

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института металлургии,  
машиностроения и материалобработки  
А.С. Савинов  
«11» сентября 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Направление подготовки

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль программы

Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

Заочная

Институт  
Кафедра

Курс

Металлургии, машиностроения и материалобработки  
Проектирования и эксплуатации металлургических ма-  
шин и оборудования

5

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утвержденного приказом МОиН РФ от 20 октября 2015 г. № 1170.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования «08» сентября 2017 г., протокол № 2


Зав. кафедрой  / А.Г. Корчунов/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машиностроения и материалообработки «11» сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель  / А.С. Савинов/

Рабочая программа составлена:

доцент, к.т.н.

 / М.Г. Слободянский/

Рецензент:

и.о. гл. механика ООО «НПЦ «Гальва»», к.т.н.

 / В.А. Русанов/



## 1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Основы научных исследований» являются:

- формирование у студентов системы знаний по проблемам организации и проведения научных исследований;
- изучение основных способов обработки и анализа научно-технической информации;
- изучение экспериментальных методов исследования металлургических машин и агрегатов;
- приобретение практических навыков проведения научных исследований;
- овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиль «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика».

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина Б1.В.04 «Основы научных исследований» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения: Б1.Б.12 «Начертательная геометрия и компьютерная графика», Б1.Б.13 «Информатика», Б1.Б.15 «Сопrotивление материалов», Б1.Б.10 «Физика», Б1.Б.09 «Математика», Б1.Б.18 «Машиностроительные материалы».

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при освоении дисциплин: Б1.В.14 «Механическое оборудование для глубокой переработки металлов», Б1.В.ДВ.03.01 «Динамика и прочность технологических машин», Б1.В.ДВ.03.02 «Динамические расчеты машин и механизмов».

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Основы научных исследований» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ПК-1 способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки</b>	
Знать	- методику поиска и изучения научно-технической информации; - методику поиска зарубежной научно-технической информации.
Уметь	- применять методику поиска и изучения научно-технической информации для подготовки к проведению научных исследований; - применять методику поиска зарубежной научно-технической информации для подготовки к проведению научных исследований.
Владеть	- навыками применения методики поиска и изучения научно-технической информации при проведении научных исследований; - навыками применения методики поиска зарубежной научно-технической информации при проведении научных исследований.
<b>ПК-2 умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с</b>	

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>обработкой и анализом результатов</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные подходы к моделированию технических объектов и технологических процессов;</li> <li>- методику работы в стандартных пакетах и средствах автоматизированного проектирования при моделировании технических объектов и технологических процессов при проведении научных исследований;</li> <li>- методы и методики обработки и анализа результатов моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные подходы к моделированию технических объектов и технологических процессов;</li> <li>- применять методику работы в стандартных пакетах и средствах автоматизированного проектирования при моделировании технических объектов и технологических процессов;</li> <li>- применять методы обработки и анализа результатов моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения подходов к моделированию технических объектов и технологических процессов;</li> <li>- навыками работы в стандартных пакетах и средствах автоматизированного проектирования при моделировании технических объектов и технологических процессов;</li> <li>- навыками применения методов обработки и анализа результатов моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.</li> </ul>
<b>ПК-3 способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правила составления научных отчетов по выполнению научно-исследовательских работ;</li> <li>- методику внедрения результатов научных исследований в промышленных условиях.</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять правила составления научных отчетов по выполнению научно-исследовательских работ и подготовки сопроводительной документации;</li> <li>- применять методику внедрения результатов научных исследований в промышленных условиях.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения правил составления научных отчетов;</li> <li>- навыками применения методик внедрения результатов научных исследований в промышленных условиях.</li> </ul>
<b>ПК-4 способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- этапы разработки инновационных проектов;</li> <li>- методику исследовательской работы при разработке инновационных проектов.</li> </ul>
Уметь	использовать базовые методы исследовательской деятельности при разработке инновационных проектов.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования базовых методов исследовательской деятельности при разработке инновационных проектов;</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	- навыками применения методики исследовательской работы при разработке инновационных проектов.

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12,7 акад. часов:
  - аудиторная – 12 акад. часов;
  - внеаудиторная – 0,7 акад. часов
- самостоятельная работа – 91,4 акад. часов;
- подготовка к зачету – 3,9 акад. часа.

