

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
**(БГТУ им. В.Г. Шухова)**

СОГЛАСОВАНО  
Директор института



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

Оптимизация технологических процессов

направление подготовки :

15.04.02 – Технологические машины и оборудование

Профиль программы:

Разработка технологического оборудования и комплексов предприятий  
строительной индустрии

Квалификация

магистр

Форма обучения

заочная

**Институт магистратуры**

**Кафедра «Механическое оборудование»**

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование, утвержденного приказа Минобрнауки России от 14 августа 2020 г., № 1026;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н., доц.

Семикопенко И.А.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Механическое оборудование».

«11» мая 2021 г., протокол № 22

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.

Богданов В.С.

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой «Механическое оборудование».

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.

Богданов В.С.

«11» мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИТОМ «25» мая 2021 г., протокол № 9.

Председатель

доцент П.С. Горшков

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
отсутствует	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий.	УК-1.1 Изучает основные закономерности протекания процессов при изготовлении продукции ПСМ.	<p><b>Знания:</b> общие принципы оптимизации технологических процессов, основы научных исследований, изобретательскую деятельность, системное описание процесса в ПСМ.</p> <p><b>Умения:</b> применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования</p> <p><b>Навыки:</b> навыками работы с первичными и вторичными документами; со справочным аппаратом; методами оценки измерений; анализировать и обрабатывать результаты экспериментальных исследований; способностью анализа закономерностей протекания процессов.</p>
		УК-1.2 Обеспечивает алгоритм действий при возникновении проблемной ситуации в соответствии с выбранной стратегией.	<p><b>Знания:</b> методы формирования аналитических зависимостей и расчета основных параметров; общие правила выбора критериев оптимизации</p> <p><b>Умения:</b> формировать аналитические зависимости функции отклика от варьируемых параметров; находить рациональные диапазоны варьируемых параметров при наиболее благоприятных значениях функций отклика; определять оптимальные режимы работы оборудования в заданных пределах.</p> <p><b>Навыки:</b> методы расчета, основных параметров, методами оценки адекватности теоретических и экспериментальных данных; методами определения значимых и незначимых факторов.</p>
отсутствует	ПК-2 Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при	ПК-2.1 Исследует влияние процессов преобразования исходного сырья в готовую продукцию и разрабатывает	<p><b>Знания:</b> Методы исследования и методики проведения экспериментов, основные этапы системного анализа.</p> <p><b>Умения:</b> применять различные методики экспериментов с</p>

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
	исследовании самостоятельных тем.	рациональные режимы работы машин и (или) комплексов.	определением уровней варьируемых факторов и получать регрессионные зависимости функций отклика от значимых параметров. <b>Навыки:</b> работы с различными измерительными и экспериментальным оборудованием, а также фиксацией результатов и их систематизацией.
ПК-2.2 Обеспечивает выполнение исследовательских и опытно- конструкторских разработок в соответствии с планированием исследований и ЕСКД.		<b>Знания:</b> методы проведения поисковых экспериментов с определением значимых факторов. <b>Умения:</b> представлять аналитические зависимости в виде графиков и таблиц с определением рациональных диапазонов варьируемых параметров. <b>Навыки:</b> наложения различных функциональных зависимостей с целью оценки адекватности результатов теоретических и экспериментальных исследований.	

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция УК-1** Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

Данная компетенция УК-1 формируется следующими дисциплинами

Стадия	Наименование дисциплины
1	Методология научного познания
2	Оптимизация технологических процессов
3	Современные проблемы развития машин и оборудования

**2. Компетенция ПК-2** Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем.

Данная компетенция ПК-2 формируется следующими дисциплинами

Стадия	Наименование дисциплины
1	Оптимизация технологических процессов
2	Инновационные технологические комплексы
3	Проектирование технологических линий производства
4	Научно-исследовательская работа
5	Преддипломная практика, в том числе научно-исследовательская работа

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации - экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	13	13
лекции	6	6
лабораторные	-	-
практические	4	4
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	167	167
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	113	113
Экзамен	36	36

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс – 1. Семестр – 2.

