

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

Е.И. Луковникова

« 4 » декабря 2018г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Б1.В.ДВ.01.01

#### НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

15.06.01 Машиностроение

05.02.02 Машиноведение, системы приводов и детали машин

Квалификация (степень) выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Стр.

<b>1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ</b> .....	3
1.1 Цель дисциплины .....	3
1.2 Задачи дисциплины.....	3
1.3 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы .....	3
1.4 Требования к уровню освоения содержания дисциплины .....	3
<b>2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ</b> .....	5
2.1 Распределение объёма дисциплины по формам обучения .....	5
2.2 Распределение объёма дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость .....	5
<b>3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	6
3.1 Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы .....	6
3.2 Содержание лекционных занятий.....	6
3.3 Лабораторные работы.....	9
3.4 Практические занятия, семинары.....	9
3.5 Контрольные мероприятия .....	10
<b>4. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	11
<b>5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> ....	12
<b>6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	12
<b>7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	13
<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	13
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	14
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	15
<b>Приложение 1.</b> Аннотация рабочей программы дисциплины .....	16
<b>Приложение 2.</b> Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации .....	17
<b>Приложение 3.</b> Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе .....	22
<b>Приложение 4.</b> Содержание дисциплины для заочной формы обучения .....	23

# 1. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1. Цель дисциплины

Цель преподавания дисциплины – освоение знаний и приобретение навыков обеспечения эксплуатационных характеристик тяжело нагруженных соединений деталей машин.

## 1.2. Задачи дисциплины

К задачам освоения дисциплины относятся:

- изучение геометрических характеристик качества поверхностей;
- изучение методов описания шероховатых поверхностей;
- изучение основных моделей контактного взаимодействия шероховатых поверхностей;
- изучение методов расчета характеристик контакта для деталей с покрытиями;
- знание методов расчета основных эксплуатационных свойств тяжело нагруженных соединений деталей машин;
- изучение современных методов оптимального проектирования соединений деталей машин.

## 1.3. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина «Обеспечение эксплуатационных характеристик тяжело нагруженных соединений деталей машин» относится к вариативной части.

Дисциплина «Обеспечение эксплуатационных характеристик тяжело нагруженных соединений деталей машин» базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных дисциплин, как: материаловедение, теоретическая механика, сопротивление материалов.

Основываясь на изучении перечисленных дисциплин, «Обеспечение эксплуатационных характеристик тяжело нагруженных соединений деталей машин» представляет основу для изучения дисциплины (дисциплин): контактное взаимодействие шероховатых поверхностей, оптимальное проектирование машин, основы теории трения и изнашивания.

Такое системное междисциплинарное изучение направлено на достижение требуемого ФГОС уровня подготовки по квалификации Исследователь. Преподаватель-исследователь.

## 1.4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Код компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-1	способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства	<b>знать:</b> основные методы научно-исследовательской деятельности, используемые в машиностроении. <b>уметь:</b> использовать имеющиеся знания для интерпретации и оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов; оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства. <b>владеть:</b> Навыками оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования.
ОПК-2	способность формулировать	<b>знать:</b>

	и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	современные методы решения нетиповых задач математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера; <b>уметь:</b> - использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники; <b>владеть:</b> методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов.
ОПК-5	способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	<b>знать:</b> - планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов; <b>уметь:</b> - осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов; <b>владеть:</b> - планированием, постановкой и проведением экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов.
ПК-1	способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых узлов приводов и деталей машин, систем, процессов и явлений, относящихся к машиноведению	<b>знать</b> - формы представления математических моделей различных физических процессов и технических устройств на их основе, относящихся к машиноведению; <b>уметь</b> - осуществлять выбор адекватных объекту и предмету исследования методов и методик научного исследования; <b>владеть</b> - навыками анализа и систематизации результатов научно-исследовательской работы.
ПК-2	способность разрабатывать прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических исследований	<b>знать:</b> - прикладное программное обеспечение; <b>уметь:</b> - создавать прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических и экспериментальных исследований; <b>владеть:</b> - созданием прикладного программного обеспечения для решения задач теоретических и экспериментальных исследований.
ПК-4	способность определять механические свойства конструкционных материалов методами разрушающего и неразрушающего контроля	<b>знать:</b> - закономерности влияния состава структуры материалов на их механические свойства. <b>уметь:</b> - определять и проводить статистическую обработку результатов механических испытаний; <b>владеть:</b> - методами определения основных механических свойств материалов.

ПК-5.	способность определять методы повышения долговечности узлов машин	определять повышения деталей и	<b>знать</b> - фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины; <b>уметь</b> - определять факторы, влияющие на долговечность надежности отдельных узлов и деталей машин; <b>владеть:</b> - методами повышения долговечности деталей машины на всех этапах ее создания и эксплуатации.
-------	---	--------------------------------	---

## 2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ДИСЦИПЛИНЫ ПО ФОРМАМ ОБУЧЕНИЯ И ВИДАМ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

### 2.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Очная	2,3	4,5	108	51	34	-	17	30		Зачет Экзамен
Заочная	2	3	108	12	8	-	69	-	-	Экзамен
Очно-заочная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 2.2. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость