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Введение в дисциплину	5	0,5				Самостоятельное изучение литературы		ПК-1зуб
<b>Итого по разделу</b>	<b>5</b>	<b>0,5</b>						
2. Этапы организации научных исследований	5	0,5			22,5	Подготовка к тестированию	Тестирование	ПК-3зуб ПК-4зуб
<b>Итого по разделу</b>	<b>5</b>	<b>0,5</b>			<b>22,5</b>		<b>Тестирование</b>	
3. Аналитические методы научных исследований	5							
3.1. Математические методы исследования	5	0,5		2	22,5	Подготовка к практической работе	Практическая работа	ПК-2зуб
3.2. Вероятностно-статистические методы исследования	5	0,5				Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ПК-2зуб
<b>Итого по разделу</b>	<b>5</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>22,5</b>		<b>Практическая работа</b>	
4. Методы экспериментальных исследований	5							
4.1. Физическое моделирование	5	1	4/2И		22,5	Подготовка	Лабораторная работа	ПК-2зуб

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
						к лабораторной работе		
<b>Итого по разделу</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4/2И</b>		<b>22,5</b>		<b>Лабораторная работа</b>	
5 Статический и кинетический подход к определению показателей безотказности и долговечности нагруженных деталей	5	1		2/2И	23,9	Подготовка к практической работе	Практическая работа	ПК-2зуб
<b>Итого по разделу</b>	<b>5</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>23,9</b>		<b>Практическая работа</b>	
<b>Итого за семестр</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4/2И</b>	<b>4/2И</b>			<b>Контрольная работа Зачет</b>	ПК-1зуб ПК-2зуб ПК-3зуб ПК-4зуб
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4/2И</b>	<b>4/2И</b>	<b>91,4</b>		<b>Зачет</b>	ПК-1зуб ПК-2зуб ПК-3зуб ПК-4зуб



## 5 Образовательные и информационные технологии

Для усвоения студентами знаний по дисциплине «Основы научных исследований» применяются традиционная технология обучения, включающая в себя объяснения преподавателя на лекциях, самостоятельную работу с учебной и справочной литературой по дисциплине, работу на практических занятиях и т.п.

В ходе изложения лекционного материала используются презентации, плакаты по теме занятий, наглядные пособия. На занятиях студенты выполняют задания на изучение в рамках программы курса тем и проблем, не выносимых на лекции и практические занятия; заполняют вслед за преподавателем схемы, таблицы по изучаемой тематике; приводят собственные примеры, очевидно подтверждающие излагаемый материал.

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Основы научных исследований» используются *специализированные интерактивные технологии*:

- Лекция «обратной связи» – лекция-беседа, лекция-дискуссия.
- Семинар-дискуссия – коллективное обсуждение какого-либо спорного вопроса, проблемы, выявление мнений в группе (межгрупповой диалог, дискуссия как спор-диалог).

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки к практическим занятиям и итоговой аттестации.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Примерный перечень вопросов с вариантами ответов к тесту по второму разделу дисциплины:

1. Макетирование
  - 1.1. основано на соблюдении между объектом и моделью только геометрического подобия и является грубым приближением к реальным явлениям и процессам.
  - 1.2. предусматривает воссоздание в модели тех же самых физических полей, которые действуют в объекте, но измененных по своим абсолютным значениям в соответствии с масштабом моделирования (критерием подобия).
  - 1.3. предусматривает замену в модели по сравнению с объектом одних физических полей другими. При этом используется среда, которая ведет себя аналогично реальному объекту и описывается аналогичными математическими зависимостями.
  - 1.4. является методом изучения процессов и явлений, для которых известно математическое описание. Оно базируется на общих законах природы и применении формы записи (формализации) этих законов для конкретного явления или процесса. Моделирование состоит в воспроизведении состояния системы с сохранением логической структуры взаимосвязи элементов, их физического содержания и последовательности смены состояний во времени.
2. Физическое моделирование
  - 2.1. основано на соблюдении между объектом и моделью только геометрического подобия и является грубым приближением к реальным явлениям и процессам.
  - 2.2. предусматривает воссоздание в модели тех же самых физических полей, которые действуют в объекте, но измененных по своим абсолютным значениям в соответствии с масштабом моделирования (критерием подобия).