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Общие сведения о процессах в ПСМ</b>					
	Структура технологического процесса, виды технологических процессов, классификация процессов.	1	-	-	13
<b>2. Влияние свойств материалов на эффективность процессов</b>					
	Гранулометрический состав, способы и приборы для определения гранулометрического состава.	-	-	-	12
<b>3. Подобие и моделирование систем и процессов</b>					
	Системный анализ Кафарова, виды моделирования процессов, критерии подобия Ньютона, Фруда, Коши; структура процесса моделирования.	1	1	-	12
<b>4. Теоретические основы механических процессов</b>					
	Теоретическая и реальная прочность материалов, удельная поверхностная энергия, поверхностное натяжение.	-	-	-	13
<b>5. Оптимизация процессов измельчения строительных материалов</b>					
	Дробление, помол, классификация измельчения по виду силового воздействия, современные конструкции дробилок и мельниц, теории измельчения в различных машинах.	1	1	-	12
<b>6. Оптимизация процессов классификации строительных материалов</b>					
	Способы классификации материалов, схемы грохочения, виды грохочения, классы материала, классификация грохотов, характеристика крупности материала.	-	-	-	13
<b>7. Оптимизация процессов смешения материалов</b>					
	Интенсивность и эффективность смесеобразования. Однородность смеси, степень однородности. Идеальные и реальные смеси. Кинетика смешения.	1	1	-	13
<b>8. Оптимизация процессов формования строительных материалов</b>					
	Основные способы формования (виброформование, центрифугирование, прессование, пластическое формование, вытягивание, прокат, литье), элементы расчёта виброплощадок, физическая сущность процесса уплотнения смесей вибрированием. Основы динамики центробежных возбуждателей.	1	-	-	13
<b>9. Оптимизация процессов сепарации (разделения двухфазных сред)</b>					
	Гравитационная сепарация, сепарация под действием инерционных и центробежных сил, адсорбционное пылеулавливание, фильтрование газовых систем,	1	1	-	12

	современные конструкции фильтров.				
		ИТОГО:	6	4	113



## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Курс – 1. Семестр – 2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во.. часов	К-во часов СРС
1	Влияние свойств материалов на эффективность процессов	Определение гранулометрического состава разными способами, изучение приборов для определения гранулометрического состава.	-	4
2	Подобие и моделирование систем и процессов	Изучение видов моделирования процессов, решение задач, используя критерии подобия Ньютона, Фруда, Коши.	1	4
3	Теоретические основы механических процессов	Определение прочности материалов, удельной поверхностной энергии и поверхностного напряжения.	-	4
4	Оптимизация процессов измельчения строительных материалов	Определение влияния физико-химических свойств материалов на процесс измельчения в различных типах дробильно-помольного оборудования.	1	4
5	Оптимизация процессов классификации строительных материалов	Изучение схем и видов грохочения, конструкций грохотов, характеристик крупности материала.	-	4
6	Оптимизация процессов смешения материалов	Изучение процессов протекающих в смесителях.	1	4
7	Оптимизация процессов формования строительных материалов	Изучение процесса полусухого формования.	-	4
8	Оптимизация процессов сепарации (разделения двухфазных сред)	Изучение процесса разделения двухфазных сред в проходном сепараторе.	1	6
ИТОГО:			4	34

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрены.

## 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Учебным планом не предусмотрены.

#### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

На выполнение РГЗ предусмотрено 18 часов самостоятельной работы студента

РГЗ содержит:

- расчётно-пояснительную записку объёмом 45-50 стр. формата А4;

Расчётно-пояснительная записка содержит:

- титульный лист (прил. 1);
- задание на выполнение расчетно-графической работы (прил. 2);
- содержание, включающее следующие разделы:

Введение

1. Описание конструкции и принципа действия предлагаемой машины.
2. Законы и закономерности, описывающие процессы, протекающие в исследуемой машине.
3. Расчёт основных геометрических и технологических параметров машины.
4. Исследование влияния основных факторов на функции отклика.
  - 4.1. Выбор основных факторов, влияющих на процессы, происходящие в машине, и обоснование пределов их варьирования.
  - 4.2. Исследование влияния варьируемых факторов на функции отклика методом численного эксперимента.
  - 4.3. Построение графиков зависимостей функции отклика от варьируемых факторов.
  - 4.4. Определение рациональных диапазонов варьируемых факторов при оптимизации процессов.
5. Выводы по проведённым исследованиям.

Заключение.

