

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Муромский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(МИ ВлГУ)**

Кафедра ТМС

«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель директора по УР
Д.Е. Андрианов
_____ 16.06.2020

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Триботехника

Направление подготовки

*15.03.02 Технологические машины и
оборудование*

Профиль подготовки

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Прак- тиче- ские занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консуль- тация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
7	108 / 3	16		16	1,6	0,25	33,85	74,15	Зач.
Итого	108 / 3	16		16	1,6	0,25	33,85	74,15	

Муром, 2020 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: изучение общих вопросов трения, износа и смазки трибосопряжений машин; приобретение теоретических знаний и практических навыков, необходимых для грамотной эксплуатации технологических машин и оборудования и анализа причин износа основных трибосопряжений машин и путей повышений их износостойкости.

Основной задачей дисциплины является изучение основных трибологических закономерностей для решения конкретных конструкторских, технологических и эксплуатационных задач, связанных с трением, износом и смазкой в машинах и механизмах, а также целенаправленный выбор материалов с необходимыми физико-механическими свойствами, степени точности, качества поверхности и условий эксплуатации деталей в подвижных соединениях.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Базовые: физика, материаловедение, основы конструирования Базирующие: ВКР

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		Наименование оценочного средства
	Содержание компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-5 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	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	знать: основные положения теории внешнего трения, механики контактного взаимодействия твердых тел для повышения ресурса трибосопряжений. (ПК-5)	вопросы
ПК-16 умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий	уметь: применить знания естественных наук для решения прикладных вопросов изнашивания материалов и повышения срока службы машин. (ПК-16)	вопросы

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Введение. Основные понятия	7	8		8					37	отчет по лабораторной работе
2	Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства	7	8		8					37,15	отчет по лабораторной работе
Всего за семестр		108	16		16			1,6	0,25	74,15	Зач.
Итого		108	16		16			1,6	0,25	74,15	

4.1.2. Содержание дисциплины

4.1.2.1. Перечень лекций

Семестр 7

Раздел 1. Введение. Основные понятия

Лекция 1.

Триботехника, предмет и объект ее изучения (2 часа).

Лекция 2.

Основные факторы, влияющие на знак градиента механических свойств поверхности трения (2 часа).

Лекция 3.

Номинальная, контурная и фактическая площади контакта шероховатых тел (2 часа).

Лекция 4.

Общая картина процессов при трении (2 часа).

Раздел 2. Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства

Лекция 5.

Факторы, влияющие на фрикционное взаимодействие твердых тел. Фрикционная связи (2 часа).

Лекция 6.

Расчет коэффициента трения шероховатых поверхностей (2 часа).

Лекция 7.

Физическая модель возникновения сил внешнего трения (2 часа).

Лекция 8.

Влияние смазочных материалов на процесс изнашивания (2 часа).

4.1.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**Семестр 7**

Раздел 1. Введение. Основные понятия

Лабораторная 1.

Расчет опор скольжения в режиме близком к граничному трению (4 часа).

Лабораторная 2.

Определение коэффициента трения контакта твердых тел (4 часа).

Раздел 2. Контактное взаимодействие поверхностей твердых тел при трении и их свойства

Лабораторная 3.

Определение максимального контактного давления в подшипнике (4 часа).

Лабораторная 4.

Исследование абразивного изнашивания (4 часа).

4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Сущность и задачи науки о трении.
2. Трение в плоских направляющих для поступательного движения.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

Не планируется.

4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

4.2 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 5л.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консуль- тация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
7	108 / 3	4		4	2	0,5	10,5	93,75	Зач.(3,75)
Итого	108 / 3	4		4	2	0,5	10,5	93,75	3,75

4.2.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Введение. Основные понятия	7	2							46	отчет по лабораторной работе
2	Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства	7	2		4					47,75	отчет по лабораторной работе
Всего за семестр		108	4		4	+		2	0,5	93,75	Зач.(3,75)
Итого		108	4		4			2	0,5	93,75	3,75

4.2.2. Содержание дисциплины

4.2.2.1. Перечень лекций

Семестр 7

Раздел 1. Введение. Основные понятия

Лекция 1.

Триботехника, предмет и объект ее изучения (2 часа).

Лекция 2.

Основные факторы, влияющие на знак градиента механических свойств поверхности трения (2 часа).

4.2.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.2.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 7

Раздел 1. Контактное взаимодействие поверхностей твердых тел при трении и их свойства

Лабораторная 1.

Расчет опор скольжения в режиме близком к граничному трению (4 часа).

4.2.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Сущность и задачи науки о трении.
2. Трение в плоских направляющих для поступательного движения.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.2.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

1. 1. Закономерности жидкостного трения скорости потоков и давление в смазочном слое.
2. 2. Защита от загрязнения и смазывание узлов трения.
3. 3. Изнашивание в результате выкрашивания вновь образуемых структур.

4.2.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

4.3 Форма обучения: заочная

Уровень базового образования: среднее профессиональное.

Срок обучения 3г 6м.

