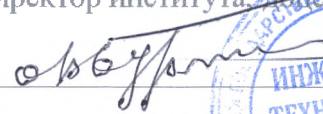


Государственное образовательное учреждение
«Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»

Инженерно-технический институт

Кафедра машиноведения и технологического оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Директор института, *д.т.н.*

«30» 09
Ф.О. Бурменко


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.Б.22.12 ТРЕНИЕ И ИЗНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПОДЪЕМНО- ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

на 2022/2023 учебный год (для очной формы обучения)
на 2023/2024 учебный год (для заочной формы обучения)

Специальность

2.23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

специализация

Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

Квалификация (степень) выпускника
инженер

Форма обучения
очная, заочная

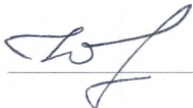
2019 ГОД НАБОРА

Тирасполь 2022 г.

Рабочая программа дисциплины «Трение и износ элементов подъемно-транспортных машин» сост. Е.В. Юрченко – Тирасполь: ГОУ ПГУ, 2022- 19 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины базовой части студентам очной формы обучения по специальности 2.23.05.01. НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Рабочая программа составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 2.23.05.01. «Наземные транспортно-технологические средства» , утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 11.08. 2016г. № 1022.

Составитель  / Е.В.Юрченко, доцент
«19» 09 2022 г.

© Юрченко Е.В., 2022
© ГОУ ПГУ, 2022

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Цель освоения дисциплины:

- формирование системы знаний и навыков по фундаментальным вопросам теории трения и изнашивания твердых тел, способность их использования в практике.
- ознакомление с основными методами физического (теоретического) моделирования трибосистем и расчётных моделей трения;
- ознакомление с приёмами оценки и расчёта трения, изнашивания и смазки;
- ознакомление с методами эксперимента (триботехники) и правилами эксплуатации и диагностики трибосистем.

Задачи дисциплины:

- сформировать представление о явлениях, протекающих в зоне фрикционного контакта, их механизмах и условиях проявления;
- изучить закономерности трения и изнашивания при различных условиях и режимах нагружения твердых тел;
- дать сведения о методах проведения триботехнических испытаний и способах управления параметрами контактного взаимодействия твердых тел;
- привить навыки использования теоретических знаний при решении практических вопросов по выбору комплекса мероприятий, направленных на повышение износостойкости деталей машин;

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Шифр дисциплины в учебном плане –Б1.Б.22.12

Дисциплина относится к базовой части блока 1 (Б1) учебного плана по специальности 2.23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства для специализация Подъёмно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование в соответствии с ФГОС ВО.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

Для успешного освоения дисциплины обучающиеся должны обладать базовыми знаниями по физике, химии, математике, теоретической механике, материаловедению. Данная дисциплина необходима и обязательна для успешного освоения последующих профильных дисциплин.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Формулировка компетенции
ПК-9	способностью сравнивать по критериям оценки проектируемые узлы и агрегаты с учетом требований надежности, технологичности, безопасности, охраны окружающей среды и конкурентоспособности

В результате изучения дисциплины «Трение и износ элементов подъемно-транспортных машин» студент должен:

Знать:

- использовать результаты теоретического расчета и анализа основных параметров сложно нагруженных опор скольжения ДВС;
- использовать результаты теоретического прогноза износа узлов трения;
- конструкционные факторы, технологические и эксплуатационные мероприятия, снижающие износ основных трибосопряжений;
- использовать результаты анализа смазки сложно нагруженных опор жидкостного трения;

Уметь:

- производить гидродинамический расчет опор скольжения;
- подбирать материал опор и установочный диаметральный зазор;
- производить прогнозирование и расчет износа

Владеть:

- методами выполнения элементарных лабораторных физико-химических исследований в области профессионально деятельности;
- элементами расчета теоретических схем механизмов транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования;

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Распределение трудоемкости в з.е./часах по видам аудиторной и самостоятельной работы студентов по семестрам:

Форма обучения	Семестр (оч.ф), Курс (з.ф)	Трудоем- кость, з.е./ часы	Количество часов					Форма контроля
			В том числе				Самостоятельная ра- бота (СР)	
			Аудиторных					
			Всего	Лекций (Л)	Практических (ПЗ)	Лабораторных занятий (ЛЗ)		
Очная	7	3/108	42	18	24		66	Зачет
	Итого:	3/108	42	18	24		66	
Заочная	5 (зимняя сессия)	3/108	10	4	6		94	Зачет (4ч)
	Итого:	3/108	10	4	6		94	

4.2. Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№ Раздела	Наименование раздела	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			СР
			Л	ПЗ	ЛР	

		оч.ф	з.ф	оч.ф	з.ф	оч.ф	з.ф	оч.ф	з.ф	оч.ф	з.ф
1	Физика и химия поверхностей твердых тел.	6	6	2		-				4	6
2	Геометрия твердых поверхностей и механика контакта.	26	22	2	2	8	2			16	18
3	Виды трения и их характеристики.	60	50	4	2	10	2			46	46
4	Теория избирательного переноса и безразборное восстановление ДВС.	8	2	2		6	2				
5	Триботехнический анализ пар трения.	2	6	2							6
6	Технологические методы повышения долговечности узлов трения.	2	6	2							6
7	Конструкционные методы повышения долговечности узлов трения.	2	6	2							6
8	Эксплуатационные методы повышения долговечности узлов трения.	2	6	2							6
	Подготовка к сдаче зачета с оценкой		4								4
Итого:		108	108	18	4	24	6			66	94+4

4.3. Тематический план по видам учебной деятельности

Лекции

№ п/п	Номер раз- дела	Кол-во часов		Наименование тем и их содержание	Учебно- наглядные пособия
		оч.ф	з.ф		
Раздел 1 Физика и химия поверхностей твердых тел.					
1	1	2		Строение твердого тела. Аморфная и кри- сталлическая структуры. Типы кристалли- ческих решеток и их параметры. Дефекты строения реальных твердых тел. Теорети- ческая и практическая прочности.	презента- ция
Итого по разделу часов		2			
Раздел 2 Геометрия твердых поверхностей и механика контакта.					

2	2	2		Номинальный профиль поверхности. Макроотклонения от номинального профиля, волнистость, шероховатость, субмикрошероховатость. Профилограмма поверхности и ее характеристики. Номинальная, контурная и фактическая площади касания. Ненасыщенный и насыщенный контакты	презентация
Итого по разделу часов		2			
Раздел 3 Виды трения и их характеристики.					
3	3	2	2	Понятие внешнего трения твердых тел. Классификация видов трения в соответствии с ГОСТ27674-88. Сила трения и коэффициент трения. Трение покоя и трение скольжения. Коэффициенты трения покоя и скольжения. Границы внешнего трения. Основы взаимодействия поверхностей твердых тел в условиях наложения напряженно-деформированных состояний соседних контурных зон. Изменение напряжений в зонах касания микронеровностей от сближения между поверхностями.	презентация
4		2		Классификация видов изнашивания. Виды абразивного изнашивания. Области проявления в технике. Механизм образования частиц износа при взаимодействии абразивной частицы с поверхностью. Влияние нагрузки, размера и формы абразивных частиц, свойств материала и абразива на интенсивность изнашивания. Влияние среды. Изнашивание при ударе по абразиву.	презентация
Итого по разделу часов		4	2		
Раздел 4 Теория избирательного переноса и безразборное восстановление ДВС					
5	4	2	2	Механизм избирательного переноса при трении и его закономерности. Обнаружение избирательного переноса при трении (эффект безызносности). Механизм образования сервовитной пленки. Физические основы эффекта безызносности (ИП). Предотвращение процесса окисления металла на поверхностях трения. Реализация эффекта Ребиндера. Применение избирательного переноса в узлах трения машин.	презентация
Итого по разделу часов		2	2		