Список используемой литературы.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция УК-1** Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
УК-1.1 Изучает основные закономерности протекания процессов при изготовлении продукции ПСМ.	защита РГЗ, экзамен
УК-1.2 Обеспечивает алгоритм действий при возникновении проблемной ситуации в соответствии с выбранной стратегией.	защита РГЗ, экзамен

**2 Компетенция ПК-2** Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Исследует влияние процессов преобразования исходного сырья в готовую продукцию и разрабатывает рациональные режимы работы машин и (или) комплексов.	защита РГЗ, экзамен
ПК-2.2 Обеспечивает выполнение исследовательских и опытно-конструкторских разработок в соответствии с планированием исследований и ЕСКД.	защита РГЗ, экзамен

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие сведения о процессах в ПСМ.	1. Классификация технологических процессов. 2. Общие принципы анализа элементарных процессов. Уравнение Ньютона. Уравнение Фика. Закон Ома. Уравнение Бернулли.

2	Влияние свойств материалов на эффективность протекания процессов	1. Закон Кулона. Закон Борна. 2. Удельная поверхностная энергия. 3. Прочностные показатели сырья в ПСМ. 4. Дефекты кристаллической решетки. Точечные, линейные и объемные дефекты.
3	Подобие и моделирование систем и процессов	1. Подобие в механических системах. Критерии подобия. Теорема И. Ньютона. Теорема А. Федермана. Теорема М.В. Кирпичева. 2. Структура процесса моделирования.
4	Теоретические основы механических процессов	1. Теоретическая прочность материала. 2. Реальная прочность. 3. Силы взаимодействия частиц.
5	Оптимизация процессов измельчения строительных материалов	1. Процессы измельчения. Дробление и помол. 2. Законы измельчения. Теория Риттингера. 3. Теория Кирпичева. 4. Уравнение Розина-Раммлера-Беннета. 5. Закон Ребиндера. 6. Закон Бонда. 7. Щековые дробилки. Определение рациональных режимов работы. 8. Валковые дробилки. Определение рациональных режимов работы. 9. Дробилки ударного действия. Молотковые дробилки и мельницы. Определение рациональных режимов работы. 10. Расчет основных параметров молотковых и роторных дробилок. 11. Шаровые мельницы. Теория помола. 12. Шаровые мельницы. Угол отрыва. Критическая частота вращения. Определение рациональных режимов работы. 13. Среднеходные мельницы. Валковые среднеходные мельницы. Определение рациональных режимов работы. 14. Дезинтеграторы. Помольно-смесительные агрегаты на базе мельниц дезинтеграторного типа. 15. Струйные мельницы. Расчет основных параметров. Определение рациональных режимов работы. 16. Инерционные вибромельницы. Гириационные вибромельницы. Определение рациональных режимов работы. 17. Удельная поверхность измельченного тела. 18. Энергия, затраченная на измельчение.

		<p>Дифференциальное уравнение Чарльза. 19. Кинетика измельчения. Закон кинетики измельчения.</p>
6	<p>Оптимизация процессов классификации строительных материалов</p>	<p>1. Просеивающие поверхности. Характеристика крупности материала. Уравнение Розина-Раммлера. 2. Эффективность грохочения. Показатели эффективности. 3. Уравнение В.А. Олевского. 4. Кинетика грохочения. Формула В.А. Перова. 5. Теоретические основы классификации по упругости и трению. Формула Н.К. Тимченко. 6. Гидравлическая классификация нерудных материалов. Диаграммы Релея.</p>
7	<p>Оптимизация процессов смешения материалов</p>	<p>1. Закономерности смешения. Формулы для расчета критерия качества смешения. 2. Способы определения гранулометрического состава. 3. Диспергированное смешение сыпучих материалов. 4. Оценка однородности смеси. Идеальные и реальные смеси. 5. Кинетика смешения. Закон диффузии.</p>
8	<p>Оптимизация процессов формования и прессования строительных материалов</p>	<p>1. Процессы формования. Виброформование. 2. Схемы вибрирования. 3. Элементы расчета виброплощадок. 4. Процесс центробежного формования. 5. Схемы центрифуг. 6. Процесс прессования. Общее давление прессования. 7. Изменение геометрии массы в процессе прессования. Кривая осадки сырца. 8. Кривая изменения высоты сырца. 9. Изменение давления по высоте сырца. Расчетная схема процесса прессования. Уравнение Л.П. Баландина. Уравнение А.С. Бережного. 10. Пластическое формование (экструзия). Схема шнекового пресса. 11. Прессование порошкообразных материалов. Закономерности прессования. Уравнение М.Ю. Бальшина. 12. Определение рациональных параметров прессования. 13. Реология строительных материалов. Реологические кривые для твердообразных систем.</p>
9	<p>Оптимизация</p>	<p>1. Процессы сепарации двухфазных потоков.</p>

	<p>процессов сепарации (разделения двухфазных сред)</p>	<p>Гравитационная сепарация.  2. Схема осаждения частиц в жидкости.  3. Отстойник для разделения эмульсий.  4. Сепарация под действием инерционных и центробежных сил.  5. Схема жалюзийного осадителя. Схема циклона.  Критерий разделения.  6. Мокрое (адсорбционное) пылеулавливание. Схема насадочного скруббера.  7. Электрофильтры. Определение рациональных режимов работы.</p>
--	---	--

**5.2.2. Перечень контрольных материалов  
для защиты курсового проекта/ курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено**

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Результаты обучения, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности проводятся по двум формам контроля: текущей и промежуточной.

