общая трудоемкость дисциплины**

Вид учебной работы	Всего академических часов	
	очная форма	заочная форма
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>70,25</b>	<b>14,25</b>
лекции (Л)	24	4
практические занятия (ПЗ)	26	6
лабораторные работы (ЛР)	20	4
промежуточная аттестация	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b>	<b>73,75</b>	<b>129,75</b>
подготовка к текущему контролю	60	120
подготовка к промежуточной аттестации	13,75	9,75
<b>Вид промежуточной аттестации:</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>4/144</b>	<b>4/144</b>

\*Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, включает занятия лекционного типа, и (или) занятия семинарского типа, лабораторные

занятия, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, а также аттестационные испытания промежуточной аттестации. Контактная работа может включать иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Часы контактной работы определяются Положением об организации и проведении контактной работы при реализации образовательных программ высшего образования, утвержденным Ученым советом УГЛТУ от 25 февраля 2020 года.

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов

### 5.1. Трудоемкость разделов дисциплины

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Введение. Теоретические основы трибологии.	2	-	-	2	4
2	Трение в соединениях	4	4	4	12	8
3	Трение и вибрация. Автофрикционные колебания.	4	4	4	12	8
4	Трение со смазкой. Избирательный перенос при трении.	2	4	4	10	10
5	Теоретические основы трения качения.	4	4	-	8	10
6	Пластическое деформирование, антифрикционные и противфрикционные покрытия.	4	4	4	12	10
7	Смазка. Смазочные материалы и системы.	4	6	4	14	10
<b>Итого по разделам:</b>		24	26	20	<b>70</b>	<b>60</b>
Промежуточная аттестация		-	-	-	0,25	13,75
<b>Итого:</b>		<b>144</b>				

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	Всего контактной работы	Самостоятельная работа
1	Введение. Теоретические основы трибологии.	1	-	2	3	12
2	Трение в соединениях	1	2	2	5	16
3	Трение и вибрация. Автофрикционные колебания.	-	-	-	-	16
4	Трение со смазкой. Избирательный перенос при трении.	-	-	-	-	12
5	Теоретические основы трения качения.	1	2	-	3	14
6	Пластическое деформирование, антифрикционные и противфрикционные покрытия.	-	-	-	-	10
7	Смазка. Смазочные материалы и системы.	1	2	-	3	12
<b>Итого по разделам:</b>		4	6	4	<b>14</b>	<b>120</b>
Промежуточная аттестация		-	-	-	0,25	9,75
<b>Итого:</b>		<b>144</b>				

## 5.2. Содержание занятий лекционного типа

### 1. Введение. Теоретические основы трибологии.

О роли трения в технике. Общие сведения о физической природе трения и поверхностях деталей. Виды трения. Механизм и виды изнашивания рабочих поверхностей.

### 2. Трение в соединениях.

Трение в подвижных и неподвижных соединениях. Терние в поступательных парах. Трение во вращательных парах. Вибрация, возбуждаемая трением в кинематических парах. Трение в резьбовых соединениях.

### 3. Трение и вибрация. Автофрикционные колебания.

Современное представление о скачкообразном движении тел при трении (автоколебания). Причины автоколебаний: падающая скоростная характеристика сил трения; скачок; силы трения при переходе от покоя к скольжению. Сила трения, зависящая от времени неподвижного контакта деталей. Математическая модель автоколебаний. Маятник Фруда и его техническое приложение. Влияние вибрации на трение. Трение при ударе. Основные понятия.

### 4. Трение со смазкой. Избирательный перенос при трении

Роль смазочных материалов в уменьшении трения и изнашивания. Природа граничной, полужидкостной, вязкопластической и контактно-динамической смазки. Свойства граничного слоя при смазке. Гидростатическая, гидродинамическая жидкостная смазка. Гидродинамическая теория смазки.

### 5. Теоретические основы трения качения.

Общие положения теории трения качения. Деформация упругих тел в зоне контакта. Трение качения цилиндра по плоскому основанию. Трение качения сопрягаемых цилиндров.