Раздел 5 Триботехнический анализ пар трения.					
6	5	2		Триботехнический анализ работы подшипников скольжения коленчатого вала. Триботехнический анализ работы подшипников качения. Триботехнический анализ работы деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) двигателей. Триботехнический анализ работы зубчатых передач.	презентация
Итого по разделу часов		2			
Раздел 6 Технологические методы повышения долговечности узлов трения.					
7	6	2		Объемная и поверхностная закалка, химико-термическая обработка. Методы повышения твердости, прочности и чистоты рабочих поверхностей деталей машин. Методы нанесения износостойких покрытий, и механического упрочнения поверхностного слоя деталей.	презентация
Итого по разделу часов		2			
Раздел 7 Конструкционные методы повышения долговечности узлов трения.					
8	7	2		Оптимизация макрогеометрии поверхностей трения. Выбор материалов трибосистем с учетом теории совместимости. Металлические, порошковые композиционные, полимерные и металлополимерные материалы. Выбор наиболее оптимальной схемы машины. Замена внешнего трения на внутреннее трение. Рациональный выбор вида трения. Снижение тепловой нагруженности контакта.	презентация
Итого по разделу часов		2			
Раздел 8 Эксплуатационные методы повышения долговечности узлов трения.					
9	8	2		Обкатка машин и механизмов. Организация смазки узлов трения. Выбор режимов эксплуатации. Диагностика и ремонт узлов трения.	презентация
Итого по разделу часов		2			

Всего	18	4		
-------	----	---	--	--

Лабораторные работы не предусмотрены

Практические работы

№ № п/п	Номер раз- дела	Трудо- емкость в часах		Тема занятия	Учебно-нагляд- ные пособия
		оч. ф	з. ф		
Раздел 2 Геометрия твердых поверхностей и механика контакта.					
1	2	2	2	Практическое №1 «Методы определения па- раметров шероховатости поверхности»	презентация, методические указания
2		2		Практическое №2 «Определение микротвер- дости поверхностного слоя твердого тела»	презентация, методические указания
3		2		Практическое №3 «Экспериментальные ме- тоды определения фактической площади ка- сания»	презентация, методические указания
4		2		Практическое №4 «Вычисление фактиче- ской площади касания при упругих и пласти- ческих деформациях в зонах касания микро- неровностей»	презентация, методические указания
Итого по разделу часов		8	2		
Раздел 3 Виды трения и их характеристики.					
5	3	2		Практическое №5 «Определение коэффици- ента внешнего трения при упругих деформа- циях в зонах касания микронеровностей в условиях ненасыщенного и насыщенного контактов.»	презентация, методические указания
6		2		Практическое №6 «Определение коэффици- ента внешнего трения при пластических де- формациях в зонах касания микронеровно- стей»	презентация, методические указания

7		2		Практическое №7 «Определение коэффициента трения качения, коэффициента сопротивления качению. Адгезионный и деформационный эффекты при качении»	презентация, методические указания
8		2	2	Практическое №8 «Основная расчетная схема для определения интенсивности изнашивания. Основные зависимости для оценки интенсивности изнашивания.	презентация, методические указания
9		2		Практическое №9 «Определение фрикционных констант τ_0 и $\beta(\cdot)$ »	презентация, методические указания
Итого по разделу часов		10	2		
Раздел 4 Теория избирательного переноса и безразборное восстановление ДВС.					
10	4	2	2	Практическое №10 «Изучение влияния скорости скольжения на коэффициент трения и температуру. Определение основных характеристик изнашивания при лабораторных испытаниях»	презентация, методические указания
11		2		Практическое №11 «Определение предельной нагрузки заедания»	презентация, методические указания
12		2		Практическое №12 «Определение силы (момента силы) трения и температуры при трибологических испытаниях»	презентация, методические указания
Итого по разделу часов		6	2		
Итого		24	6		

Самостоятельная работа студентов очной формы обучения

№ п/п	Номер раздела	Тема и вид СРС	Трудоемкость в часах
Раздел 1 Физика и химия поверхностей твердых тел.			
1.	1	Тема: Строение поверхности твердого тела. Поверхностная энергия. Адгезия, физическая адсорбция и хемосорбция, абсорбция, диффузия. Поверхностно-активные вещества. Эффект Ребиндера. Структура поверхностных слоев твердого тела. СРС №1. Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	4
Итого по разделу часов			4