**Текущий контроль** осуществляется в течение всего времени изучения дисциплины в виде практических работ и расчетно-графической работы.

**Практические занятия.** Проводятся в 2 семестре. Практические занятия служат целью приобретения знаний об общих принципах оптимизации технологических процессов, источников научно-технической, патентной информации; знаний об принципах создания экспериментального оборудования в соответствии с теорией подобий знания об основных этапах экспериментального исследования, умения сопоставления результатов теоретических и экспериментальных исследований, знание о допустимых погрешностях, полученных при данном сопоставлении.

Критерии оценивания практической работы.

Форма оценки	Критерий оценивания
зачтено	Цель, поставленная студенту, выполнена полностью. Решены все задачи, указанные в практической работе. Студент в полном объеме владеет теоретическим материалом для выполнения работы. Четко знает всю последовательность выполнения работы. Формулирует полный, четкий и грамотный ответ на контрольные вопросы. Выполнил полностью необходимые задания в ходе моделирования.
не зачтено	Цель, поставленная студенту, не достигнута. Студент плохо владеет теоретическим материалом, путает последовательность. Сформулированный ответ не соответствует или частично соответствует заданному вопросу по теме практического занятия. Не справился с заданием по моделированию.

#### **Расчетно-графическое задание.**

Экспериментальные исследования – это важный процесс, включающий в себя такие стадии как поиск информации, создание экспериментальной установки, составление плана эксперимента, нахождение критериев оптимизации, кроме этого, необходимо умение сопоставлять результаты теоретических и экспериментальных исследований и находить радикальные диапазоны изменения варьируемых параметров.

Для качественного освоения дисциплины учебным планом предусмотрено расчетно-графическое задание (РГЗ) с объемом самостоятельной работы студента (СРС) – 18 часов.

## Перечень тем для выполнения РГЗ.

№ п/п	Наименование тем РГЗ
1	Исследование и оптимизация процесса дробления в щёковой дробилке СМД-60А с простым движением щеки
2	Исследование и оптимизация процесса дробления в щёковой дробилке СМД-28 со сложным движением щеки
3	Исследование и оптимизация процесса дробления в конусной дробилке ККД-900/100
4	Исследование и оптимизация процесса помола в дезинтеграторе СМ-1221
5	Исследование и оптимизация процесса дробления в молотковой дробилке С-599
6	Исследование и оптимизация процесса помола в бегунах мокрого помола СМ-21Б
7	Исследование и оптимизация процесса помола в трубной мельнице 3.2х15
8	Исследование и оптимизация процесса помола в трубной мельнице 4х13.5
9	Исследование и оптимизация процесса помола в мельнице мокрого самоизмельчения «Гидрофол»
10	Исследование и оптимизация процесса помола в мельнице сухого самоизмельчения «Аэрофол»
11	Исследование и оптимизация процесса помола в маятниковой мельнице СМ-493А
12	Исследование и оптимизация процесса помола в шахтной мельнице
13	Исследование и оптимизация процесса помола в струйной мельнице противоточной
14	Исследование и оптимизация процесса помола в вибромельнице М-1000-1
15	Исследование и оптимизация процесса грохочения в колосниковом инерционном грохоте СМД-25
16	Исследование и оптимизация процесса грохочения в вибрационном грохоте СМ-61
17	Исследование и оптимизация процесса смешения в гравитационном бетоносмесителе СБ-94
18	Исследование и оптимизация процесса смешения в бетоносмесителе принудительного действия СБ-93
19	Исследование процесса смешения в глиноболтушке Ø12м
20	Исследование и оптимизация процесса уплотнения смеси в блочной виброплощадке.
21	Исследование и оптимизация процесса уплотнения смеси в резонансной виброплощадке
22	Исследование и оптимизация процесса формования смеси в свободно-роликовой центрифуге.
23	Исследование и оптимизация процесса формования смеси в осевой центрифуге.