### 6. Пластическое деформирование, антифрикционные и противфрикционные покрытия.

Основы теории и технология накатывания деталей роликами. Конструкции накатывающих инструментов. Химико-термическое упрочнение. Антифрикционные и противизносные покрытия поверхностей трения. Поверхностная закалка. Наплавка поверхностей.

### 7. Смазка. Смазочные материалы и системы.

Общие сведения о смазочных материалах. Жидкие смазочные материалы. Смазка. Пластичные смазки. Свойства смазочных материалов. Классификация и обозначение смазочных материалов. Способы и системы смазывания. Системы циркуляционной смазки. Аэрозольные смазочные системы.

## 5.3. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебным планом по дисциплине предусмотрены практические и лабораторные занятия.

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоемкость, час.	
			очная	заочная
1	Введение. Теоретические основы трибологии.	Лабораторная работа	-	2
2	Трение в соединениях	Расчетно-графическая работа	4	2
		Лабораторная работа	4	2
3	Трение и вибрация. Автофрикционные колебания.	Расчетно-графическая работа	4	-
		Лабораторная работа	4	-
4	Трение со смазкой. Избирательный перенос при трении.	Расчетно-графическая работа	4	-

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Форма проведения занятия	Трудоемкость, час.	
			очная	заочная
		Лабораторная работа	4	-
5	Теоретические основы трения качения.	Расчетно-графическая работа	4	2
		Лабораторная работа	-	-
6	Пластическое деформирование, антифрикционные и противфрикционные покрытия.	Расчетно-графическая работа	4	-
		Лабораторная работа	4	-
7	Смазка. Смазочные материалы и системы.	Расчетно-графическая работа	6	2
		Лабораторная работа	4	-
<b>Итого:</b>			<b>46</b>	<b>10</b>

#### 5.4. Детализация самостоятельной работы

№	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, час	
			очная	заочная
1	Введение. Теоретические основы трибологии.	Подготовка к текущему контролю	4	12
2	Трение в соединениях	Подготовка к текущему контролю	8	16
3	Трение и вибрация. Автофрикционные колебания.	Подготовка к текущему контролю	8	16
4	Трение со смазкой. Избирательный перенос при трении.	Подготовка к текущему контролю	10	12
5	Теоретические основы трения качения.	Подготовка к текущему контролю	10	14
6	Пластическое деформирование, антифрикционные и противфрикционные покрытия.	Подготовка к текущему контролю	10	10
7	Смазка. Смазочные материалы и системы.	Подготовка к текущему контролю	10	12
	Промежуточная аттестация	Подготовка к промежуточной аттестации	13,75	9,75
<b>Итого:</b>			<b>73,75</b>	<b>129,75</b>

#### 6. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

##### *Основная и дополнительная литература*

№	Автор, наименование	Год издания	Примечание
<b><i>Основная литература</i></b>			
1	Быченин, А. П. Триботехника и триботехнологии : учебное пособие / А. П. Быченин, О. С. Володько. — Самара : СамГАУ, 2018. — 247 с. — ISBN 978-5-88575-510-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/109458">https://e.lanbook.com/book/109458</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2018	Полнотекстовой доступ при входе по логину и паролю*



№	Автор, наименование	Год издания	Примечание
2	Жданов, А. Г. Основы триботехники. Смазочные материалы и рабочие жидкости, применяемые в подъемно-транспортных и дорожных машинах : учебное пособие / А. Г. Жданов, Н. В. Назарова, В. П. Малышев. — Самара : СамГУПС, 2011. — 126 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/130293">https://e.lanbook.com/book/130293</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2011	Полнотекстовой доступ при входе по логину и паролю*
3	Трибология : учебное пособие / составитель Е. Б. Миронов. — Нижний Новгород : НГИЭУ, 2017. — 104 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/164071">https://e.lanbook.com/book/164071</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2017	Полнотекстовой доступ при входе по логину и паролю*
<b>Дополнительная литература</b>			
4	Гацков, В. С. Прогрессивные технологии изготовления деталей из антифрикционных материалов: учебное пособие для вузов : учебное пособие / В. С. Гацков, С. В. Гацков. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 152 с. — ISBN 978-7262-1399-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/75716">https://e.lanbook.com/book/75716</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	2011	Полнотекстовой доступ при входе по логину и паролю*
5	Надежность машин. Трибология и триботехника в оборудовании лесного комплекса : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 1504.05(170400) "Машины и оборудование лесного комплекса" / А. А. Санников, Н. В. Куцубина, А. М. Витвинин ; Урал. гос. лесотехн. ун-т. - Екатеринбург : [УГЛТУ], 2006. - 145 с. : ил. - Библиогр.: с. 129. - ISBN 5-94984-094-1. Режим доступа: свободный доступ: Доп.точки доступа: Куцубина, Нелли Валерьевна Витвинин, Анатолий Михайлович Урал. гос. лесотехн. ун-т	2006	259