Семестр	Трудоем- кость, час./ зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консуль- тация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контак- тная работа), час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., зач., зач. с оп.)
7	108 / 3	4		8	2	0,5	14,5	89,75	Зач.(3,75)
Итого	108 / 3	4		8	2	0,5	14,5	89,75	3,75

4.3.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Введение. Основные понятия	7	2		4					44	отчет по лабораторной работе
2	Контактирование поверхностей твердых тел при трении и их свойства	7	2		4					45,75	отчет по лабораторной работе
Всего за семестр		108	4		8	+		2	0,5	89,75	Зач.(3,75)
Итого		108	4		8			2	0,5	89,75	3,75

4.3.2. Содержание дисциплины

4.3.2.1. Перечень лекций

Семестр 7

Раздел 1. Введение. Основные понятия

Лекция 1.

Триботехника, предмет и объект ее изучения (2 часа).

Раздел 2. Контактное взаимодействие поверхностей твердых тел при трении и их свойства

Лекция 2.

Основные факторы, влияющие на знак градиента механических свойств поверхности трения (2 часа).

4.3.2.2. Перечень практических занятий

Не планируется.

4.3.2.3. Перечень лабораторных работ

Семестр 7

Раздел 1. Введение. Основные понятия

Лабораторная 1.

Расчет опор скольжения в режиме близком к граничному трению (4 часа).

Раздел 2. Контактное взаимодействие поверхностей твердых тел при трении и их свойства

Лабораторная 2.

Определение коэффициента трения контакта твердых тел (4 часа).

4.3.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Сущность и задачи науки о трении.
2. Трение в плоских направляющих для поступательного движения.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

4.3.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР

1. 1. Закономерности жидкостного трения скорости потоков и давление в смазочном слое.
2. 2. Защита от загрязнения и смазывание узлов трения.
3. 3. Изнашивание в результате выкрашивания вновь образуемых структур.

4.3.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)

Не планируется.

5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие сочетания видов учебной работы с методами и формами активизации познавательной деятельности студентов для достижения запланированных результатов обучения и реализации компетентностного подхода. В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). При проведении лабораторных работ применяются имитационный или симуляционный подход, когда преподавателем разбирается на конкретном примере проблемная ситуация, все шаги решения задачи студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. Затем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием Internet-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;

- закрепление теоретического материала при проведении практических и лабораторных работ с использованием учебного и научного оборудования и приборов, выполнения проблемно-ориентированных, поисковых, творческих заданий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Харламов, Ю. А. Основы триботехники : учебник / Ю. А. Харламов, Д. А. Вишневский, А. П. Жильцов. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 354 с. — ISBN 978-5-88247-880-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт] - <https://www.iprbookshop.ru/88791.html>

2. Густов, Ю. И. Триботехника строительных машин и оборудования : монография / Ю. И. Густов. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 192 с. — ISBN 978-5-7264-0507-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - <https://www.iprbookshop.ru/16326.html>

3. Определение коэффициента трения скольжения : методические указания к выполнению лабораторной работы № 3 / составители Л. П. Коган, Ю. П. Комаров. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 22 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - <https://www.iprbookshop.ru/16030.html>

7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине

1. Тавтилов, И. Ш. Классификация и выбор металлов и сплавов по их износостойкости : методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Виды изнашивания и причины отказов узлов трения» / И. Ш. Тавтилов. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 27 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - <https://www.iprbookshop.ru/51525.html>

2. Коррозионное изнашивание. Показатели скорости коррозии : методические указания к практическим занятиям по дисциплинам «Трение и износ в бытовой технике» и «Старение и износ бытовой техники» / составители Н. В. Тарасова. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 26 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - <https://www.iprbookshop.ru/22879.html>

3. Харламов, Ю. А. Основы инженерии поверхностей трения : учебное пособие / Ю. А. Харламов, Д. А. Вишневский, Н. А. Бондарь. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-9729-1107-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. - <https://www.iprbookshop.ru/124243.html>

7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института (www.mivlgu.ru/iop), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;

- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

iprbookshop.ru

encycl.yandex.ru (Энциклопедии и словари);

standard.gost.ru (Росстандарт)

www.fips.ru (Федеральный институт промышленной собственности).

mivlgu.ru/iop

Программное обеспечение:

Не предусмотрено.

7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», необходимых для освоения дисциплины

iprbookshop.ru

mivlgu.ru/iop

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лаборатория деталей машин, подъемно-транспортных устройств, автоматизации производственных процессов

Газоанализатор 042М; пресс гидравлический мод. 2М030; прибор испытания образцов на прочность 084Н0096; машина встряхивания 029/131, установка 27М – 2 шт.; установка ДМ-28М – 4 шт.; установка ДМ-41М; УЛП-1; потенциометр-ЭПП-09; установка СМ-245; машины ДМ-30М – 3 ед.; машины ДМ-6А – 2 ед.; редукторы – 5 шт.; комплект наглядных пособий (плакатов) – 20 шт. Проектор NEC V300XG, настенный экран, промышленный робот «Ритм-0,5», промышленный робот «Циклон М20П40.01», робот-манипулятор мод. 901-1, лоток наклонный, вибробункер, тактовый стол, компрессор, станочные приспособления – 38 шт.