- 2.3. предусматривает замену в модели по сравнению с объектом одних физических полей другими. При этом используется среда, которая ведет себя аналогично реальному объекту и описывается аналогичными математическими зависимостями.
- 2.4. является методом изучения процессов и явлений, для которых известно математическое описание. Оно базируется на общих законах природы и применении формы записи (формализации) этих законов для конкретного явления или процесса. Моделирование состоит в воспроизведении состояния системы с сохранением логической структуры взаимосвязи элементов, их физического содержания и последовательности смены состояний во времени.
3. Аналоговое моделирование
  - 3.1. основано на соблюдении между объектом и моделью только геометрического подобия и является грубым приближением к реальным явлениям и процессам.
  - 3.2. предусматривает воссоздание в модели тех же самых физических полей, которые действуют в объекте, но измененных по своим абсолютным значениям в соответствии с масштабом моделирования (критерием подобия).
  - 3.3. предусматривает замену в модели по сравнению с объектом одних физических полей другими. При этом используется среда, которая ведет себя аналогично реальному объекту и описывается аналогичными математическими зависимостями.
  - 3.4. является методом изучения процессов и явлений, для которых известно математическое описание. Оно базируется на общих законах природы и применении формы записи (формализации) этих законов для конкретного явления или процесса. Моделирование состоит в воспроизведении состояния системы с сохранением логической структуры взаимосвязи элементов, их физического содержания и последовательности смены состояний во времени.
4. Математическое моделирование
  - 4.1. основано на соблюдении между объектом и моделью только геометрического подобия и является грубым приближением к реальным явлениям и процессам.
  - 4.2. предусматривает воссоздание в модели тех же самых физических полей, которые действуют в объекте, но измененных по своим абсолютным значениям в соответствии с масштабом моделирования (критерием подобия).
  - 4.3. предусматривает замену в модели по сравнению с объектом одних физических полей другими. При этом используется среда, которая ведет себя аналогично реальному объекту и описывается аналогичными математическими зависимостями.
5. Аналитические методы исследований
  - 5.1. позволяют изучать процессы на основе математических моделей, которые могут быть представлены в виде функций, уравнений, систем уравнений, в основном дифференциальных или интегральных. Обычно в начале создают грубую модель, которую затем, после ее исследования, уточняют. Такая модель позволяет достаточно полно изучать физическую сущность явления.
  - 5.2. позволяют глубоко изучить процессы в пределах точности техники эксперимента, особенно те параметры, которые представляют наибольший интерес. Однако результаты конкретного эксперимента не могут быть распространены на другой процесс, даже весьма близкий по своей сути.
6. Экспериментальные методы исследований

- 6.1. позволяют изучать процессы на основе математических моделей, которые могут быть представлены в виде функций, уравнений, систем уравнений, в основном дифференциальных или интегральных. Обычно в начале создают грубую модель, которую затем, после ее исследования, уточняют. Такая модель позволяет достаточно полно изучать физическую сущность явления.
  - 6.2. позволяют глубоко изучить процессы в пределах точности техники эксперимента, особенно те параметры, которые представляют наибольший интерес. Однако результаты конкретного эксперимента не могут быть распространены на другой процесс, даже весьма близкий по своей сути.
7. Этапы научно-исследовательской работы (*несколько вариантов ответа*)
    - 7.1. Формулировка темы
    - 7.2. Формулирование цели и задач исследования
    - 7.3. Моделирование
    - 7.4. Экспериментальные исследования
    - 7.5. Анализ и оформление результатов научных исследований
    - 7.6. Внедрение результатов и определение экономической эффективности

### Исходные данные для практической работы на тему «Математические методы исследования»

Наименование параметра	Единица измерения	Вариант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Растягивающая сила	Н	1500	1400	1300	1200	1100	1050	1200	1350	1500	1650
Диаметр стержня	мм	5	5,25	5,5	5,75	6	6,25	6,5	6,75	7	7,25
Длина стержня	м	0,75	0,765	0,78	0,795	0,81	0,825	0,84	0,855	0,87	0,885
Назначенный ресурс	Сутки	12	14	16	18	20	22	20	18	16	14
Модуль упругости	МПа	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
Модуль сдвига	МПа	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000
Коэффициент Пуассона		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Твердость материала по Виккерсу	МПа	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
Плотность материала	кг/м <sup>3</sup>	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800
Рабочая температура материала стержня	°С	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Энтальпия плавления в жидком состоянии	Дж/мм <sup>3</sup>	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Удельная теплоемкость материала (при температуре 20-100 градусов)	Дж/(кг·°С)	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
Коэффициент линейного теплового расширения материала детали	м/(м·°С)	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>
Энергия активации процесса разрушения межатомных связей	Дж/м <sup>3</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>
Коэффициент неравномерности распределения внутренней энергии по объему нагруженной детали		0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192
Число Авогадро	м <sup>-3</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>
Постоянная Планка	Дж·с	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>
Универсальная газовая постоянная	Дж/(м <sup>3</sup> ·К)	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>
Постоянная Больцмана	Дж/К	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>