Вид учебной работы	Трудоемкость, часов	в т.ч. в инновационной форме, час.	Распределение по семестрам, час	
			4	5
Аудиторные занятия (всего)	51	-	17	34
Лекции (Лк)	34	-	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	-	-	17
Самостоятельная работа (СР) (всего)	30	-	19	11
Подготовка к практическим занятиям	5	-	-	5
Подготовка к зачету	10	-	10	-
Подготовка к экзамену	15	-	9	6
Вид промежуточной аттестации	Зачет, Экзамен 27	-	Зачет	Экзамен 27
Общая трудоемкость дисциплины, час.	108	-	-	-
	зач. ед.	3	-	2

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Виды учебной работы; часы			
		Лекции	Практические занятия	СР*	Всего часов
1.	Геометрия поверхностей деталей машин.	6	3	5	14
2.	Основные модели контактного взаимодействия шероховатых поверхностей.	6	3	5	14
3.	Контактирование шероховатых поверхностей через слой покрытия.	6	3	5	14
4.	Обеспечение эксплуатационных свойств соединений деталей машин.	8	4	10	22
5.	Оптимальное проектирование тяжело нагруженных соединений деталей машин.	8	4	5	17
<b>ИТОГО</b>		<b>34</b>	<b>17</b>	<b>30</b>	<b>81</b>

#### 3.2. Содержание лекционных занятий

Номер, наименование разделов дисциплины	Наименование тем (разделов)	Объем в часах	Вид занятия в инновационной форме
1. Геометрия поверхностей деталей машин.	<p>Тема: Геометрические характеристики качества поверхностей. Отклонение от правильных геометрических форм. Волнистость, шероховатость. Субмикрошероховатость. Стандарты СР и ISO. Высотные параметры шероховатости. Шаговые параметры шероховатости. Кривая опорной поверхности. Описание степенной функцией и бета-функцией.</p> <p>Тема: Методы описания шероховатых поверхностей. Детерминированная модель шероховатости. Модель в виде нормального случайного поля. Модель Д. Гринвида и Дж. Уильямсона. Модель И.В. Крагельского и Н.Б. Демкина. Применение корреляционного анализа для описания шероховатости. Фрактальная и дискретно-фрактальная модели шероховатости. Форма единичной неровности. Распределение неровностей по высоте.</p>	6	-
2. Основные модели контактного взаимодействия шероховатых поверхностей.	<p>Тема: Упругий контакт шероховатых поверхностей: Упругий контакт единичной поверхности. Задача Герца. Взаимное влияние неровностей. Решение Штаермана. Контакт шероховатой поверхности с упругим полупространством. Контакт двух шероховатых поверхностей. Эквивалентная поверхность. Контактные характеристики:</p>	6	-

	<p>относительная площадь контакта, плотность зазоров в стыке. Силовой упругогеометрический параметр.</p> <p>Тема: Вязкоупругий контакт шероховатых поверхностей:</p> <p>Модели вязкоупругих материалов. Теория наследственности Больцмана-Вольтерра. Управления линейкой вязкоупругости. Ядро и резольвента интегрального уравнения. Ядро Кольрауша-Слонимского. Экспотенциальное ядро. Ядро в виде суммы экспотенциальных функций. Ядро Бронского-Слонимского. Ядро Колтунова. Изменение относительной площади контакта во времени. Влияние температуры на механические свойства вязкоупругого материала.</p> <p>Тема: Упругопластический контакт шероховатых поверхностей:</p> <p>Обзор методик расчета упругопластического контакта. Описание свойств упрочняемых материалов. Идеальное жесткопластическое тело. Упругое идеально жесткопластическое тело. Модели Людвика и Холломана. Критериипластичности. Взаимное влияние шероховатостей на критерии пластичности. Модель Дрозда-Матлина. Модель Воронина. Описание упругопластического контакта с использованием кинетических кривых индентирования. Кривая нагружения. Распределение контактного давления на площадке контакта. Кривая разгрузки. Упругое продавливание и пластическое вытеснение материала: эффекты «sink-in» и «pile-up». Аналитическое описание геометрии контакта. Метод подобия деформационных характеристик. Пластическая твердость, применение результатов конечно-элементного анализа. Влияние упрочняемости материалов. Контакт жесткой шероховатой поверхности с упругопластическим упрочняемым полупространством. Контактные характеристики: относительная площадь контакта и плотность зазоров в стыке. Влияние параметров упрочняемости.</p>		
<p><b>3.</b> Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей через слой покрытия.</p>	<p>Тема: Определение упругих свойств топокомполитов.</p> <p>Перспектива использования покрытий в машиностроении. Жесткая модель слоистого упругого тела при внедрении в него сферического индентора и нагружения его распределенной нагрузкой. Жесткая модель двухслойных упругих покрытий. Определение упругих характеристик композитного слоистого тела.</p> <p>Тема: Контактное взаимодействие шероховатой поверхности через слой упругого и вязкоупругого покрытия.</p> <p>Определение упругих характеристик при внедрении отдельной неровности. Влияние</p>	<p>6</p>	<p>-</p>