9. Методические указания по освоению дисциплины

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.:

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – зачет. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению
15.03.02 Технологические машины и оборудование
Рабочую программу составил к.т.н., доцент Волченков А.В. _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *ТМС*

протокол № 14 от 10.06.2020 года.

Заведующий кафедрой *ТМС* _____ *Волченков А.В.*
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической
комиссии факультета

протокол № 6 от 16.06.2020 года.

Председатель комиссии МСФ _____ *Соловьев Л.П.*
(Подпись) (Ф.И.О.)

Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине
Триботехника

1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине

!-й рейтинг контроль

1. Что понимают под определением «фрикционный контакт твердых тел»?
2. Каково основное свойство фрикционного контакта?
3. Что представляет собой микрогеометрия (микротопография) контактных поверхностей?
4. Как экспериментально оценивают микротопографию контактной поверхности?
5. Каковы характеристики шероховатости поверхности? Что они представляют собой и как определяются?
6. Что определяют по опорной кривой поверхности изнашивания?
7. Как получают опорную кривую поверхности?
8. Какие характерные участки отмечаются на опорной кривой поверхности?
9. Какими аппроксимирующими функциями описывается опорная кривая поверхности?
10. Какие параметры характерны для исследованной топографии поверхности изнашивания?
11. Что характеризует собой гипсограмма?
12. Какой физический смысл имеют величины D_a и D_m ?
13. Что означает показатель K_s ?
14. Как понимать условия $K_s > 1$ и $K_s < 1$?
15. Что такое полный коэффициент трения?
16. Что означает, если $f_d > f_a$?
17. Как определить гармоническое значение D_m в системе золотой пропорции?
18. Какой функцией можно выразить зависимость $D_a = t(f)$?
19. Какой физический смысл имеет показатель t ?
20. Как оценить величину D_m , если известна величина ϵ_p ?
21. Каким путём происходит разрушение поверхностного слоя детали абразивными частицами?
22. Что называется износостойкостью материала?
23. Какими методами испытывают материалы на абразивное изнашивание?
25. Что показывает относительная износостойкость материала?
26. Какую размерность имеет относительная износостойкость материала?
27. Как можно выбрать эталонный материал для оценки материала?
28. Что такое скорость изнашивания, какова её размерность?
29. Что такое темп изнашивания, какова его размерность?
30. Как может изменяться твёрдость материала вследствие его изнашивания?
31. Что такое степень (коэффициент) трибodeформационного упрочнения?
32. Как изменяется износостойкость материала в зависимости от его исходной твёрдости?
33. Как величина износа зависит от степени трибodeформационного упрочнения?
34. Как можно выразить относительную износостойкость через скорость изнашивания, через темп изнашивания?
35. Как определить суммарный путь трения ролика?
36. Как называется отношение износа к пути трения?
37. Что называется износом детали?
38. Какие деформации испытывают материалы при трении и изнашивании абразивными частицами?
39. По каким механизмам изнашиваются материалы?
40. При каком механизме изнашивания процесс происходит наиболее интенсивно?

41. Какими свойствами должен обладать износостойкий материал при взаимодействии с абразивом?
42. Приведите примеры абразивных сред.
43. Приведите примеры абразивного изнашивания деталей машин.
44. Какую форму могут иметь абразивные частицы?
45. Как можно смоделировать абразивные частицы в лабораторных условиях?
46. Какие стадии взаимодействия абразивной частицы и детали происходят при трении?
47. Зачем нужна предварительная нагрузка при вдавливании индентора Роквелла?
48. Зачем нужна выдержка при испытании изделия методом Роквелла под общей нагрузкой?
49. Почему не снимается предварительная нагрузка при определении упругой (пластической) деформации?
50. Что такое твердость материала?
51. Что такое критерий упруго – пластичности?
52. Как зависит линейный износ материалов от их твердости?
53. Как зависит линейный износ материалов от их критериев упруго – пластичности?
54. В чем заключается моделирование геометрии режущих элементов рабочих органов машин по микро топографии поверхностей трения?
55. Каким показателем оценивается качество элементов рабочих органов технологических машин?
56. Что представляет собой динамический плотномер?
57. Какие показатели грунта определяют динамическим плотномером?

2-й рейтинг контроль

- Объясните сущность указанного метода моделирования триботехнического процесса.
 - Выберите из приведенного перечня триботехнические конструкционные материалы для заданных деталей машин, узлов трения, условий эксплуатации.
 - Дайте оценку вероятности безотказной работы указанных деталей трибосопряжения.
1. Что такое «трибология»?
 - а. наука о трении тел;
 - б. прикладная наука об изнашивании тел;
 - в. раздел теоретической механики о трении тел;
 - г. наука о трении, износе, смазке и взаимодействии контактирующих поверхностей при их взаимном перемещении;
 - д. раздел физики о трении, изнашивании, смазке и взаимодействии поверхностей при их относительном движении.
 2. Какие нормированные виды неровностей могут образоваться на поверхностях трения?
 - а. макроотклонения, волнистость, шероховатость, субшероховатость;
 - б. шероховатость, субшероховатость, субмикрошероховатость;
 - в. овальность, конусность, седловидность, бочкообразность;
 - г. пластическое отгеснение, продольные царапины, глубинное вырывание, поперечные царапины, навалы царапин;
 - д. пятна фактического контакта, выступы, впадины.
 3. Что характеризует кинетическая кривая Лоренца?
 - а. распределение температуры на поверхности трения;
 - б. установившийся режим изнашивания;
 - в. установившееся распределение номинального давления на поверхности;
 - г. приработку, установившееся изнашивание;
 - д. распределение фактического давления на поверхности трения.
 4. Что отражает диаграмма Герси-Штрибека?
 - а. Зависимость коэффициента трения от вязкости смазочного материала;