Наименование параметра	Единица измерения	Вариант									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Растягивающая сила	Н	1700	1750	1800	1850	1900	1870	1840	1810	1780	1750
Диаметр стержня	мм	7	6,75	6,5	6,25	6	5,75	5,5	5,25	5	4,75
Длина стержня	м	0,87	0,855	0,84	0,825	0,81	0,795	0,78	0,765	0,75	0,735
Назначенный ресурс	Сутки	12	10	8	6	9	12	15	18	21	24
Модуль упругости	МПа	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
Модуль сдвига	МПа	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000
Коэффициент Пуассона		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Твердость материала по Виккерсу	МПа	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
Плотность материала	кг/м <sup>3</sup>	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800
Рабочая температура материала стержня	°С	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Энтальпия плавления в жидком состоянии	Дж/мм <sup>3</sup>	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Удельная теплоемкость материала (при температуре 20-100 градусов)	Дж/(кг·°С)	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
Коэффициент линейного теплового расширения материала детали	м/(м·°С)	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>
Энергия активации процесса разрушения межатомных связей	Дж/м <sup>3</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>
Коэффициент неравномерности распределения внутренней энергии по объему нагруженной детали		0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192
Число Авогадро	м <sup>-3</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>
Постоянная Планка	Дж·с	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>
Универсальная газовая постоянная	Дж/(м <sup>3</sup> ·К)	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>
Постоянная Больцмана	Дж/К	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>

Наименование параметра	Единица измерения	Вариант									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Растягивающая сила	Н	1720	1690	1550	1410	1270	1480	1690	1900	2110	2320
Диаметр стержня	мм	4,5	4,25	4,5	4,75	5	5,25	5,5	5,75	6	6,25
Длина стержня	м	0,72	0,7	0,75	0,775	0,8	0,825	0,85	0,875	0,9	0,925
Назначенный ресурс	Сутки	27	30	33	36	30	24	18	12	6	12
Модуль упругости	МПа	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
Модуль сдвига	МПа	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000
Коэффициент Пуассона		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Твердость материала по Виккерсу	МПа	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
Плотность материала	кг/м <sup>3</sup>	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800
Рабочая температура материала стержня	°С	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Энтальпия плавления в жидком состоянии	Дж/мм <sup>3</sup>	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Удельная теплоемкость материала (при температуре 20-100 градусов)	Дж/(кг·°С)	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
Коэффициент линейного теплового расширения материала детали	м/(м·°С)	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>
Энергия активации процесса разрушения межатомных связей	Дж/м <sup>3</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>
Коэффициент неравномерности распределения внутренней энергии по объему нагруженной детали		0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192
Число Авогадро	м <sup>-3</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>
Постоянная Планка	Дж·с	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>
Универсальная газовая постоянная	Дж/(м <sup>3</sup> ·К)	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>
Постоянная Больцмана	Дж/К	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>

### Исходные данные для практической работы на тему «Статический и кинетический подход к определению показателей безотказности и долговечности нагруженных деталей»

Наименование параметра	Единица измерения	Вариант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Изгибающая сила	Н	1500, 2000, 2150, 2300	1400	1300	1200	1200, 1800, 1900, 2200	1050	1200	1350	1700, 2100, 2250, 2400	1650
Растягивающая сила	Н	1700	1200, 1450, 1700, 1950	1800	1850	1900	1100, 1250, 1500, 2150	1840	1810	1780	1250, 1550, 1600, 1750
Диаметр стержня	мм	35	25,25	25,5	35,75	29	26,25	36,5	27,75	29	31,25
Длина стержня	м	0,75	0,765	0,78	0,75, 0,82, 0,85, 0,90	0,81	0,825	0,84	0,70, 0,78, 0,80, 0,92	0,87	0,885
Назначенный ресурс	Сутки	4	6	8	10	8	6	5	4	3	2
Модуль упругости	МПа	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
Модуль сдвига	МПа	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000
Коэффициент Пуассона		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Твердость материала по Виккерсу	МПа	1800	1600	1200, 1400, 1900, 2500	1200	1000	1250	1340, 1480, 1950, 2100	2150	2600	3050
Плотность материала	кг/м <sup>3</sup>	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800
Рабочая температура материала стержня	°С	55	35	25	45	20	40	15	50	15	20
Энтальпия плавления в жидком состоянии	Дж/мм <sup>3</sup>	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Удельная теплоемкость материала (при температуре 20-100 градусов)	Дж/(кг·°С)	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
Коэффициент линейного теплового расширения материала детали	м/(м·°С)	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>
Энергия активации процесса разрушения межатомных связей	Дж/м <sup>3</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>
Коэффициент неравномерности распределения внутренней энергии по объему нагруженной детали		0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192
Число Авогадро	м <sup>-3</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>
Постоянная Планка	Дж·с	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>
Универсальная газовая постоянная	Дж/(м <sup>3</sup> ·К)	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>
Постоянная Больцмана	Дж/К	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>