\*-прежде чем пройти по ссылке, необходимо войти в систему.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий.

#### **Электронные библиотечные системы**

Каждый обучающийся обеспечен доступом к электронной библиотечной системе УГЛТУ (<http://lib.usfeu.ru/>), ЭБС Издательства Лань <http://e.lanbook.com/>, ЭБС Университетская библиотека онлайн <http://biblioclub.ru/>, содержащих издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированных по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы.

#### **Справочные и информационные системы**

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс.
2. Информационно-правовой портал Гарант. Режим доступа: <http://www.garant.ru/>
3. База данных Scopus компании Elsevier B.V. <https://www.scopus.com/>
4. «Антиплагиат. ВУЗ».

#### **Профессиональные базы данных**

1. Научная электронная библиотека eLibrary. Режим доступа: <http://elibrary.ru/>.

2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал (<http://window.edu.ru/>)
3. Библиотека Машиностроителя (<https://lib-bkm.ru/>)
4. Электронная Интернет - библиотека для «технически умных» людей «ТехЛит.ру». Режим доступа: <http://www.tehlit.ru/>.
- 4.База данных «Открытая база ГОСТов» (<https://standartgost.ru/>)
5. Интернет-сайт Федерального агентства по техническому регулированию. Режим доступа: <http://www.gost.ru/>.
6. Интернет-сайт Издательского центра «Академия». Режим доступа:[http:// www.academia-moscow.ru/](http://www.academia-moscow.ru/).

### **Нормативно-правовые акты**

1. Гражданский кодекс Российской Федерации от 30.11.1994 года N51-ФЗ.
2. Федеральный закон «О защите прав потребителей» от 07.02.1992 N 2300-1 (ред. от 08.12.2020).
3. Федеральный закон «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 N 102-ФЗ.
4. Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006 N 149-ФЗ.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Формируемые компетенции	Вид и форма контроля
<p><b>ПК-2</b> – умение моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;</p> <p><b>ПК-5</b> – способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.</p>	<p><b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к зачету</p> <p><b>Текущий контроль:</b> Практические/лабораторные задания</p>

### **7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

#### **Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы к зачету (промежуточный контроль формирования компетенций ПК-2, ПК-5):**

***зачтено*** - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

***зачтено*** - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные обучающимся с помощью «наводящих» вопросов;

**зачтено** - дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания обучающимся их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

**не зачтено** - обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем.

#### **Критерии оценивания практических/лабораторных заданий (текущий контроль формирования компетенций ПК-2, ПК-5):**

**зачтено:** выполнены все задания, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

**зачтено:** выполнены все задания, обучающийся с небольшими ошибками ответил на все контрольные вопросы.

**зачтено:** выполнены все задания с замечаниями, обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

**не зачтено:** обучающийся не выполнил или выполнил неправильно задания, ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

### **7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценок, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### Контрольные вопросы к зачету (промежуточный контроль)