- б. Изменения коэффициента в гидродинамической зоне смазки;
- в. Вероятность реализации гидродинамического режима трения;
- г. зависимость коэффициента трения от безразмерного критерия – числа Герси (Зоммерфельда).

5. Что определяет антифрикционные свойства серых чугунов?

- а. строение основы;
- б. строение графитной составляющей;
- в. химически связанный углерод;
- г. максимальное количество феррита в структуре;
- д. максимальное количество цементита в структуре.

6. Какой показатель не является характеристикой микрогеометрии поверхности трения?

- а. среднее арифметическое отклонение профиля;
- б. тангенциальные напряжения;
- в. форма выступов;
- г. высота сглаживания;
- д. среднее квадратическое отклонение профиля.

• Методы повышения износостойкости детали или рабочего органа машины (в соответствии с вариантом).

• Анализ условий эксплуатации и износа детали/рабочего органа технологической машины (в соответствии с вариантом).

• Использование информационных технологий для сбора данных для пар трения (в соответствии с вариантом).

• Современные методы и приборы для исследования изнашивания.

3-й рейтинг контроль

1. Основные понятия трибологии и триботехники.
2. Понятия о трибологических системах и их примеры.
3. Виды и процессы трения в узлах машин.
4. Основные понятия и определения триботехники: изнашивание, износ, скорость изнашивания, интенсивность изнашивания, износостойкость.
5. Особенность строения и свойства поверхности при контактном взаимодействии твердых тел
6. Свободная поверхностная энергия. Внешняя и внутренняя поверхность твердого тела.
7. Фактическая и контурная площади контактных поверхностей.
8. Влияние взаимодействия выступов контактирующих поверхностей на устойчивость трибосистем.
9. Адсорбционный эффект понижения прочности (эффект Ребиндера) в зонах контакта твердых тел.
10. Внешнее трение твердых тел. Неполная сила внешнего трения покоя. Сила внешнего трения покоя. Сила внешнего трения скольжения. Трение без смазки. Граничное трение.
11. Основные положения теории внешнего трения (триады Крагельского и Чичинадзе).
12. Кинетика разрушения поверхностного слоя.
13. Динамические процессы при трении. Динамические модели трения скольжения.
14. Качественные показатели поверхности трения (макрогеометрия, волнистость, шероховатость).
15. Методика исследования микротопографии поверхностей трения твердых тел.
16. Роль остаточных напряжений (I, II, III рода) в механике трения.
17. Классификация видов изнашивания. Особенности изнашивания деталей и рабочих органов машин.
18. Структурные и фазовые превращения в процессах трения и изнашивания.
19. Основные закономерности механического изнашивания.

20. Особенности коррозионно-механического изнашивания.
21. Изменение вида разрушения поверхностей в зависимости от режимов эксплуатации узлов.
22. Факторы, влияющие на электроэрозионное изнашивание реальных материалов.
23. Классификация износостойкости изделий.

Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов

Рейтинг-контроль 1	20 вопросов, 2 практических задания	20
Рейтинг-контроль 2	20 вопросов, 2 практических задания	20
Рейтинг-контроль 3	20 вопросов, 2 практических задания	20
Посещение занятий студентом		10
Дополнительные баллы (бонусы)		10
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы		20

2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.

Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)

ПК-5

Блок 1(знать)

1. Что понимают под определением «фрикционный контакт твердых тел»?
2. Каково основное свойство фрикционного контакта?
3. Что представляет собой микрогеометрия (микротопография) контактных поверхностей?
4. Как экспериментально оценивают микротопографию контактной поверхности?
5. Каковы характеристики шероховатости поверхности? Что они представляют собой и как определяются?
6. Что определяют по опорной кривой поверхности изнашивания?
7. Как получают опорную кривую поверхности?
8. Какие характерные участки отмечаются на опорной кривой поверхности?
9. Какими аппроксимирующими функциями описывается опорная кривая поверхности?
10. Какие параметры характерны для исследованной топографии поверхности изнашивания?
11. Что характеризует собой гипсограмма?
12. Какой физический смысл имеют величины D_a и D_m ?
13. Что означает показатель K_s ?
14. Как понимать условия $K_s > 1$ и $K_s < 1$?
15. Что такое полный коэффициент трения?
16. Что означает, если $f_d > f_a$?
17. Как определить гармоническое значение D_m в системе золотой пропорции?
18. Какой функцией можно выразить зависимость ? $D_a = t(f)$
19. Какой физический смысл имеет показатель t ?