Наименование параметра	Единица измерения	Вариант									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Изгибающая сила	Н	1500	1400	1200, 1800, 1900, 2200	1200	1100	1700, 2100, 2250, 2400	1200	1350	1500	1230, 1600, 1950, 2100
Растягивающая сила	Н	1700	1750	1800	1100, 1250, 1500, 2150	1900	1870	1250, 1550, 1600, 1750	1810	1780	1750
Диаметр стержня	мм	32	33,75	32,5	31,25	30,5	28,75	31,5	29,25	32	31,75
Длина стержня	м	0,87	0,70, 0,80, 0,85, 0,90	0,84	0,825	0,81	0,795	0,78	0,765	0,77, 0,82, 0,84, 0,91	0,735
Назначенный ресурс	Сутки	4	6	8	10	8	6	5	4	3	2
Модуль упругости	МПа	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
Модуль сдвига	МПа	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000
Коэффициент Пуассона		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Твердость материала по Виккерсу	МПа	1300, 1500, 1900, 2700	1350	1450	1550	1340, 1580, 1950, 2200	1950	2150	1100, 1500, 1700, 2500	2550	2750
Плотность материала	кг/м <sup>3</sup>	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800
Рабочая температура материала стержня	°С	55	35	25	45	20	30	40	50	15	20
Энтальпия плавления в жидком состоянии	Дж/мм <sup>3</sup>	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Удельная теплоемкость материала (при температуре 20-100 градусов)	Дж/(кг·°С)	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
Коэффициент линейного теплового расширения материала детали	м/(м·°С)	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>
Энергия активации процесса разрушения межатомных связей	Дж/м <sup>3</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>
Коэффициент неравномерности распределения внутренней энергии по объему нагруженной детали		0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192
Число Авогадро	м <sup>-3</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>
Постоянная Планка	Дж·с	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>
Универсальная газовая постоянная	Дж/(м <sup>3</sup> ·К)	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>
Постоянная Больцмана	Дж/К	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>

**Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ в рамках дисциплины «Основы научных исследований» представлены в методических указаниях:**

Анцупов В.П., Жиркин Ю.В. Анцупов А.В. Лабораторный практикум по дисциплине «Исследование машин и оборудования металлургического производства», ч.1. Магнитогорск: МГТУ, 2013.

**Контрольные работы выполняются на основе первых трех источников подпункта «Методические указания», указанных в разделе 8 рабочей программы.**

#### Исходные данные к контрольной работе

Наименование параметра	Единица измерения	Вариант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Изгибающая сила	Н	1500	1400	1300	1200	1100	1050	1200	1350	1500	1650
Диаметр стержня	мм	35	25,25	25,5	35,75	29	26,25	36,5	27,75	29	31,25
Длина стержня	м	0,75	0,765	0,78	0,795	0,81	0,825	0,84	0,855	0,87	0,885
Назначенный ресурс	Сутки	4	6	8	10	8	6	5	4	3	2
Модуль упругости	МПа	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
Модуль сдвига	МПа	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000
Коэффициент Пуассона		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Твердость материала по Виккерсу	МПа	1800	1600	1400	1200	1000	1250	1700	2150	2600	3050
Плотность материала	кг/м <sup>3</sup>	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800
Рабочая температура материала стержня	°С	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Энтальпия плавления в жидком состоянии	Дж/мм <sup>3</sup>	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Удельная теплоемкость материала (при температуре 20-100 градусов)	Дж/(кг·°С)	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
Коэффициент линейного теплового расширения материала детали	м/(м·°С)	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>
Энергия активации процесса разрушения межатомных связей	Дж/м <sup>3</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>
Коэффициент неравномерности распределения внутренней энергии по объему нагруженной детали		0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192
Число Авогадро	м <sup>-3</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>
Постоянная Планка	Дж·с	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>
Универсальная газовая постоянная	Дж/(м <sup>3</sup> ·К)	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>
Постоянная Больцмана	Дж/К	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>