1. Сущность и задачи науки о трении.
2. Роль трибологии и триботехники в решении проблем безопасности, экологии и экономики.
3. Физическая природа трения. Адгезия и когезия.
4. Зависимость сил адгезии и когезии от чистоты (гладкости) сопрягаемых поверхностей.
5. Макро- и микропогрешности поверхностей трения.
6. Понятие о волнистости и шероховатости поверхности. Шероховатость технологическое и эксплуатационное, равновесное и неравновесное.
7. Параметры, принимаемые для оценивания шероховатости.
8. Воздействие пластической деформации при обработке поверхностей деталей на напрягаемое состояние и на изменение структуры поверхностных слоев.
9. Адсорбция поверхностно-активных веществ. Эффект П. А. Рабнидера.
10. Понятие о силе трения движения, неполной силе покоя, наибольшей силе покоя (сцепления).
11. Понятие о сухом, жидкостном, граничном, полусухом, полужидкостном трении, а также трение со смазочным материалом и без смазочного материала.
12. Зависимости Амонтона-Кулона для определения сил трения скольжения и каление.
13. Основные положения закона трения скольжения.
14. Понятие изнашивания, износа, интенсивности и скорости изнашивания, износостойкости, предельного износа.
15. Факторы, обуславливающие изнашивание.
16. Элементарные процессы изнашивания.

17. Сущность и виды абразивного изнашивания. Особенность абразивного изнашивания мягких материалов.
18. Пути повышения износостойкости при абразивном изнашивании.
19. Сущность окислительного изнашивания. Меры борьбы.
20. Виды коррозии, коррозионно-механическое изнашивание. Пути уменьшения коррозии.
21. Фреттинг и фреттинг-коррозия, сущность, факторы, влияющие на фреттинг-коррозию и пути ее устранения и уменьшения.
22. Кавитационное изнашивание, сущность и механизм проявления, пути уменьшения.
23. Эрозия, виды, пути уменьшения, абляция.
24. Пластические деформации, виды, пути уменьшения.
25. Диспергирование структуры метала, преобразование структуры металла.
26. Схватывание сущность, целевые проявления, формы схватывания: натир, зазор, заедание, «прикипание».
27. Процессы, происхождения при усталостномвыкрашивании.
28. Водородное изнашивание (охрупления).
29. Стадии и закономерности развития трения.
30. Мера изнашивания. Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания.
31. Трение в плоских направляющих для поступательного движения.
32. Трения в треугольных направляющих.
33. Трение в цилиндрических направляющих.
34. Трение во вращательных парах с зазором.
35. Трение во вращательных парах без зазора.
36. Трение во вращательных парах типа кольцевой пяты.
37. Трение в резьбовых соединениях.
38. Трение качение цилиндра по плоскости.
39. Трение платформы на катках.
40. Трение во фрикционной передаче.
41. Трение колеса повозки и дороги.
42. Трение гибкой нити, охватывающей цилиндр.
43. Трение в ременной передаче.
44. Сдвигоустойчивое соединение.
45. Прессовое соединение в валах.
46. Возбуждение силами трения нормальной вибрации сопрягаемых деталей.
47. Влияние нормальной вибрации на силы трения и изнашивание.
48. Влияние тангенциальной вибрации на силы трения и изнашивание.
49. Причины автоколебаний в машинах.
50. Механизм возникновения автоколебаний при падающей характеристике сил трения, а также наличия скачка силы трения при переходе от покоя к движению.
51. Природа граничной, жидкостной, полужидкостной смазки.
52. Гидростатическая, гидродинамическая, гидростатодинамическая жидкостная смазка.
53. Закономерности жидкостного трения скорости потоков и давление в смазочном слое.
54. Зависимость приведенного коэффициента трения в подшипнике жидкостного трения от вязкости масла, скоростных и геометрических параметров подшипника.
55. Диаграмма Герси-Штенберга, определяющая области граничного, жидкостного и смешанного трения.
56. Явление избирательного переноса и эффекта безизносности трибосопряжений.
57. Понятие о сервовитной пленке и о сарфиаге.
58. Контактное взаимодействие двух цилиндров с параллельным осями и с равномерно распределением линейным давлением.