Раздел 2 Геометрия твердых поверхностей и механика контакта.			
2.	2	Тема: Распределение вершин микронеровностей по высоте. Параметры кривой опорной поверхности. Сферическая модель шероховатой поверхности и ее обоснование. СРС № 2 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	4
3.		Тема: Сближение между поверхностями твердых тел. Зависимость фактической площади касания от сближения. Экспериментальные методы определения сближения. СРС № 3 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	4
4.		Тема: Площади фактического касания при скольжении. Контактные явления при сдвиге твердых тел. Соотношения между площадями касания в статике и при скольжении. Сближение между поверхностями твердых тел в статике и при скольжении. СРС № 4 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	4
Итого по разделу часов			16
Раздел 3 Виды трения и их характеристики.			
5.	3	Тема: Коэффициенты трения покоя и скольжения. Влияние контактного давления, шероховатости поверхностей, механических характеристик и физико-химического состояния поверхностей взаимодействующих твердых тел на коэффициент внешнего трения. Равновесная шероховатость. Минимально возможные коэффициенты трения. СРС № 5 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	4
6.		Тема: Трение качения. Проскальзывание при качении. Дифференциальное проскальзывание. Проскальзывание в подшипниках качения разных типов. СРС № 6 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	4
7.		Тема: Особенности механизма разрушения поверхности. Основные закономерности: влияние энергии удара, скорости соударения, свойств материала на интенсивность изнашивания. Особенности изнашивания при ударе в гидроабразивной среде. Топография изношенной поверхности. СРС № 7 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	4
8.		Тема: Гидроабразивное (газоабразивное) изнашивание. Области проявления в технике, механизм взаимодействия абразивных частиц с поверхностью материала. Топография изношенной поверхности. Влияние скорости абразивных частиц на зависимость интенсивности изнашивания от угла атаки. СРС № 8 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	4
9.		Тема: Гидроэрозионное (газоэрозионное) изнашивание. Области проявления в технике. Механизм взаимодействия потока жидкости (газа) с поверхностью материала. Топография изношенной поверхности. Влияние шероховатости поверхности,	4

		скорости потока, свойств материала и температуры на интенсивность изнашивания. СРС № 9 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	
10.	3	Тема: Усталостное изнашивание. Области проявления в технике. Изменение строения и структуры поверхностных слоев твердого тела в процессе трения. Механизм фрикционного усталостного разрушения поверхностных слоев, количество циклов нагружения, необходимое для образования частицы износа. Механизм образования осповидных повреждений в опорах качения. Влияние среды на процесс усталостного изнашивания. Топография изношенных поверхностей. СРС № 10 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	4
11.		Тема: Кавитационное изнашивание. Области проявления в технике. Механизм образования газовых пузырьков в жидкости и взаимодействия их с поверхностью материала. Топография изношенной поверхности. Условия возникновения кавитации. Влияние шероховатости поверхности, механических свойств материала и физико-химических свойств жидкости на интенсивность изнашивания. СРС №11 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	4
12.		Тема: Изнашивание при заедании. Явление схватывания при трении. Схватывание в тихоходных и высокоскоростных механизмах. Схватывание в неподвижных сопряжениях. Схватывание при обработке металлов резанием и давлением. Виды повреждений поверхностей при схватывании. Топография изношенной поверхности. Совместимость материалов пар трения. СРС № 12 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	4
13.		Тема: Изнашивание при фреттинге. Области проявления в технике. Микросмещения в неподвижных соединениях деталей машин и механизмов. Топография изношенной поверхности. Влияние нагрузки, температуры, влажности, шероховатости поверхности, свойств материала и наличия смазочного материала на интенсивность изнашивания. СРС № 13 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	4
14.		Тема: Коррозионно-механическое изнашивание. Области проявления в технике. Механическая и коррозионная составляющие интенсивности изнашивания. Химические и электрохимические реакции. Взаимное влияние механического и химического воздействия на поверхность материала. Топография изношенной поверхности. СРС № 14 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	4
15.		Тема: Окислительное изнашивание.. Области проявления в технике. Механизм окислительного изнашивания. Топография изношенной поверхности. Методы снижения окислительного изнашивания. Изнашивание при фреттинге-коррозии. Микро-	4