Наименование параметра	Единица измерения	Вариант									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Растягивающая сила	Н	1700	1750	1800	1850	1900	1870	1840	1810	1780	1750
Диаметр стержня	мм	32	33,75	32,5	31,25	30,5	28,75	31,5	29,25	32	31,75
Длина стержня	м	0,87	0,855	0,84	0,825	0,81	0,795	0,78	0,765	0,75	0,735
Назначенный ресурс	Сутки	4	6	8	10	8	6	5	4	3	2
Модуль упругости	МПа	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
Модуль сдвига	МПа	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000
Коэффициент Пуассона		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Твердость материала по Виккерсу	МПа	1250	1350	1450	1550	1750	1950	2150	2350	2550	2750
Плотность материала	кг/м <sup>3</sup>	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800
Рабочая температура материала стержня	°С	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Энтальпия плавления в жидком состоянии	Дж/мм <sup>3</sup>	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Удельная теплоемкость материала (при температуре 20-100 градусов)	Дж/(кг·°С)	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
Коэффициент линейного теплового расширения материала детали	м/(м·°С)	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>
Энергия активации процесса разрушения межатомных связей	Дж/м <sup>3</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>
Коэффициент неравномерности распределения внутренней энергии по объему нагруженной детали		0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192
Число Авогадро	м <sup>-3</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>
Постоянная Планка	Дж·с	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>
Универсальная газовая постоянная	Дж/(м <sup>3</sup> ·К)	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>
Постоянная Больцмана	Дж/К	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>

Наименование параметра	Единица измерения	Вариант									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Растягивающая сила	Н	1720	1690	1550	1410	1270	1480	1690	1900	2110	2320
Диаметр стержня	мм	35	25,25	25,5	35,75	29	26,25	36,5	27,75	29	31,25
Длина стержня	м	0,72	0,7	0,75	0,775	0,8	0,825	0,85	0,875	0,9	0,925
Назначенный ресурс	Сутки	4	6	8	10	8	6	5	4	3	2
Модуль упругости	МПа	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000	210000
Модуль сдвига	МПа	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000	81000
Коэффициент Пуассона		0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Твердость материала по Виккерсу	МПа	1800	1600	1400	1200	1000	1250	1700	2150	2600	3050
Плотность материала	кг/м <sup>3</sup>	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800	7800
Рабочая температура материала стержня	°С	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Энтальпия плавления в жидком состоянии	Дж/мм <sup>3</sup>	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Удельная теплоемкость материала (при температуре 20-100 градусов)	Дж/(кг·°С)	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
Коэффициент линейного теплового расширения материала детали	м/(м·°С)	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>	1,2·10 <sup>-5</sup>
Энергия активации процесса разрушения межатомных связей	Дж/м <sup>3</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>	1,73·10 <sup>10</sup>
Коэффициент неравномерности распределения внутренней энергии по объему нагруженной детали		0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192	0,192
Число Авогадро	м <sup>-3</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>	0,86·10 <sup>29</sup>
Постоянная Планка	Дж·с	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>	6,626·10 <sup>-34</sup>
Универсальная газовая постоянная	Дж/(м <sup>3</sup> ·К)	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>	1,187·10 <sup>6</sup>
Постоянная Больцмана	Дж/К	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>	1,38·10 <sup>-23</sup>