20. Как оценить величину D_m , если известна величина ϵ_r ?
21. Каким путём происходит разрушение поверхностного слоя детали абразивными частицами?
22. Что называется износостойкостью материала?
23. Какими методами испытывают материалы на абразивное изнашивание?
25. Что показывает относительная износостойкость материала?
26. Какую размерность имеет относительная износостойкость материала?
27. Как можно выбрать эталонный материал для оценки материала?
28. Что такое скорость изнашивания, какова её размерность?
29. Что такое темп изнашивания, какова его размерность?
30. Как может изменяться твёрдость материала вследствие его изнашивания?
31. Что такое степень (коэффициент) трибodeформационного упрочнения?
32. Как изменяется износостойкость материала в зависимости от его исходной твёрдости?
33. Как величина износа зависит от степени трибodeформационного упрочнения?
34. Как можно выразить относительную износостойкость через скорость изнашивания, через темп изнашивания?
35. Как определить суммарный путь трения ролика?
36. Как называется отношение износа к пути трения?
37. Что называется износом детали?
38. Какие деформации испытывают материалы при трении и изнашивании абразивными частицами?
39. По каким механизмам изнашиваются материалы?
40. При каком механизме изнашивания процесс происходит наиболее интенсивно?
41. Какими свойствами должен обладать износостойкий материал при взаимодействии с абразивом?
42. Приведите примеры абразивных сред.
43. Приведите примеры абразивного изнашивания деталей машин.
44. Какую форму могут иметь абразивные частицы?
45. Как можно смоделировать абразивные частицы в лабораторных условиях?
46. Какие стадии взаимодействия абразивной частицы и детали происходят при трении?
47. Зачем нужна предварительная нагрузка при вдавливании индентора Роквелла?
48. Зачем нужна выдержка при испытании изделия методом Роквелла под общей нагрузкой?
49. Почему не снимается предварительная нагрузка при определении упругой (пластической) деформации?
50. Что такое твердость материала?
51. Что такое критерий упруго – пластичности?
52. Как зависит линейный износ материалов от их твердости?
53. Как зависит линейный износ материалов от их критериев упруго – пластичности?
54. В чем заключается моделирование геометрии режущих элементов рабочих органов машин по микро топографии поверхностей трения?
55. Каким показателем оценивается качество элементов рабочих органов технологических машин?

ПК-5

Блок 2(уметь)

- Объясните сущность указанного метода моделирования триботехнического процесса.
 - Выберите из приведенного перечня триботехнические конструкционные материалы для заданных деталей машин, узлов трения, условий эксплуатации.
 - Дайте оценку вероятности безотказной работы указанных деталей трибосопряжения.
1. Что такое «трибология»?

- а. наука о трении тел;
 - б. прикладная наука об изнашивании тел;
 - в. раздел теоретической механики о трении тел;
 - г. наука о трении, износе, смазке и взаимодействии контактирующих поверхностей при их взаимном перемещении;
 - д. раздел физики о трении, изнашивании, смазке и взаимодействии поверхностей при их относительном движении.
2. Какие нормированные виды неровностей могут образоваться на поверхностях трения?
- а. макроотклонения, волнистость, шероховатость, субшероховатость;
 - б. шероховатость, субшероховатость, субмикрощероховатость;
 - в. овальность, конусность, седловидность, бочкообразность;
 - г. пластическое отгеснение, продольные царапины, глубинное вырывание, поперечные царапины, навалы царапин;
 - д. пятна фактического контакта, выступы, впадины.
3. Что характеризует кинетическая кривая Лоренца?
- а. распределение температуры на поверхности трения;
 - б. установившийся режим изнашивания;
 - в. установившееся распределение номинального давления на поверхности;
 - г. приработку, установившееся изнашивание;
 - д. распределение фактического давления на поверхности трения.
4. Что отражает диаграмма Герси-Штрибека?
- а. Зависимость коэффициента трения от вязкости смазочного материала;
 - б. Изменения коэффициента в гидродинамической зоне смазки;
 - в. Вероятность реализации гидродинамического режима трения;
 - г. зависимость коэффициента трения от безразмерного критерия – числа Герси (Зоммерфельда).
5. Что определяет антифрикционные свойства серых чугунов?
- а. строение основы;
 - б. строение графитной составляющей;
 - в. химически связанный углерод;
 - г. максимальное количество феррита в структуре;
 - д. максимальное количество цементита в структуре.
6. Какой показатель не является характеристикой микрогеометрии поверхности трения?
- а. среднее арифметическое отклонение профиля;
 - б. тангенциальные напряжения;
 - в. форма выступов;
 - г. высота сглаживания;
 - д. среднее квадратическое отклонение профиля.
- Методы повышения износостойкости детали или рабочего органа машины (в соответствии с вариантом).
 - Анализ условий эксплуатации и износа детали/рабочего органа технологической машины (в соответствии с вариантом).
 - Использование информационных технологий для сбора данных для пар трения (в соответствии с вариантом).
 - Современные методы и приборы для исследования изнашивания.

ПК-5

Блок 3 (владеть)

1. Основные понятия трибологии и триботехники.
2. Понятия о трибологических системах и их примеры.
3. Виды и процессы трения в узлах машин.