		смещения в неподвижных соединениях деталей машин и механизмов. Влияние нагрузки, температуры, влажности, шероховатости поверхности, свойств материала и наличия смазочного материала на интенсивность изнашивания. Особенности фреттинг-коррозии. Методы уменьшения повреждений при фреттинг-коррозии. СРС № 15 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	
16.	3	Тема: Изнашивание при протекании электрического тока. Электроэрозионное изнашивание. Водородное изнашивание. Методы предупреждения водородного изнашивания. СРС № 16 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	2
Итого по разделу часов			46
Итого			66

Самостоятельная работа студентов заочной формы обучения

№ п/п	Номер раздела	Тема и вид СРС	Трудоемкость в часах
Раздел 1 Физика и химия поверхностей твердых тел.			
1.	1	Тема: Строение твердого тела.. Типы кристаллических решеток и их параметры. Дефекты строения реальных твердых тел. Теоретическая и практическая прочностности. Строение поверхности твердого тела. Поверхностная энергия. Адгезия, физическая адсорбция и хемосорбция, абсорбция, диффузия. Поверхностно-активные вещества. Эффект Ребиндера. Структура поверхностных слоев твердого тела. СРС №1. Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	6
Итого по разделу часов			6
Раздел 2 Геометрия твердых поверхностей и механика контакта.			
2.	2	Тема: Распределение вершин микронеровностей по высоте. Параметры кривой опорной поверхности. Сферическая модель шероховатой поверхности и ее обоснование. СРС № 2 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	6
3.		Тема: Сближение между поверхностями твердых тел. Зависимость фактической площади касания от сближения. Экспериментальные методы определения сближения. СРС № 3 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	6
4.		Тема: . Площади фактического касания при скольжении. Контактные явления при сдвиге твердых тел. Соотношения между площадями касания в статике и при скольжении. Сближение между поверхностями твердых тел в статике и при скольжении. СРС № 4 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	6

Итого по разделу часов			18
Раздел 3 Виды трения и их характеристики.			
5.	3	Тема: Коэффициенты трения покоя и скольжения. Влияние контактного давления, шероховатости поверхностей, механических характеристик и физико-химического состояния поверхностей взаимодействующих твердых тел на коэффициент внешнего трения. Равновесная шероховатость. Минимально возможные коэффициенты трения. СРС № 5 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	6
6.		Тема: Трение качения. Проскальзывание при качении. Дифференциальное проскальзывание. Проскальзывание в подшипниках качения разных типов. СРС № 6 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	6
7.		Тема: Особенности механизма разрушения поверхности. Основные закономерности: влияние энергии удара, скорости соударения, свойств материала на интенсивность изнашивания. Особенности изнашивания при ударе в гидроабразивной среде. Топография изношенной поверхности. СРС № 7 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	6
8.		Тема: Гидроабразивное (газоабразивное) изнашивание. Области проявления в технике, механизм взаимодействия абразивных частиц с поверхностью материала. Гидроэрозионное (газоэрозионное) изнашивание. Области проявления в технике. Механизм взаимодействия потока жидкости (газа) с поверхностью материала. Влияние шероховатости поверхности, скорости потока, свойств материала и температуры на интенсивность изнашивания. СРС № 8 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	8
9.		Тема: Усталостное изнашивание. Области проявления в технике. Механизм фрикционного усталостного разрушения поверхностных слоев, количество циклов нагружения, необходимое для образования частицы износа. Влияние среды на процесс усталостного изнашивания. Кавитационное изнашивание. Области проявления в технике. Механизм образования газовых пузырьков в жидкости и взаимодействия их с поверхностью материала. Условия возникновения кавитации. СРС № 9 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	6
10.		Тема: Коррозионно-механическое изнашивание. Области проявления в технике. Механическая и коррозионная составляющие интенсивности изнашивания. Химические и электрохимические реакции. Взаимное влияние механического и химического воздействия на поверхность материала. Топография изношенной поверхности. СРС № 10 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	6