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК – 1: способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки</b>		
Знать	- методику поиска и изучения научно-технической информации; - методику поиска зарубежной научно-технической информации	Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Общие сведения о науке и научных исследованиях. Основные понятия и определения. 2. Научные знания, формы научного знания, методы исследований.
Уметь	- применять методику поиска и изучения научно-технической информации для подготовки к проведению научных исследований; - применять методику поиска зарубежной научно-технической информации для подготовки к проведению научных исследований;	Темы для проведения литературного и научного обзора: 1. Методы оценки работоспособности узлов трения. 2. Методы диагностирования состояния технического объекта. 3. Модели отказов технических объектов по критериям прочности. 4. Модели отказов трибосопряжений металлургических агрегатов.
Владеть	- навыками применения методики поиска и изучения научно-технической информации при проведении научных исследований; - навыками применения методики поиска зарубежной научно-технической информации при проведении научных исследований.	Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Общие сведения о науке и научных исследованиях. Основные понятия и определения. 2. Научные знания, формы научного знания, методы исследований.
<b>ПК – 2: умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов</b>		
Знать	- основные подходы к моделированию технических объектов и технологических процессов; - методику работы в стандартных пакетах и средствах автоматизированного проектирования при моделировании технических объектов и технологических процессов при проведении научных исследований; - методы и методики обработки и анализа результатов моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств	Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Методы экспериментальных исследований. 2. Методы теоретических исследований. 3. Моделирование, классификация методов моделирования. 4. Классификация математических методов исследования. 5. Аналитические методы исследования. 6. Вероятностно-стохастические методы исследования 7. Методы физического моделирования. 8. Критерии подобия и масштабы моделирования.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	<p>автоматизированного проектирования.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять основные подходы к моделированию технических объектов и технологических процессов;</li> <li>- применять методику работы в стандартных пакетах и средствах автоматизированного проектирования при моделировании технических объектов и технологических процессов;</li> <li>- применять методы обработки и анализа результатов моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.</li> </ul>	<p>Пример задания по тематике метод тензометрии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изготовление тензодатчика.</li> <li>2. Сбор электрической схемы и подключение тензодатчиков.</li> <li>3. Проведение экспериментальных исследований нагруженности элементов металлургических машин методом тензометрии на примере балки испытываемой на изгиб или кручение.</li> </ol> <p>Проведение лабораторных работ №1 и №2.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения подходов к моделированию технических объектов и технологических процессов;</li> <li>- навыками работы в стандартных пакетах и средствах автоматизированного проектирования при моделировании технических объектов и технологических процессов;</li> <li>- навыками применения методов обработки и анализа результатов моделирования технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.</li> </ul>	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Статистическая обработка результатов эксперимента. Метод наименьших квадратов</li> <li>2. Понятие интеллектуальной собственности, промышленная собственность и ее виды</li> <li>3. Планирование эксперимента. Модели первого и второго порядка. Построение регрессионных уравнений.</li> <li>4. Инженерный эксперимент. Факторы в эксперименте. Уменьшение набора переменных. Анализ размерностей.</li> <li>5. Ошибки эксперимента, их распределение. Оценка истинного значения измеряемой величины.</li> <li>6. Проверка нормальности распределения. Методы исключения грубых ошибок.</li> <li>7. Проверка статистических гипотез. Сравнение средних значений. Критерий Стьюдента.</li> <li>8. Сравнение двух дисперсий. Критерий Фишера.</li> </ol> <p>Пример задания по тематике метод тензометрии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изготовление тензодатчика.</li> <li>2. Сбор электрической схемы и подключение тензодатчиков.</li> <li>3. Проведение экспериментальных исследований нагруженности элементов металлургических машин методом тензометрии на примере балки испытываемой на изгиб или кручение.</li> </ol> <p>Проведение лабораторных работ №1 и №2.</p>
<b>ПК – 3: способностью принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и внедрять результаты исследований и разработок в области технологических машинах и оборудования</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правила составления научных отчетов по выполнению научно-исследовательских работ;</li> <li>- методику внедрения результатов научных</li> </ul>	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия и определения при составлении отчет о научных исследованиях.</li> <li>2. Научные знания, формы научного знания, методы исследований.</li> </ol>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	исследований в промышленных условиях.	
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять правила составления научных отчетов по выполнению научно-исследовательских работ и подготовки сопроводительной документации;</li> <li>- применять методику внедрения результатов научных исследований в промышленных условиях.</li> </ul>	<p>Перечень практических заданий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оформлением результатов научных исследований по теме «Применение метода тензометрии для оценки работоспособности деталей металлургических машин».</li> <li>2. Оформлением результатов научных исследований по теме «Статистическая обработка результатов эксперимента» в лабораторной работе «Оценка нагруженности рольганга методом физического моделирования».</li> </ol> <p>Проведение лабораторной работы «Обработка результатов эксперимента».</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками применения правил составления научных отчетов;</li> <li>- навыками применения методик внедрения результатов научных исследований в промышленных условиях.</li> </ul>	<p><i>Перечень практических заданий:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оформлением результатов научных исследований по теме «Применение метода тензометрии для оценки работоспособности деталей металлургических машин».</li> <li>2. Оформлением результатов научных исследований по теме «Статистическая обработка результатов эксперимента» в лабораторной работе «Оценка нагруженности рольганга методом физического моделирования».</li> </ol>
<b>ПК – 4: способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности</b>		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- этапы разработки инновационных проектов;</li> <li>- методику исследовательской работы при разработке инновационных проектов.</li> </ul>	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия и определения при разработке инновационных проектов.</li> <li>2. Научные знания, формы научного знания, методы исследований.</li> <li>3. Понятие инновационный проект.</li> <li>4. Этапы разработки инновационных проектов</li> </ol>
Уметь	использовать базовые методы исследовательской деятельности при разработке инновационных проектов.	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия и определения при разработке инновационных проектов.</li> <li>2. Научные знания, формы научного знания, методы исследований.</li> <li>3. Понятие инновационный проект.</li> <li>4. Этапы разработки инновационных проектов</li> </ol>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования базовых методов исследовательской деятельности при разработке инновационных проектов;</li> <li>- навыками применения методики исследовательской работы при разработке инновационных проектов.</li> </ul>	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия и определения при разработке инновационных проектов.</li> <li>2. Научные знания, формы научного знания, методы исследований.</li> <li>3. Понятие инновационный проект.</li> <li>4. Этапы разработки инновационных проектов</li> </ol>