4. Основные понятия и определения триботехники: изнашивание, износ, скорость изнашивания, интенсивность изнашивания, износостойкость.
5. Особенности строения и свойства поверхности при контактном взаимодействии твердых тел
6. Свободная поверхностная энергия. Внешняя и внутренняя поверхность твердого тела.
7. Фактическая и контурная площади контактных поверхностей.
8. Влияние взаимодействия выступов контактирующих поверхностей на устойчивость трибосистем.
9. Адсорбционный эффект понижения прочности (эффект Ребиндера) в зонах контакта твердых тел.
10. Внешнее трение твердых тел. Неполная сила внешнего трения покоя. Сила внешнего трения скольжения. Трение без смазки. Граничное трение.
11. Основные положения теории внешнего трения (триады Крагельского и Чичинадзе).
12. Кинетика разрушения поверхностного слоя.
13. Динамические процессы при трении. Динамические модели трения скольжения.
14. Качественные показатели поверхности трения (макрогеометрия, волнистость, шероховатость).
15. Методика исследования микротопографии поверхностей трения твердых тел.
16. Роль остаточных напряжений (I, II, III рода) в механике трения.
17. Классификация видов изнашивания. Особенности изнашивания деталей и рабочих органов машин.
18. Структурные и фазовые превращения в процессах трения и изнашивания.
19. Основные закономерности механического изнашивания.
20. Особенности коррозионно-механического изнашивания.
21. Изменение вида разрушения поверхностей в зависимости от режимов эксплуатации узлов.
22. Факторы, влияющие на электроэрозионное изнашивание реальных материалов.
23. Классификация износостойкости изделий.

ПК-16

Блок 1 (знать)

1. Модель Лоренца (участки на этой кривой). Приработка, установившееся изнашивание, катастрофический износ, равновесная шероховатость.
2. Основы термодинамики изнашивания твердых тел.
3. Кинетика разрушения поверхностного слоя при контактном взаимодействии тел.
4. Состав фрикционного контакта и процесс его изнашивания в условиях смазки, ротационный механизм маслообмена.
5. Влияние ориентации молекул ПАВ на уровень трения между телами.
6. Теоретические основы разрушения поверхности трения.
7. Модель разрушения фрикционного контакта и границы ее применения.
8. Модель усталостного разрушения поверхности при изнашивании.
9. Особенности пластической деформации в моделях трения и износа.
10. Процессы изнашивания хрупких материалов.
11. Особенности изнашивания, металлических, композиционных и полимерных материалов.
12. Изменение вида разрушения поверхностей при трении в зависимости от режимов эксплуатации машин.
13. Условия протекания деформационных процессов в поверхностных слоях при контактном взаимодействии тел.
14. Применение правила положительного градиента при системном анализе трибосопряжений.

15. Усталостное изнашивание. Схема усталостного изнашивания. Зависимость показателей долговечности от величины усталостного изнашивания.
16. Изнашивание при заедании. Особенности микротопографии поверхностей трения.
17. Коррозионно-механическое изнашивание. Особенности микротопографии поверхностей трения.
18. Характеристики избирательного переноса при трении и изнашивании.
19. Примеры идентификации водородного изнашивания деталей и узлов машин.
20. Особенности строения поверхности изнашивания при фреттинг-коррозии.
21. Адсорбция и десорбция на поверхности трения твердых тел при коррозионно-механическом изнашивании.
22. Особенности разрушения и факторы, влияющие на изнашивание материалов при механическом изнашивании.
23. Методы повышения износостойкости поверхности при абразивном изнашивании.
24. Выбор материалов трибосистем с учетом теории совместимости, конструктивного исполнения узлов трения.
25. Способы достижение требуемых свойств поверхностей трения упрочняющими способами и специальными покрытиями.
26. Технологии наплавки износостойких слоев. Выбор наплавочных материалов, вида и режима наплавки.
27. Технологии напыления износостойких покрытий. Выбор материалов, вида и режима напыления.
28. Диффузионные и электрохимические покрытия. Выбор состава, вида и режима формирования покрытия.
29. Формирование структуры безызносности при лазерном упрочнении деталей.
30. Механо- термическое формирование износостойких покрытий.
31. Основы расчета деталей и узлов трения на износ.
32. Требования триботехники к подбору подшипников.
33. Требования триботехники к конструированию, материалам и способам уплотнения узлов трения.
34. Место и роль триботехники в решении экономических задач изготовления и эксплуатации машин/ оборудования.

ПК-16

Блок 2 (уметь)

- | | | |
|-----|-----|--|
| тп) | 1. | Абразивное изнашивание (характеристика, параметры, механизмы, примеры и |
| | 2. | Адгезионное изнашивание (характеристика, параметры, механизмы, примеры и |
| тп) | 3. | Адсорбция поверхностно активных веществ Эффект П.А.Рабнидера |
| | 4. | Алмазное выравнивание Обработка поверхности лазером |
| | 5. | Анализ исследований по трению скольжения |
| | 6. | Анализ теорий трения покоя |
| | 7. | Антифрикционные и противоизносные покрытия поверхностей |
| | | трения крупногабаритного оборудования |
| | 8. | Взаимное внедрение поверхностей |
| | 9. | Виды изнашивания |
| | 10. | Виды коррозии, коррозионно-механическое изнашивание Пути уменьшения |
| | | коррозии |
| | 11. | Виды нарушения фрикционных связей |
| | 12. | Виды трения Внешнее и внутреннее трение Путь и работа трения Коэффициент |
| | | трения |