59. Коэффициент жесткости контакта двух цилиндров, контактная площадка, напряженное состояние материала в зоне контакта.
60. Распределение давления на площадке контакта.
61. Относительное скольжение в зоне контакта цилиндра и плоскости.
62. Псевдоскольжение (Крип) в зоне контакта цилиндра и плоскости.
63. Влияние трения качения упругого последствия и гистерезисных потерь.
64. Трение качения сопрягаемых цилиндров. Особенности. Виды скольжения: кинематическое, технологическое, из-за разности дуг скольжения.
65. Поверхностное пластическое деформирование как метод повышения трибологических свойств деталей машин.
66. Области применения пластического деформирования деталей роликами.
67. Теоретические основы контакта роликов с обрабатываемыми деталями.
68. Деформация поверхностей деталей в процессе накатывания.
69. Технологический режим чистового накатывания.
70. Технологический режим упрощенного накатывания.
71. Конструкции роликовых узлов.
72. Планетарные раскатки.
73. Общие сведения о химико-термическом упрочнении поверхностей трения: поверхностной закалке, покрытиях, наплавке, напыление.
74. Антифрикционные и противоизносные покрытия поверхностей трения крупногабаритного оборудования.
75. Общие требования к смазочным материалам. Классификация смазочных материалов.
76. Выбор типа смазочного материала в зависимости от условий работы узлов трения.
77. Структура жидких смазочных материалов (масел) основа масел, функциональные присадки и антифрикционные добавки.
78. Влияние вязкости на функциональные свойства масел. Зависимость вязкости от температуры.
79. Свойства масел.
80. Моторные, трансмиссионные, индустриальные масла. Масла для силовых гидравлических передач.
81. Пластичные смазки. Свойства. Классификация по составу и по назначению.
82. Структура пластичных смазок, ее формирование и регулирование.
83. Требования к свойствам и характеристикам пластических смазок. Принцип подбора и применения пластичных смазок.
84. Твердые смазочные материалы. Назначение, состав и методы получения.
85. Методы смазывания (подачи смазочного материала в место контакта).
86. Циркулирующая смазка. Назначение, конструкция и принцип работы систем циркуляционной смазки.
87. Системы нейтрализованной смазки пластичными и жидкими смазочными материалами.
88. Системы смазки масляным туманом.

### ***Практические/лабораторные задания (текущий контроль)***

1. Расчет сил трения в кинематических парах механизмов.
2. Расчет износа и нагрева при трении. Расчет режима смазывания.
3. Определение коэффициента трения скольжения на горизонтальной плоскости с различными загрязнениями.
4. Исследование трибологических свойств материалов.
5. Определение механических характеристик электродвигателя с помощью тормозного устройства.

#### 7.4. Соответствие шкалы оценок и уровней сформированных компетенций

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
Высокий	зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.</p> <p>Обучающийся свободно демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>умение моделировать процессы изнашивания материалов в узлах трения технических объектов с целью выявления путей уменьшения трения с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>готовность проводить эксперименты по исследованию трения и повышению износостойкости соединений с обработкой и анализом результатов;</li> <li>способность участвовать в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций с учетом их трибологических свойств.</li> </ul>
Базовый	зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями.</p> <p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>умение моделировать процессы изнашивания материалов в узлах трения технических объектов с целью выявления путей уменьшения трения с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>готовность проводить эксперименты по исследованию трения и повышению износостойкости соединений с обработкой и анализом результатов;</li> <li>способность участвовать в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций с учетом их трибологических свойств.</li> </ul>
Пороговый	зачтено	<p>Теоретическое содержание курса освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки.</p> <p>Обучающийся способен под руководством:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>моделировать процессы изнашивания материалов в узлах трения технических объектов с целью выявления путей уменьшения трения с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>проводить эксперименты по исследованию трения и повышению износостойкости соединений с обработкой и анализом результатов;</li> <li>участвовать в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций с учетом их трибологических свойств.</li> </ul>
Низкий	не зачтено	<p>Теоретическое содержание курса не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества вы-</p>

Уровень сформированных компетенций	Оценка	Пояснения
		<p>полнения учебных заданий.</p> <p>Обучающийся не способен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>моделировать процессы изнашивания материалов в узлах трения технических объектов с целью выявления путей уменьшения трения с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования;</li> <li>проводить эксперименты по исследованию трения и повышению износостойкости соединений с обработкой и анализом результатов;</li> <li>участвовать в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций с учетом их трибологических свойств.</li> </ul>

## 8. Методические указания для самостоятельной работы обучающихся

*Самостоятельная работа* – планируемая учебная, учебно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль в контроле за работой студентов). Самостоятельная работа студентов в вузе является важным видом их учебной и научной деятельности.