	<p>толщины покрытия и относительной площади контакта отдельной неровности. Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей через слой упругого и вязкоупругого покрытия. Влияние толщины упругого покрытия на относительную площадь контакта. Влияние величины нагрузки и времени ее действия на относительную площадь контакта при вязкоупругом покрытии.</p> <p>Тема: Контактное взаимодействие шероховатой поверхности через слой упругопластического покрытия.</p> <p>Внедрение единичной неровности в упругопластическое покрытие. Влияние формы распределенной нагрузки на упругие свойства топокомпозита. Моделирование контакта шероховатой поверхности через слой упругопластического покрытия. Учет выдавливания материала. Влияние толщины покрытия и характеристик упрочняемости материала покрытия на относительную площадь контакта.</p>		
<p><b>4.</b> Обеспечение эксплуатационных свойств соединений деталей машин.</p>	<p>Тема: Обеспечение износостойкости. Причины выхода из строя деталей машин. Основная расчетная схема интенсивности изнашивания. Средний диаметр зоны контакта. Число циклов фрикционного взаимодействия. Константы фрикционной усталости. Число циклов до разрушения.</p> <p>Тема: Определение коэффициента трения. Молекулярно-механическая теория трения. Молекулярная и деформационная составляющие. Контакты физико-механических свойств. Коэффициент гистерезисных потерь. Расчетное значение коэффициента трения. Минимальное значение коэффициента трения. Влияние контактных давлений.</p> <p>Тема: Обеспечение прочности посадок с натягом, усталостной прочности и коррозионной стойкости. Условие обеспечения прочности посадок с натягом. Наибольший вращающий момент. Связь контактного давления с величиной натяга. Определение величины натяга. Состояние поверхностных слоев. Коэффициент напряжений. Остаточные напряжения. Факторы, влияющие на сопротивляемость усталости деталей машин. Сопротивление разрушающему действию внешней среды. Физико-механическое состояние поверхностного слоя. Изменения коррозионной стойкости при механической обработке. Степень упрочнения. Скорость коррозии.</p> <p>Тема: Обеспечение герметичности соединений. Механизм образования утечки. Режимы истечения газовой среды. Формула Пуазейля.</p>	<p>8</p>	<p>-</p>



	<p>Модели для расчета герметичности. Приведенный зазор. Пористое тело. Перколяционные модели. Параметры микроканалов. Периметр и площадь сечения. Плотность зазоров в стыке. Доля эффективных микроканалов. Функционал проницаемости. Герметизирующая способность стыка. Влияние распределения контактного давления.</p>		
<p>5. Оптимальное проектирование тяжело нагруженных соединений деталей машин.</p>	<p>Тема: Математическая постановка оптимального проектирования. Исходные данные на проектирование. Формализация процесса проектирования. Формулирование данных на проектирование. Выбор концепции. Оптимизация. Детализация. Подэтапы оптимизации: постановка задачи; составление таблицы испытаний; выбор критериальных ограничений; проверка разрешенности задачи. Блок-схема оптимального проектирования конструкции. Генератор ЛП<sub>т</sub> – последовательностей. Используемые математические модели: напряженно-деформированного состояния; контакта шероховатых поверхностей; определения эксплуатационных свойств; динамического напряжения; изнашивания; разрушения.</p> <p>Тема: Оптимальное проектирование затворов трубопроводной арматуры. Формулирование исходных данных. Выбор параметрических ограничений. Выбор пробных точек в пространстве исходных параметров. Введение функциональных ограничений и критериев качества. Определение погонного усилия обеспечивающего заданную интенсивность утечки. Проверка статической прочности. Проверка объемной усталостной прочности. Определение числа циклов нагружения, при которых сохраняются требования по герметичности. Примеры оптимального проектирования.</p>	8	-
	<b>ИТОГО</b>	<b>34</b>	

### 3.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

### 3.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в инноваци онной форме</i>
1	1.	Построение кривой опорной поверхности. Расчет функции распределения неровностей по высоте.	3	-
2	2.	Расчеты контактных характеристик при разных видах контакта шероховатых поверхностей.	3	-

3	3.	Определение упругих характеристик топокомполитов. Расчет контактных характеристик при контактировании шероховатой поверхности через слой покрытия.	3	-
4	4.	Расчеты коэффициента трения. Расчеты износостойкости соединений с натягом. Расчеты герметичности соединений.	4	-
5	5.	Оптимальное проектирование затворов трубопроводной арматуры.	4	-
<b>ИТОГО</b>			<b>17</b>	<b>-</b>

### 3.5. Контрольные мероприятия:

Учебным планом не предусмотрено.

**4. МАТРИЦА СООТНЕСЕНИЯ РАЗДЕЛОВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ К ФОРМИРУЕМЫМ В НИХ КОМПЕТЕНЦИЯМ И ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<i>№, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Компетенции</i>	<i>Кол-во часов</i>	<i>Компетенции</i>							<i>Σ комп.</i>	<i>t<sub>ср</sub> час</i>	<i>Вид учебной работы</i>	<i>Оценка результатов</i>
			<i>ОПК</i>			<i>ПК</i>							
			<i>1</i>	<i>2</i>	<i>5</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>5</i>				
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Геометрия поверхностей деталей машин.		14	+	+	+	+	+	+	+	7	2	ЛК, СР, ПЗ	<b>ЗАЧЕТ, ЭКЗАМЕН</b>
2. Основные модели контактного взаимодействия шероховатых поверхностей.		14	+	+	+	+	+	+	+	7	2	ЛК, СР, ПЗ	
3. Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей через слой покрытия.		14	+	+	+	+	+	+	+	7	2	ЛК, СР, ПЗ	
4. Обеспечение эксплуатационных свойств соединений деталей машин.		22	+	+	+	+	+	+	+	7	3,1	ЛК, СР, ПЗ	
5. Оптимальное проектирование тяжело нагруженных соединений деталей машин.		17	+	+	+	+	+	+	+	7	2,4	ЛК, СР, ПЗ	
		<b>81</b>								<b>7</b>	<b>11,5</b>		