11.		Тема: Окислительное изнашивание.. Области проявления в технике. Механизм окислительного изнашивания. Методы снижения окислительного изнашивания. Изнашивание при фреттинг-коррозии. Особенности фреттинг-коррозии. Методы уменьшения повреждений при фреттинг-коррозии. Изнашивание при протекании электрического тока. Электроэрозионное изнашивание. Водородное изнашивание. Область проявления водородного изнашивания. Влияние водорода на прочность. Отличие водородного изнашивания от водородного охрупчивания. Методы предупреждения водородного изнашивания. СРС № 11 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	8
Итого по разделу часов			46
Раздел 5 Триботехнический анализ пар трения			
12.	5	Тема: Триботехнический анализ работы подшипников скольжения коленчатого вала. Триботехнический анализ работы подшипников качения. Триботехнический анализ работы деталей цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) двигателей. Триботехнический анализ работы зубчатых передач. СРС № 12 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	6
Итого по разделу часов			6
Раздел 6 Технологические методы повышения долговечности узлов трения			
13.	6	Тема: Объемная и поверхностная закалка, химико-термическая обработка. Методы повышения твердости, прочности и чистоты рабочих поверхностей деталей машин. Методы нанесения износостойких покрытий, и механического упрочнения поверхностного слоя деталей. СРС № 13 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	6
Итого по разделу часов			6
Раздел 7 Конструкционные методы повышения долговечности узлов трения			
14.	7	Тема: Оптимизация макрогеометрии поверхностей трения. Выбор материалов трибосистем с учетом теории совместимости. Металлические, порошковые композиционные, полимерные и металлополимерные материалы. Выбор наиболее оптимальной схемы машины. Замена внешнего трения на внутреннее трение. Рациональный выбор вида трения. Снижение тепловой нагруженности контакта. СРС № 14 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	6
Итого по разделу часов			6
Раздел 8 Эксплуатационные методы повышения долговечности узлов трения			
15.	8	Тема: Обкатка машин и механизмов. Организация смазки узлов трения. Выбор режимов эксплуатации. Диагностика и ремонт узлов трения. СРС № 15 Работа со справочной и дополнительной литературой. Составление опорного конспекта по теме.	6
Итого по разделу часов			6
Подготовка к сдаче зачета с оценкой			4

Итого	94+4
--------------	-------------

5 Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовых работ не предусмотрено.

6 Образовательные технологии

Се- местр	Вид за- нятия (Л, ПЗ, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количе- ство ча- сов
7	Л	- информационно-развивающие технологии; - компьютерные технологии обучения (проблемная лекция, лекция-дискуссия (лекция-обсуждение), комплексная лекция (лекция-панель, лекция вдвоем), письменная программированная лекция, лекция-визуализация, лекция с заранее запланированными ошибками (метод контрольного изложения), лекция-конференция.	18
	ПЗ	- задачная (поисково-исследовательская) технология; - технология коллективной мыслительной деятельности; - компьютерные технологии обучения; - метод аналогии, теория решения изобретательских задач; - групповая дискуссия; - мозговая атака или мозговой штурм.	24
		Итого	42

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Перечень примерных вопросов к промежуточной аттестации:

1. Строение поверхностных слоев
2. Механические свойства поверхностных слоев.
3. Кристаллические и аморфные твердые тела.
4. Основные характеристики кристаллического строения твердых тел.
5. Межатомные и межмолекулярные связи.
6. Металлическая связь.
7. Молекулярные взаимодействия.
8. Ориентационные взаимодействия.
9. Водородная связь.
10. Координационная связь.
11. Дисперсионные взаимодействия.
12. Индукционные взаимодействия.
13. Физическая адсорбция, хемосорбция, абсорбция.
14. Строение поверхностных слоев
15. Механические свойства поверхностных слоев.
16. Кристаллические и аморфные твердые тела.