*Основными видами самостоятельной работы* обучающихся по дисциплине являются:

- подготовка к текущему контролю (практические/лабораторные задания);
- подготовка к промежуточной аттестации (зачет).

Подготовка к выполнению практического/лабораторного задания представляет собой вид самостоятельной работы, направленный на закрепление обучающимися изученного теоретического материала на практике.

Для подготовки к выполнению/выполнения практического/лабораторного задания имеется учебно-методическая литература:

Санников, А. А. Лабораторные работы по трибологии и триботехнике : методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов ИЛБиДС / А. А. Санников, С. Н. Исаков ; М-во образования и науки РФ, Урал. гос. лесотехн. ун-т, Кафедра теоретической механики и оборудования целлюлозно-бумажных производств. – Екатеринбург, 2015. – 46 с <https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/6530/1/2.pdf>

Контрольные вопросы к зачету сформированы по всем разделам дисциплины и могут использоваться:

- обучающимися при подготовке к зачету в форме самопроверки знаний;
- преподавателями для проверки знаний в качестве формы текущего контроля на практических занятиях;
- для проверки остаточных знаний обучающихся, изучивших данный курс.

## 9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Для успешного овладения дисциплиной используются следующие информационные технологии обучения:

- При проведении лекций используются презентации в программе MSOffice (PowerPoint), осуществляется выход на профессиональные сайты, используются видеоматериалы различных интернет-ресурсов, платформа LMS Moodle.

- Практические занятия по дисциплине проводятся с использованием демонстрационных образцов, графиков, таблиц и нормативно-технической документации.

В процессе изучения дисциплины учебными целями являются первичное восприятие учебной информации, ее усвоение, запоминание, а также структурирование полученных знаний и развитие интеллектуальных умений, ориентированных на способы деятельности репродуктивного характера. Посредством использования этих интеллектуальных умений достигаются узнавание ранее усвоенного материала в новых ситуациях, применение абстрактного знания в конкретных ситуациях.

Для достижения этих целей используются в основном традиционные информативно-развивающие технологии обучения с учетом различного сочетания пассивных форм (лекция, консультация, самостоятельная работа) и репродуктивных методов обучения (повествовательное изложение учебной информации, объяснительно-иллюстративное изложение) и практических методов обучения (выполнение практических работ).

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения:

- семейство коммерческих операционных систем семейства Microsoft Windows;
- офисный пакет приложений Microsoft Office;
- программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ».

#### **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Реализация учебного процесса осуществляется в специальных учебных аудиториях университета для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Все аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. При необходимости обучающимся предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется в специализированной аудитории, которая оборудована учебной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УГЛТУ.

Самостоятельная работа обучающихся выполняется в специализированной аудитории, которая оборудована учебной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду УГЛТУ.

Есть помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

#### ***Требования к аудиториям***

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Помещение для лекционных, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	Учебная аудитория для лекционных, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная учебной мебелью, меловой доской.



	<p>Переносная мультимедийная установка (проектор, экран, ноутбук), комплект электронных учебно-наглядных материалов (презентаций) на флеш-носителях, обеспечивающих тематические иллюстрации.</p> <p>Учебная лаборатория технической диагностики и механики машин для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, оснащенная столами и стульями, лабораторным оборудованием:</p> <p>Лабораторные установки: ДМ-40, ДМ-55А, ТММ 21, ТММ 32А, ТММ-42, ТММ-25, ТММ-25а, ТММ-26, ТММ-27, ФП-5, ТММ-35, ТММ-1, ТММ-1*ТММ-22,39, 37**;</p> <p>машина трения. Наглядные материалы, демонстрационные модели механизмов, механических передач.</p> <p>Измерительный инструмент: штангенциркули, нутромеры, штангензубомеры.</p>
Помещения для самостоятельной работы	<p>Столы компьютерные, стулья, персональные компьютеры с выходом в сеть Интернет и электронную информационную образовательную среду УГЛТУ.</p>
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	<p>Стеллажи, материалы и станочное оборудование для профилактического обслуживания учебного оборудования, раздаточный материал.</p>