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Огар П.М. Контактные задачи в герметологии неподвижных соединений / П.М. Огар, Д.Б. Горохов, А.С. Кожевников. Братск: Изд-во БрГУ, 2017. 242 с.
2. Огар П.М., Механика контактирования шероховатых поверхностей / П.М. Огар, Д.Б. Горохов, А.В. Турченко. Братск: Изд-во БрГУ, 2016. 282 с.
3. Огар П.М. Проектирование затворов специальной трубопроводной арматуры / Огар П.М, Тарасов В.А. Братск: Изд-во БрГУ, 2014. 191 с.
4. Крагельский И.В., Основы расчетов на трение и износ / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. – М.: Машиностроение, 1977. 526с.
5. Пенкин Н. С. Основы трибологии и триботехники / Н.С. Пенкин, А.Н. Пенкин, В.М. М.: Машиностроение, 2008. - 208 с.
6. Трение, изнашивание и смазка. Справочник в 2 кн. /Под ред. И.В.Крагельского, В.В.Алисына. М.: Машиностроение, Кн.1. 1978. 400с., Кн. 2. 1979. – 358с.

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ (сквоз-ная нумерация)	<i>Наименование издания (автор, заглавие, выходные данные)</i>	<i>Вид занятия (Лк, ЛР, ПЗ, СР...)</i>	<i>Кол-во экземпляров в библиотеке, шт.</i>	<i>Обеспеченность (экземпляр на 1 обучающегося)</i>
1	2	3	4	5
<b>Основная литература</b>				
1.	Огар П.М. Оптимальное проектирование затворов трубопроводной арматуры / П.М. Огар, В.А. Тарасов, И.И. Корсак Братск: Изд-во БрГУ, 2012. 145 с.	Лк, ПЗ, СР	46	1
2.	Огар П.М. Герметичность металлополимерных стыков шероховатых поверхностей. / П.М. Огар, Д. Лханаг, Р.Н. Шеремета. Братск: БрГУ, 2006. –159 с.	Лк, ПЗ, СР	38	1
<b>Дополнительная литература</b>				
3.	Продан В.Д. Техника герметизации разъемных неподвижных соединений : учебное пособие / В. Д. Продан. - М.: Машиностроение, 1991. - 159 с.	Лк, ПЗ, СР	5	1
4	Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. Примеры решения задач : учебно-методический комплекс / В. В. Шелофаст, Т. Б. Чугунова. - М. : АПМ, 2004. - 240 с.	Лк, ПЗ, СР	71	1
5.	Крагельский И.В., Михин Н.М. Узлы трения машин. М.: Машиностроение, 1984. 277с.	Лк, ПЗ, СР	8	1
6.	Гаркунов Д. Н. Триботехника: конструирование, изготовление и эксплуатация машин: учебник / Д. Н. Гаркунов. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : МСХА, 2002. - 630 с. 26	Лк, ПЗ, СР	26	1

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронный каталог библиотеки БрГУ  
[http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=](http://irbis.brstu.ru/CGI/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK&S21CNR=&Z21ID=)
2. Электронная библиотека БрГУ  
<http://ecat.brstu.ru/catalog> .
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»  
<http://biblioclub.ru> .
4. Электронно-библиотечная система «Издательство «Лань»  
<http://e.lanbook.com> .
5. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru> .
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://elibrary.ru> .
7. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)  
<https://uisrussia.msu.ru/> .
8. Национальная электронная библиотека НЭБ  
<http://xn--90ax2c.xn--plai/how-to-search/> .
9. Информационный центр «Библиотека имени К. Д. Ушинского» РАО. – URL:  
<http://www.gnpbu.ru>.
10. Научная библиотека Российской академии народного хозяйства и государственной службы при президенте Российской Федерации. – URL: <https://lib.ranepa.ru/ru>
11. Электронная гуманитарная библиотека МГУ. – URL: <http://gumfak.ru>.
12. Научная библиотека МГУ им. Ломоносова. – URL: <http://nbgmu.ru>.
13. Электронный журнал «Психолого-педагогические исследования». – URL:  
<http://psyedu.ru>.
14. Институт научной информации по общественным наукам (ИНИОН) РАН. – URL:  
<http://inion.ru>
15. Российский государственный гуманитарный университет, научная библиотека. – URL: <https://liber.rsuh.ru>.
16. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>.

## **8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, обучающиеся должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке ФГБОУ ВО «БрГУ», получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия.

Практическое занятие ограничено связано с другими формами организации учебно-воспитательного процесса, включая, прежде всего, самостоятельную работу аспирантов. На практические занятия выносятся узловые темы курса, усвоение которых определяет качество профессиональной подготовки аспирантов.

Особенностью практического занятия является возможность равноправного и активного участия каждого аспиранта в обсуждении рассматриваемых вопросов.