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы научных исследований» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и лабораторные задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

### ***Показатели и критерии оценивания зачета:***

– «зачтено» – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– «не зачтено» – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Методы научных исследований : учебное пособие / Н. И. Барышникова, Е. С. Вайскрובה, А. Р. Ишбирдин, М. М. Ишмуратова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1155.pdf&show=dcatalogues/1/1121182/1155.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Логунова, О. С. Основные этапы разработки научных статей: учебное пособие / О. С. Логунова, Е. А. Ильина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3138.pdf&show=dcatalogues/1/1136410/3138.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.
2. Методология научных исследований. Постановка и проведение эксперимента : учебное пособие / [Р. Р. Дема, Р. Н. Амиров, М. В. Харченко, Е. А. Слепова] ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2943.pdf&show=dcatalogues/1/1134720/2943.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.
3. Основы научных исследований. Методология и методы : учебное пособие / Р.Р. Дема, А.В. Ярославцев, С.П. Нефедьев, Р.Н. Амиров ; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=44.pdf&show=dcatalogues/1/1123518/44.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный.
4. Орехова, Н. Н. Основы научных исследований : практикум [для вузов] / Н. Н. Орехова, О. Е. Горлова, Н. В. Фадеева ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. - 1 CD-ROM. - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=4958.pdf&show=dcatalogues/1/1537189/4958.pdf&view=true> (дата обращения: 09.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### **в) Методические указания:**

1. Анцупов В.П., Жиркин Ю.В. Анцупов А.В. Лабораторный практикум по дисциплине «Исследование машин и оборудования металлургического производства», ч.1. Магнитогорск: МГТУ, 2013.
2. Анцупов В.П., Оншин Н.В., Анцупов А.В. Лабораторный практикум по дисциплине «Исследование машин и оборудования металлургического производства», ч.2. Магнитогорск: МГТУ, 2009. – 38с.
3. Анцупов В.П. Исследование машин и оборудования металлургического производства: расчетный практикум для студентов специальности 150404.65 «Металлургические машины и оборудование». Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. Гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. 78 с.
4. Анцупов, В.П. Изучение, расчет и исследование приводов прокатных станов: учебное пособие / В.П. Анцупов, А.В. Анцупов (мл.), А.В. Анцупов; МГТУ. - Магнитогорск, 2009. - 86 с.: ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=268.pdf&show=dcatalogues/1/1060892/268.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст: электронный.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

Перечень **программного обеспечения** необходимого при изучении дисциплины представлен ниже в виде таблицы.

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	Бессрочно
MS Office 2007	Д-135 от 17.09.2007	Бессрочно
APM WinMachine 2010	Д-262-12 от 15.02.2012	Бессрочно
7Zip	Свободно распространяемое ПО	Бессрочно
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	Бессрочно

Перечень необходимых **Интернет-ресурсов:**

1. Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). – URL: <https://elibrary.ru/>
2. Поисковая система Академия Google (Google Scholar). – URL: <https://scholar.google.com/>
3. Информационная система – Единое окно доступа к информационным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru/>
4. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности». – URL: <https://www1.fips.ru/>
5. Образовательный портал ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова» <http://lms.magtu.ru>
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/>
7. Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science» <http://webofscience.com>
8. Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials <http://materials.springer.com/>
9. Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature» <https://www.nature.com/siteindex>
10. Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный консорциум» (НП НЭИКОН) <https://archive.neicon.ru/xmlui/>
11. Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» <https://dlib.eastview.com/>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

*Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:*

<b>Тип и название аудитории</b>	<b>Оснащение аудитории</b>
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ	Лабораторные установки, измерительные приборы и инструменты для выполнения лабораторных работ: <ul style="list-style-type: none"><li>– Профилометр Mitutoyo Surftest SJ-210.</li><li>– Установка по исследованию величины коэффициента трения ТММ-32А.</li><li>– Установка по проведению испытаний на изгиб.</li><li>– Установка для проведения испытаний по теме «Физическое моделирование»</li><li>– Машина Арчарда.</li><li>– Измерительный инструмент (микрометр, штангенциркуль).</li><li>– Макет загрузочного устройства доменной печи.</li><li>– Макет конусной дробилки.</li><li>– Макет участка разливки чугуна.</li></ul>
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в интернет и с доступом в электронную информационную-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.