17. Основные характеристики кристаллического строения твердых тел.
18. Макроотклонения от номинального геометрического контура поверхностей.
19. Волнистость, шероховатость и субмикрошероховатость поверхности.
20. Профилограмма поверхности твердого тела. Основные характеристики шероховатости поверхности.
21. Опорная кривая профиля поверхности.
22. Сферическая модель шероховатой поверхности.
23. Функция распределения вершин микронеровностей по высоте.
24. Номинальная, контурная и фактическая площади касания.
25. Методы экспериментального определения фактической площади контакта шероховатых твердых тел.
26. Контактное взаимодействие твердых тел. Механизм формирования фактической площади касания. Насыщенный и ненасыщенный контакты.
27. Зависимость фактической площади касания контактирующих тел и сближения между их поверхностями при упругих деформациях в зонах контактов микронеровностей при ненасыщенном контакте.
28. Зависимость фактической площади касания и сближения между поверхностями контактирующих тел от нормальной нагрузки при пластических деформациях в зонах контактов микронеровностей при насыщенном контакте.
29. Критерии перехода упругих деформаций в зонах микроконтактов к упругопластическим и пластическим деформациям.
30. Трение внешнее и внутреннее. Трение без смазочного материала, трение со смазочным материалом.
31. Трение покоя и скольжения. Границы внешнего трения.
32. Механизм внешнего трения.
33. Расчет коэффициента внешнего трения при упругих деформациях в зонах микроконтактов.
34. Расчет коэффициента внешнего трения при пластических деформациях в зонах микроконтактов.
35. Определение минимального коэффициента трения при упругих деформациях в зонах микроконтактов.
36. Определение минимального коэффициента внешнего трения в общем случае.
37. Соотношение между фактическими площадями касания в статике и при скольжении.
38. Методы экспериментального определения фактической площади касания и сближения при контакте твердых тел.
39. Контактные явления при сдвиге твердых тел.
40. Определение коэффициента внешнего трения в зависимости от сближения при упругих деформациях в зонах микроконтактов при ненасыщенном контакте.
41. Определение коэффициента внешнего трения в зависимости от сближения при упругих деформациях в зонах микроконтактов при насыщенном контакте.
42. Изнашивание деталей машин. Классификация видов изнашивания в соответствии с ГОСТ 27674-88.
43. Абразивное изнашивание.
44. Абразивное изнашивание при трении о закрепленный абразив.
45. Абразивное изнашивание при трении по абразивной прослойке.

46. Абразивное изнашивание при трении в абразивной массе.
47. Абразивное изнашивание при ударе по абразиву.
48. Гидроабразивное изнашивание.
49. Газоабразивное изнашивание.
50. Гидроэрозионное изнашивание.
51. Газоэрозионное изнашивание.
52. Кавитационное изнашивание.
53. Усталостное изнашивание.
54. Изнашивание при фреттинге.
55. Изнашивание при заедании.
56. Коррозионно-механическое изнашивание.
57. Окислительное изнашивание.
58. Изнашивание при фреттинг-коррозии.
59. Электроэрозионное изнашивание.
60. Водородное изнашивание.
61. Коэффициент взаимного перекрытия и его роль при изнашивании
62. Расчеты на изнашивание.
63. Характеристика изнашивания: удельная интенсивность изнашивания, линейная интенсивность изнашивания, объемная интенсивность изнашивания, весовая интенсивность изнашивания, скорость изнашивания.
64. Влияние внешней среды на износостойкость материалов.
65. Основная расчетная схема при оценке интенсивности изнашивания.
66. Основная зависимость для оценки интенсивности изнашивания при упругом контакте.
67. Основная зависимость для оценки интенсивности изнашивания при пластическом контакте.
68. Выбор оптимальной принципиальной схемы узла трения.
69. Выбор материалов для пары трения.
70. Замена внешнего трения внутренним трением.
71. Замена трения скольжения трением качения.
72. Выбор вида обработки и шероховатости поверхностей трения деталей.
73. Применение покрытий на поверхности трения.
74. Различные виды обработки поверхностей трения.
75. Обкатка машин (приработка деталей пары трения).
76. Организация смазки и ее подбор.
77. Пуск и останов машины.
78. Диагностика узлов трения.
79. Обслуживание узлов трения по состоянию.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература:

- 1 Браун Э. Д., Буяновский И. А., Воронин Н. А. и др. Современная трибология: Итоги и перспективы. Отв. ред. К. В. Фролов. — М.: Издательство ЛКИ, 2008. 480 с.
- 2 Гура, Г.С. Качение тел с трением. Фреттинг [Текст] : моногр Г.С. Гура. — Сочи : ООО «Полиграфический центр "Дория"», 2009. — 295 с.