13. Влияние вязкости на функциональные свойства масел Зависимость вязкости от температуры
14. Влияние нормальной вибрации на силы трения и изнашивание
15. Влияние различных факторов на изнашивание
16. Влияние тангенциальной вибрации на силы трения и изнашивание
17. Влияние трения качения упругого последствия и гистерезисных потерь
18. Возбуждение силами трения нормальной вибрации сопрягаемых деталей
19. Воздействие пластической деформации при обработке поверхностей деталей на напрягаемое состояние и на изменение структуры поверхностных слоев
20. Выбор материалов и правила сочетания материалов пар трения
21. Выбор материалов пар трения Классификация конструкционных материалов, применяемых в триботехнике
22. Выбор типа смазочного материала в зависимости от условий работы узлов трения
23. Гальванические покрытия
24. Гидродинамические опоры скольжения
25. Гидростатическая, гидродинамическая, гидростатодинамическая жидкостная смазка
26. Граничное трение
27. Диаграмма Герси-Штибека, определяющая области граничного, жидкостного и смешанного трения
28. Диспергирование структуры металла, преобразование структуры металла
29. Жидкостная смазка
30. Зависимости Амонтона-Кулона для определения сил трения скольжения
31. Зависимость геометрии поверхности от вида обработки
32. Зависимость приведенного коэффициента трения в подшипнике жидкостного трения от вязкости масла, скоростных и геометрических параметров подшипника
33. Зависимость сил адгезии и когезии от чистоты (гладкости) сопрягаемых поверхностей
34. Закономерности жидкостного трения скорости потоков и давление в смазочном слое
35. Защита от загрязнения и смазывание узлов трения
36. Изнашивание в результате выкрашивания вновь образуемых структур
37. Изнашивание вследствие пластической деформации
38. Изнашивание при фреттинг-коррозии
39. Износ при заедании
40. Исследование структуры поверхности трения
41. Кавитационное изнашивание, сущность и механизм проявления, пути уменьшения
42. Качество поверхности контактирующих деталей Шероховатость
43. Классификация видов изнашивания и их общая характеристика
44. Классификация и основные закономерности видов изнашивания
45. Классификация поверхностей трения Совпадающие и несовпадающие поверхности
46. Конструктивные методы повышения триботехнических свойств
47. Контактное взаимодействие деталей
48. Контактное взаимодействие двух цилиндров с параллельными осями и с равномерно распределенным линейным давлением
49. Коррозионное изнашивание
50. Коррозия
51. Коэффициент жесткости контакта двух цилиндров, контактное площадное, напряженное состояние материала в зоне контакта
52. Критерии оценки результатов испытаний

53. Макро и микропогрешности поверхностей трения
54. Макрогеометрия поверхности
55. Материалы для подшипников скольжения
56. Материалы для трущихся деталей
57. Мера изнашивания Факторы, влияющие на интенсивность изнашивания
58. Методы восстановления изношенных поверхностей
59. Методы определения фактической площади контакта
60. Методы определения характеристик микрогеометрии поверхностей
61. Методы оценки величины коэффициента трения и износа
62. Методы смазывания (подачи смазочного материала в место контакта)
63. Механизм возникновения автоколебаний при падающей характеристике сил трения, а также наличия скачка силы трения при переходе от покоя к движению
64. Механизм изнашивания металлических поверхностей
65. Механизм изнашивания металлических поверхностей
66. Механизм изнашивания полимеров и резины
67. Механизм трения при граничной смазке
68. Микрогеометрия поверхности
69. Моторные, трансмиссионные, промышленные масла Масла для силовых гидравлических передач
70. Нанотехнологии в триботехнике
71. Напряженно-деформированное состояние поверхностного слоя, остаточные напряжения
72. Обеспечение требуемого режима трения
73. Общие сведения о химикотермическом упрочнении поверхностей трения: поверхностной закалке, покрытиях, наплавке, напылении
74. Общие требования к смазочным материалам Классификация смазочных материалов
75. Окислительное изнашивание
76. Определение механических свойств поверхностей трения
77. Основные положения закона трения скольжения
78. Остаточные напряжения, структурные и фазовые превращения
79. Относительное скольжение в зоне контакта цилиндра и плоскости
80. Параметры, принимаемые для оценивания шероховатости
81. Пары трения качения и трения скольжения (характеристика, параметры, механизмы и виды изнашивания, примеры и тп)
82. Пластические деформации, виды, пути уменьшения
83. Пластичные смазки Свойства Классификация по составу и по назначению
84. Пленки на металлических поверхностях

ПК-16

Блок 3 (владеть)

85. Поверхностное пластическое деформирование (ППД)
86. Показатели качества поверхности
87. Понятие изнашивания, износа, интенсивности и скорости изнашивания, износостойкости, предельного износа
88. Понятие о волнистости и шероховатости поверхности Шероховатость технологическая и эксплуатационная, равновесная и неравновесная
89. Понятие о силе трения движения, неполной силе покоя, наибольшей силе покоя (сцеплении)
90. Понятие о сухом, жидкостном, граничном, полусухом, полужидкостном трении, а также трение со смазочным материалом и без смазочного материала
91. Порошковые и керамические материалы