В ходе подготовки к практическим занятиям изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

В ходе практических занятий принимать активное участие в обсуждении учебных вопросов: выступать с докладами, рефератами, обзорами научных статей, отдельных публикаций периодической печати, касающихся содержания темы практического занятия. В ходе своего выступления использовать технические средства обучения.

С целью более глубокого усвоения изучаемого материала задавать вопросы преподавателю. После подведения итогов практического занятия устранить недостатки, отмеченные преподавателем.

При подготовке к зачету и экзамену повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, вынесенных на зачет, экзамен и содержащихся в данной программе. Использовать литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется обучающимся по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Содержание внеаудиторной самостоятельной определяется в соответствии с рекомендуемыми видами заданий согласно примерной и рабочей программ учебной дисциплины.

Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы являются:

- *для овладения знаниями*: чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами, учебно-исследовательская работа, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета и др.

- *для закрепления и систематизации знаний*: работа с конспектом лекции, обработка текста, повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, аудио и видеозаписей, составление плана, составление таблиц для систематизации учебного материала, ответ на контрольные вопросы, заполнение рабочей тетради, аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, конспект-анализ и др), подготовка мультимедиа сообщений/докладов к выступлению на семинаре (конференции), подготовка реферата, составление библиографии и др.

- *для формирования умений*: решение задач и упражнений по образцу, решение вариативных задач, выполнение чертежей, схем, выполнение расчетов (графических работ), решение ситуационных (профессиональных) задач, проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности, опытно экспериментальная работа, рефлексивный анализ профессиональных умений с использованием аудио- и видеотехники и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся может осуществляться в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине и внеаудиторную самостоятельную работу аспирантов по дисциплине, может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. ОС Windows 7 Professional;
2. Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level;
3. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Security;
4. Ай-Логос Система дистанционного обучения;
5. Программное обеспечение для мультимедиа-лингафонного комплекта RINEL-LINGO, позволяющего реализовать функциональные возможности мультимедийного компьютерного класса;
6. ПО "Антиплагиат".

**10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ  
ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

<i>Вид занятия</i>	<i>Наименование аудитории</i>	<i>Перечень основного оборудования</i>	<i>№ ЛР или ПЗ (согласно п. 4.3,4.4 РПД)</i>
1	2	3	4
Лк	Лекционная аудитория (мультимедийный класс)	Интерактивная доска «SMART» Интерактивный планшет Wacom RL-2200 Системный блок РЧ-351, учебная мебель	-
ПЗ	Научно-исследовательская лаборатория	Системный блок ATHLONx2 7550/GeForce, Терминал LCP 19 Samsung E1920NR, Персол. Компьютер iRU-corp i5-3470 Монитор Samsung 21.5 S22B350BRed-BlackF, Планшетный ПК Acer Iconia Tab A501 10", МФУ canon LaserBase MF-3228 принтер/копир/сканер, Графическая станция IPU Corp 17-4930K (Монитор LG 23)	№1-№5
СР	Читальный зал № 1	Учебная мебель Оборудование 10-ПК i5-2500/H67/4Gb(монитор TFT19 Samsung); принтер HP LaserJet P2055D	-

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы дисциплины**  
**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК**  
**ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

**1. Цель и задачи дисциплины**

Целью изучения дисциплины является:

освоение знаний и приобретение навыков обеспечения эксплуатационных характеристик тяжело нагруженных соединений деталей машин.

Задачей изучения дисциплины является:

- изучение геометрических характеристик качества поверхностей;
- изучение методов описания шероховатых поверхностей;
- изучение основных моделей контактного взаимодействия шероховатых поверхностей;
- изучение методов расчета характеристик контакта для деталей с покрытиями;
- знание методов расчета основных эксплуатационных свойств тяжело нагруженных соединений деталей машин;
- изучение современных методов оптимального проектирования соединений деталей машин.

**2. Структура дисциплины**

2.1 Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетных единицы.

2.2 Основные разделы дисциплины:

- 1 – Геометрия поверхностей деталей машин;
- 2 - Основные модели контактного взаимодействия шероховатых поверхностей;
- 3 - Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей через слой покрытия;
- 4 - Обеспечение эксплуатационных свойств соединений деталей машин;
- 5 - Оптимальное проектирование тяжело нагруженных соединений деталей машин.

**3. Планируемые результаты обучения (перечень компетенций)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства - ОПК-1;

- способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники - ОПК-2;

- способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов - ОПК-5;

- способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых узлов приводов и деталей машин, систем, процессов и явлений, относящихся к машиноведению - ПК-1;

- способность разрабатывать прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических исследований - ПК-2;

- способность определять механические свойства конструкционных материалов методами разрушающего и неразрушающего контроля - ПК-4;

- способность определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин - ПК-5.