- 3 Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем. Учебник для вузов. М: ООО «Магистр-Пресс». 2005. —536 с.
- 4 Ибатуллин И.Д. Кинетика усталостной повреждаемости и разрушения поверхностных слоев: монография / И.Д. Ибатуллин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 387 с
- 5 Пенкин Н.С., Пенкин А.Н., Сербии В.М. Основы трибологии и триботехники: учеб. пособие. - 2-е изд., стер. – М.: Машиностроение, 2011. – 208 с.

8.2. Дополнительная литература

1. Абаимов Р. В, Малащук П. А. Основы работоспособности технических систем Сыктывкар : СЛИ, 2007. -92 с.
2. Александров В.М., Чебаков М.И. Введение в механику контактных взаимодействий. - Ростов-на-Дону: Изд-во 000 1"ЦВВР", 2007. - 114 с.
3. Мышкин Н. К., Петроковец М. И. Трение, смазка, износ. Физические основы и технические приложения трибологии. — М.: ФИЗМАТЛИТ. 2007. - 368 с.
4. Сорокин, В.М. Основы триботехники и упрочнения поверхностей деталей машин /В.М. Сорокин, А.С. Курников / Курс лекций по дисциплине «Основы триботехники и технология упрочнения деталей» и задания для выполнения контрольной работы – Н. Новгород. Издательство ФГОУ ВПО ВГАВТ. 2006. – 296 с.

8.3. Методические указания и материалы по видам занятий

а) Методические указания по лабораторному практикуму.

8.4. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение: ОС *Windows, Microsoft Offis*.

Интернет-ресурсы: *alleng.ru, intuit.ru*.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

Техническая библиотека ИТИ, Техническая библиотека ПГУ им. Т.Г. Шевченко (учебно-методическая литература в бумажном и электронном виде, технические журналы, читальный зал).

Компьютерные классы с интерактивными досками и проекторами.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельную работу студента, консультации.

На завершающем этапе изучения каждого модуля необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для самоконтроля, проверить качество усвоения учебного материала. В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

По завершению изучения учебной дисциплины в семестре студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Форма проведения промежуточной аттестации – компьютерное тестирование. К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Курс 4 Семестр 7

Группа ИТ19ДР65НТ

Преподаватель – лектор Юрченко Е.В.

Преподаватели, ведущие практические занятия - Юрченко Е.В.

Наименование дисциплины/курса	Уровень образования (бакалавриат, специалитет, магистратура)	Статус дисциплины в учебном плане (А, Б, В)	Количество зачетных единиц	
«Трение и износ элементов подъемно-транспортных машин»	специалитет	Б	3	
СМЕЖНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПО УЧЕБНОМУ ПЛАНУ:				
Строительная механика и металлические конструкции				
БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ (проверка знаний и умений по дисциплине)				
Тема, задание или мероприятие текущего контроля	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Практическое занятие №1	ПЗ 1	аудиторная	2	4
Практическое занятие №2	ПЗ 2	аудиторная	2	4
Практическое занятие №3	ПЗ 3	аудиторная	2	4
Практическое занятие №4	ПЗ 4	аудиторная	2	4
Практическое занятие №5	ПЗ 5	аудиторная	2	4
Практическое занятие №6	ПЗ 6	аудиторная	2	4
Тест №1	ТК 1	аудиторная	13	26
РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ			25	50
Практическое занятие №7	ПЗ 7	аудиторная	2	4
Практическое занятие №8	ПЗ 8	аудиторная	2	4
Практическое занятие №9	ПЗ 9	аудиторная	2	4
Практическое занятие №10	ПЗ 10	аудиторная	2	4
Практическое занятие №11	ПЗ 11	аудиторная	2	4
Практическое занятие №12	ПЗ 12	аудиторная	2	4
Тест №2	ТК 2	аудиторная	13	26
РУБЕЖНЫЙ КОНТРОЛЬ			25	50
ИТОГО			50	100

Составитель,



доц.Е.В.Юрченко

Рабочая учебная программа рассмотрена методической комиссией инженерно-технического института протокол № 1 от «30» 09 2022 г. и признана соответствующей требованиям Федерального Государственного образовательного стандарта и учебного плана по специальности 2.23.05.01. НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Председатель УМК ИТИ



Е.А. Царюк