92. Правила сочетания материалов
93. Природа граничной, жидкостной, полужидкостной смазки
94. Присадки, классификация, назначение
95. Причины автоколебаний в машинах
96. Процессы, происхождения при усталостном выкрашивании
97. Псевдоскольжение (Крип) в зоне контакта цилиндра и плоскости
98. Пути повышения износостойкости при абразивном изнашивании
99. Рабочие поверхности деталей и их контактирование
100. Разрушение контактных поверхностей под действием контактных напряжений
101. Распределение давления на площадке контакта
102. Распределения износа между контактирующими деталями
103. Режимы трения в подшипнике скольжения
104. Роль трибологии и триботехники в решении проблем безопасности, экологии и экономики
105. Свойства масел
106. Сдвигоустойчивое соединение
107. Системы нейтрализованной смазки пластичными и жидкими смазочными материалами
108. Системы смазки масляным туманом
109. Смазка, характеристика трения по видам смазки
110. Смазочные материалы
111. Смешанное трение
112. Способы смазывания
113. Сроки службы трущихся деталей
114. Стадии и закономерности развития трения
115. Стадии изнашивания пар трения
116. Структура жидких смазочных материалов (масел) основа масел, функциональные присадки и антифрикционные добавки
117. Структура и свойства поверхностного слоя
118. Структура пластичных смазок, ее формирование и регулирование
119. Сухое трение
120. Сущность и виды абразивного изнашивания. Особенность абразивного изнашивания мягких материалов
121. Сущность и задачи науки о трении
122. Сущность окислительного изнашивания. Меры борьбы
123. Схватывание: сущность, целевые проявления, формы схватывания: натир, зазор, заедание, «прикипание»
124. Твердые смазочные материалы. Назначение, состав и методы получения
125. Термическая и химикотермическая обработка поверхностей трения
126. Термическое трещинообразование
127. Технологические методы повышения триботехнических свойств
128. Технологические способы повышения износостойкости деталей
129. Требования к свойствам и характеристикам пластических смазок
- Принцип подбора и применения пластичных смазок
130. Трение – результат однократного пластического отеснения материала
131. Трение без смазочного материала
132. Трение в плоских направляющих для поступательного движения
133. Трение в режиме жидкостного, полужидкостного трения
134. Трение в резьбовых соединениях
135. Трение в ременной передаче
136. Трение в цилиндрических направляющих
137. Трение во вращательных парах с зазором
138. Трение во вращательных парах типа кольцевой пяты
139. Трение во фрикционной передаче

140. Трение гибкой нити, охватывающей цилиндр
141. Трение и изнашивание деталей и рабочих органов машин
142. Трение качение сопрягаемых цилиндров Особенности Виды скольжения:
143. Трение качение цилиндра по плоскости
144. Трение качения
145. Трение колеса повозки и дороги
146. Трение платформы на катках
147. Трения в треугольных направляющих
148. Трещинообразование вследствие наклепа металла поверхности
149. Упругие контактные напряжения при сжатии тел
150. Усталостное изнашивание (характеристика, параметры, механизмы, примеры и тп)
151. Усталость при изнашивании металлических поверхностей
152. Учет температурных деформаций
153. Факторы, обуславливающие изнашивание
154. Физикохимические свойства поверхностей деталей
155. Физическая природа тренияАдгезия и когезия
156. Формирование регулярных рельефов и регулярных структур поверхностного слоя
157. Фреттинг и фреттингкоррозия, сущность, факторы, влияющие на фреттингкоррозию и пути ее устранения и уменьшения
158. Фреттингкоррозия (характеристика, параметры, механизмы, примеры и тп)
159. Химикотермическая обработка деталей
160. Циркулирующая смазка Назначение, конструкция и принцип работы систем циркуляционной смазки
161. Экспериментальные методы исследования износостойкости материалов и узлов трения
162. Эксплуатационные методы повышения триботехнических свойств
163. Элементарные виды разрушения поверхностей
164. Элементарные процессы изнашивания
165. Эрозия, виды, пути уменьшения, абляция
166. Эррозионное изнашивание
167. Этапы развития науки о трении
168. Эффект Ребиндера

Методические материалы, характеризующие процедуры оценивания

Результатом тестирования является процент правильных ответов, с учетом индивидуального семестрового рейтинга студента формируется итоговая оценка.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	Уровень сформированности компетенций
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания	Высокий уровень

		выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<i>Продвинутый уровень</i>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<i>Пороговый уровень</i>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<i>Компетенции не сформированы</i>

3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

1. Влияние трения качения упругого последствия и гистерезисных потерь
2. Возбуждение силами трения нормальной вибрации сопрягаемых деталей
3. Воздействие пластической деформации при обработке поверхностей деталей на напрягаемое состояние и на изменение структуры поверхностных слоев

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке <https://www.mivlgu.ru/iop/course/view.php?id=1848>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.