**4. Вид промежуточной аттестации:** экзамен, зачет.



**ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ  
И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**1. Описание фонда оценочных средств (паспорт)**

<b>№ компетенции</b>	<b>Элемент компетенции</b>	<b>Раздел</b>	<b>Тема</b>	<b>ФОС</b>
ОПК-1	способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства	1. Геометрия поверхности и деталей машин.	1.1. Геометрические характеристики качества поверхностей. 1.2. Методы описания шероховатых поверхностей.	Экзаменационный вопрос №1; Вопрос к зачету № 1.
ОПК-2		2. Основные модели контактного взаимодействия шероховатых поверхностей и.	2.1. Упругий контакт шероховатых поверхностей; 2.2. Вязкоупругий контакт шероховатых поверхностей:	Экзаменационные вопросы №2, 6, 10; Вопросы к зачету
ОПК-5		3. Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей и через слой покрытия.	3.1. Определение упругих свойств топокомпозитов. 3.2. Контактное взаимодействие шероховатой поверхности через слой упругого и вязкоупругого покрытия. 3.3. Контактное взаимодействие шероховатой поверхности через слой упругопластического покрытия.	Экзаменационные вопросы №3, 7, 11; Вопросы к зачету №2, 6, 10.
		4. Обеспечение эксплуатационных свойств соединений деталей машин.	4.1. Обеспечение износостойкости. 4.2. Определение коэффициента трения. 4.3. Обеспечение прочности посадок с натягом, усталостной прочности и коррозионной стойкости. 4.4. Обеспечение герметичности	Экзаменационные вопросы №4, 8, 12; Вопросы к зачету №4, 8, 12.
ПК-1	способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов			
ПК-2	способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых узлов приводов и деталей машин, систем, процессов и явлений, относящихся к машиноведению			
	способность разрабатывать			

ПК-4	прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических исследований	5. Оптимальное проектирование тяжело нагруженных соединений деталей машин.	соединений. 5.1. Математическая постановка оптимального проектирования. 5.2. Оптимальное проектирование затворов трубопроводной арматуры.	Экзаменационные вопросы №5, 9, 13 . Вопросы к зачету №5, 9, 13.
	способность определять механические свойства конструкционных материалов методами разрушающего и неразрушающего контроля			
ПК-5.	способность определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин			

## 2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине «Обеспечение эксплуатационных характеристик тяжело нагруженных соединений деталей машин» проводится в форме зачета, экзамена.

	Компетенции (согласно п.1.4)		ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	№ и наименование раздела (согласно п.3.1)	
	Код	Определение			
1			3		
1.	ОПК-1	способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства	1. Современные методы описания макро- и микрогеометрии поверхностей деталей машин.	Геометрия поверхностей деталей машин.	
			2. Критерий достоверности математической модели шероховатой поверхности.	Основные модели контактного взаимодействия шероховатых поверхностей.	
			3. Цели нанесения покрытий на поверхности деталей машин.	Контактирование шероховатых поверхностей через слой покрытия.	
	ОПК-2		способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	4. Основные эксплуатационные свойства деталей машин.	Обеспечение эксплуатационных свойств соединений деталей машин.
			5. Суть оптимального проектирования соединений деталей машин.	Оптимальное проектирование тяжело нагруженных соединений деталей машин.	
	ОПК-5	способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	6. Критерий перехода от упругого к упругопластическому контакту единично микронеровности.	Основные модели контактного взаимодействия шероховатых поверхностей.	
	ПК-1		7. Влияние толщины покрытия на относительную шероховатых	Контактирование шероховатых	

ПК-2	способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых узлов приводов и деталей машин, систем, процессов и явлений, относящихся к машиноведению	площадь пятна.	поверхностей через слой покрытия.	
		<b>8.</b> Контактные характеристики, влияющие на герметичность соединений.	Обеспечение эксплуатационных свойств соединений деталей машин.	
		<b>9.</b> Критерии при проектировании уплотнительных соединений.	Оптимальное проектирование тяжело нагруженных соединений деталей машин.	
	ПК-4	способность разрабатывать прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических исследований	<b>10.</b> В чем суть дискретной модели шероховатой поверхности?	Основные модели контактного взаимодействия шероховатых поверхностей.
			<b>11.</b> Суть жесткой модели слоистого полупространства.	Контактирование шероховатых поверхностей через слой покрытия.
	ПК-5	способность определять механические свойства конструкционных материалов методами разрушающего и неразрушающего контроля	<b>12.</b> Влияние высотных и шаговых параметров шероховатости на эксплуатационные свойства соединений.	Обеспечение эксплуатационных свойств соединений деталей машин.
			<b>13.</b> Многокритериальная постановка оптимального проектирования герметизирующих устройств.	Оптимальное проектирование тяжело нагруженных соединений деталей машин.
	способность определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин			

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

	Компетенции (согласно п.1.4)		ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ	№ и наименование раздела (согласно п.3.1)
	Код	Определение		
1			3	
1.	ОПК-1	способность научно обоснованно оценивать новые решения в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства	<b>1.</b> Суть различных параметров шероховатости, волнистости и отклонений форм.	Геометрия поверхностей деталей машин.
			<b>2.</b> Функция распределения микронеровностей при использовании дискретной модели шероховатости.	Основные модели контактного взаимодействия шероховатых поверхностей.
			<b>3.</b> Приведенный модуль упругости сложного полупространства.	Контактирование шероховатых поверхностей через слой покрытия.
	ОПК-2	способность формулировать и решать нетиповые задачи математического, физического, конструкторского, технологического,	<b>4.</b> Расчетное определение коэффициента трения.	Обеспечение эксплуатационных свойств соединений деталей машин.
			<b>5.</b> Мероприятия снижающие	Оптимальное

	электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники	интенсивность изнашивания узлов трения.	проектирование тяжело нагруженных соединений деталей машин.
ОПК-5	способность планировать и проводить экспериментальные исследования с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов	<b>6.</b> Постановка расчета относительной площади контакта шероховатых поверхностей при упругопластическом контакте.	Основные модели контактного взаимодействия шероховатых поверхностей.
ПК-1	способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых узлов приводов и деталей машин, систем, процессов и явлений, относящихся к машиноведению	<b>7.</b> Качественное влияние толщины покрытия при упругом и упругопластическом контактах.	Контактирование шероховатых поверхностей через слой покрытия.
ПК-2	способность разрабатывать прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических исследований	<b>8.</b> Сущность расчета эксплуатационных свойств при описании опорной кривой профиля параболой и отношением бета-функции.	Обеспечение эксплуатационных свойств соединений деталей машин.
ПК-4	способность определять механические свойства конструкционных материалов методами разрушающего и неразрушающего контроля	<b>9.</b> Математические модели используемые при оптимальном проектировании соединений деталей машин.	Оптимальное проектирование тяжело нагруженных соединений деталей машин.
ПК-5.	способность определять методы повышения долговечности деталей и узлов машин	<b>10.</b> Модель шероховатости в виде нормального случайного поля.	Основные модели контактного взаимодействия шероховатых поверхностей.
		<b>11.</b> Математическая модель для расчета контактных характеристик соединений с покрытиями поверхностей.	Контактирование шероховатых поверхностей через слой покрытия.
		<b>12.</b> Алгоритм определения эксплуатационных свойств деталей машин.	Обеспечение эксплуатационных свойств соединений деталей машин.
		<b>13.</b> Решение противоречия при обеспечении герметичности и ресурса клапанных соединений.	Оптимальное проектирование тяжело нагруженных соединений деталей машин.

### 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Оценка	Критерии
<b>Знать</b> ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5. -основные методы научно-исследовательской деятельности, используемые в машиностроении. - современные методы решения нетиповых задач математического,	<b>отлично</b>	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая

<p>физического, конструкторского, технологического, электротехнического характера;  -планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов;  -прикладное программное обеспечение;  - закономерности влияния состава структуры материалов на их механические свойства.</p>		<p>сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной терминологии по дисциплине. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные обучающимся самостоятельно в процессе ответа.</p>
<p>-фундаментальные основы долговечности и надежности отдельных узлов и деталей машины;  <b>Уметь</b>  ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5.  - использовать имеющиеся знания для интерпретации и оценки новых решений в области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования, а также средств технологического оснащения производства.</p>	<b>хорошо</b>	<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной терминологии по дисциплине. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные обучающимся с помощью преподавателя.</p>
<p>- использовать современные методы исследования при решении задач конструкторского, технологического, электротехнического характера при проектировании, изготовлении и эксплуатации новой техники;  - осуществлять планирование, постановку и проведение экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов;  - осуществлять выбор адекватных объекту и предмету исследования методов и методик научного исследования;</p>	<b>удовлетворительно</b>	<p>Дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Обучающийся не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции.</p>
<p>- создавать прикладное программное обеспечение для решения задач теоретических и экспериментальных исследований;  - определять факторы, влияющие на долговечность надежности отдельных узлов и деталей машин;  <b>Владеть</b>  ОПК-1, ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-5.  - навыками оценки новых решений в</p>	<b>неудовлетворительно</b>	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология по дисциплине не используется. Дополнительные и</p>

<p>области построения и моделирования машин, приводов, оборудования, технологических систем и специализированного машиностроительного оборудования.</p>		<p>уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося.</p>
<p>- методами анализа и оценки новизны, актуальности, достоверности и представления получаемых результатов. - планированием, постановкой и проведением экспериментальных научных исследований с последующим адекватным оцениванием получаемых результатов.</p>	<p><b>зачтено</b></p>	<p>Оценка «зачтено» выставляется в случае, если аспирант демонстрирует: - всестороннее знание теоретических основ дисциплины, - выполнение с несущественными ошибками типовых заданий; - знание основных методов научных исследований в области тяжело нагруженных соединений деталей машин.</p>
<p>- навыками анализа и систематизации результатов научно-исследовательской работы. - созданием прикладного программного обеспечения для решения задач теоретических и экспериментальных исследований. - методами повышения долговечности деталей машины на всех этапах ее создания и эксплуатации.</p>	<p><b>не зачтено</b></p>	<p>Оценка «незачтено» выставляется в случае, если аспирант демонстрирует: - существенные пробелы в знании материала; - принципиальные ошибки при выполнении типовых заданий; - незнание основных методов научных исследований в области тяжело нагруженных соединений деталей машин</p>

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности

Фонд оценочных средств по дисциплине «Обеспечение эксплуатационных характеристик тяжело нагруженных соединений деталей машин» находится на выпускающей кафедре «Машиноведение, механика и инженерная графика».

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

*Протокол о дополнениях и изменениях в рабочей программе  
на 2020 – 2021 учебный год*

1. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие дополнения:

Дополнений нет

---

---

2. В рабочую программу по дисциплине вносятся следующие изменения:

Изменений нет

---

---

Рабочая программа соответствует учебному плану очной формы обучения от 03 марта 2020г. №118,  
и заочной формы обучения от 03 марта 2020г. №118

---

---

*Протокол заседания кафедры № 1 от «07» сентября 2020 г.,*

И.о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_



Фрейберг С.А.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

**Содержание дисциплины для заочной формы обучения**

**2.1. Распределение объема дисциплины по формам обучения**

Форма обучения	Курс	Семестр	Трудоемкость дисциплины в часах						Курсовая работа (проект), контрольная работа, реферат, РГР	Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)
			Всего часов (с экз.)	Аудиторных часов	Лекции	Лабораторные работы	Семинары	Практические занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Заочная	2	3	108	12	8	-	4	69	-	Экзамен

**2.2. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость**

Вид учебной работы	Трудоемкость, часов	в т.ч. в инновационной форме, час.	Распределение по семестрам, час
			3
Аудиторные занятия (всего)	12	-	12
Лекции (Лк)	8	-	8
Практические занятия (ПЗ)	4	-	4
Самостоятельная работа (СР) (всего)	69	-	69
Подготовка к практическим занятиям	30	-	30
Подготовка к зачету	39	-	39
Вид промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	Экзамен 27	-	Экзамен 27
Общая трудоемкость дисциплины, час.	108	-	108
зач. ед.	3	-	3

**3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**3.1. Распределение разделов дисциплины по видам учебной работы**

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Виды учебной работы; часы			
		Лекции	Практические занятия	СР*	Всего часов
1.	Геометрия поверхностей деталей машин.	1	-	10	11
2.	Основные модели контактного взаимодействия шероховатых поверхностей.	2	2	20	24
3.	Контактирование шероховатых поверхностей через слой покрытия.	2	-	13	15



4.	Обеспечение эксплуатационных свойств соединений деталей машин.	1		13	14
5.	Оптимальное проектирование тяжело нагруженных соединений деталей машин.	2	2	13	17
<b>ИТОГО</b>		<b>8</b>	<b>4</b>	<b>69</b>	<b>81</b>

### 3.2. Содержание лекционных занятий

<i>Номер, наименование разделов дисциплины</i>	<i>Наименование тем (разделов)</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в инновационной форме</i>
1. Геометрия поверхностей деталей машин.	Тема: Геометрические характеристики качества поверхностей. Тема: Методы описания шероховатых поверхностей.	1	-
2. Основные модели контактного взаимодействия шероховатых поверхностей.	Тема: Упругий контакт шероховатых поверхностей: Тема: Вязкоупругий контакт шероховатых поверхностей: Тема: Упругопластический контакт шероховатых поверхностей:	2	-
3. Контактное взаимодействие шероховатых поверхностей через слой покрытия.	Тема: Определение упругих свойств топокомполитов. Тема: Контактное взаимодействие шероховатой поверхности через слой упругого и вязкоупругого покрытия. Тема: Контактное взаимодействие шероховатой поверхности через слой упругопластического покрытия.	2	-
4. Обеспечение эксплуатационных свойств соединений деталей машин.	Тема: Обеспечение износостойкости. Тема: Определение коэффициента трения. Тема: Обеспечение прочности посадок с натягом, усталостной прочности и коррозионной стойкости. Тема: Обеспечение герметичности соединений.	1	-
5. Оптимальное проектирование тяжело нагруженных соединений деталей машин.	Тема: Математическая постановка оптимального проектирования. Тема: Оптимальное проектирование затворов трубопроводной арматуры.	2	-
<b>ИТОГО</b>		<b>8</b>	<b>-</b>

### 3.3. Лабораторные работы

Учебным планом не предусмотрено.

### 3.4. Практические занятия

<i>№ п/п</i>	<i>Номер раздела дисциплины</i>	<i>Наименование тем практических занятий</i>	<i>Объем в часах</i>	<i>Вид занятия в инноваци онной форме</i>
1	1.	Построение кривой опорной поверхности. Расчет функции распределения неровностей по высоте.	0,5	-
2	2.	Расчеты контактных характеристик при разных видах контакта шероховатых поверхностей.	0,5	-
3	3.	Определение упругих характеристик топокомполитов. Расчет контактных характеристик при контактировании шероховатой поверхности через слой покрытия.	1	-
4	4.	Расчеты коэффициента трения. Расчеты износостойкости соединений с натягом. Расчеты герметичности соединений.	1	-
5	5.	Оптимальное проектирование затворов трубопроводной арматуры.	1	-
<b>ИТОГО</b>			<b>4</b>	<b>-</b>

### 3.5. Контрольные мероприятия:

Учебным планом не предусмотрено.

Программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.06.01 - Машиностроение от «30» июля 2014г. №881

для набора 2015 года учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от от «03»декабря 2018 г. №687.

для набора 2016 года учебным планом ФГБОУ ВО «БрГУ» для очной формы обучения от от «03»декабря 2018 г. №687.


**Программу составил:**

Огар П.М., д.т.н., профессор



Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ММиИГ от «14»декабря 2018 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой ММиИГ

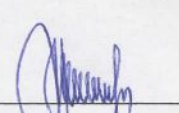


Л.П. Григоревская

**СОГЛАСОВАНО:**

Начальник

Управления аспирантуры и докторантуры



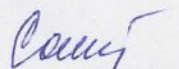
Е.В. Нестер

Руководитель направления подготовки



П.М. Огар

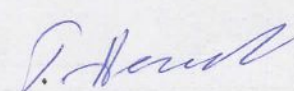
Директор библиотеки



Т.Ф. Сотник

Начальник

учебно-методического управления



Г.П. Нежевец

Регистрационный № 148