Форма оценки	Критерий оценивания
зачтено	Цель, поставленная студенту, выполнена полностью. Решены все задачи, указанные в расчетно-графической работе. Студент в полном объеме владеет теоретическим материалом для выполнения работы. Четко знает всю последовательность выполнения работы. Формулирует полный, четкий и грамотный ответ на контрольные вопросы. Выполнил полностью необходимые задания в ходе моделирования.
не зачтено	Цель, поставленная студенту, не достигнута. Студент плохо владеет теоретическим материалом, путает последовательность. Сформулированный ответ не соответствует или частично соответствует заданному вопросу по теме практического занятия. Не справился с заданием по моделированию.

### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.



**Промежуточный контроль** осуществляется в конце семестра сдачей экзамена.

Экзамен служит целью оценить приобретенные знания основных типов механизмов, основ принципов и содержания основных стадий конструирования, основных требований, предъявляемых к оборудованию, методов формирования расчетных зависимостей и расчета параметров многокритериального выбора, общих правил выбора и назначения конструкторско- технологических параметров деталей.

Экзамен включает два теоретических вопроса по темам, изученным в дисциплине. Для подготовки к ответу на вопросы билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время в пределах 45 минут. После ответа на вопросы билета, преподаватель задает дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	общие принципы оптимизации технологических процессов
	основы научных исследований
	изобретательскую деятельность
	системное описание процесса в ПСМ
	методы формирования аналитических зависимостей и расчета основных параметров
	общие правила выбора критериев оптимизации
	методы исследования и методики проведения экспериментов, основные этапы системного анализа
	методы проведения поисковых экспериментов с определением значимых факторов
Умения	применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования
	формировать аналитические зависимости функции отклика от варьируемых параметров
	находить рациональные диапазоны варьируемых параметров при наиболее благоприятных значениях функций отклика
	определять оптимальные режимы работы оборудования в заданных пределах
	применять различные методики экспериментов с определением уровней варьируемых факторов и получать регрессионные зависимости функций отклика от значимых параметров
	представлять аналитические зависимости в виде графиков и таблиц с определением рациональных диапазонов варьируемых параметров

Навыки	работы с первичными и вторичными документами
	работы со справочным аппаратом
	методов оценки измерений
	анализировать и обрабатывать результаты экспериментальных исследований
	методы расчета, основных параметров, методами оценки адекватности теоретических и экспериментальных данных
	методами определения значимых и незначимых факторов
	способностью анализа закономерностей протекания процессов
	работы с различными измерительными и экспериментальным оборудованием, а также фиксацией результатов и их систематизацией
	наложения различных функциональных зависимостей с целью оценки адекватности результатов теоретических и экспериментальных исследований

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учетом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю **знания**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
вопросы оптимизации технологических процессов	студент не формулирует общие принципы оптимизации технологических процессов, основы научных исследований, не проявляет изобретательскую деятельность, не знает системное описание процесса в ПСМ.	студент с затруднениями формулирует общие принципы оптимизации технологических процессов, основы научных исследований, изобретательскую деятельность, системное описание процесса в ПСМ.	студент формулирует общие принципы оптимизации технологических процессов, основы научных исследований, изобретательскую деятельность, системное описание процесса в ПСМ.	студент грамотно формулирует общие принципы оптимизации технологических процессов, основы научных исследований, изобретательскую деятельность, системное описание процесса в ПСМ.
основы научных исследований				
изобретательскую деятельность				
системное описание процесса в ПСМ				
методы формирования аналитических зависимостей и расчета основных параметров	студент не формулирует методы формирования аналитических зависимостей и расчета основных параметров, общие правила выбора критериев оптимизации.	студент с затруднениями формулирует методы формирования аналитических зависимостей и расчета основных параметров, общие правила выбора критериев оптимизации.	студент формулирует методы формирования аналитических зависимостей и расчета основных параметров, общие правила выбора критериев оптимизации.	студент грамотно формулирует методы формирования аналитических зависимостей и расчета основных параметров, общие правила выбора критериев оптимизации.
общие правила выбора критериев оптимизации				
Методы исследования и методики проведения экспериментов, основные этапы системного анализа.	студент не формулирует Методы исследования и методики проведения экспериментов, основные этапы системного анализа, методы проведения поисковых экспериментов с определением значимых факторов.	студент с затруднениями формулирует Методы исследования и методики проведения экспериментов, основные этапы системного анализа, методы проведения поисковых экспериментов с определением значимых факторов.	студент формулирует Методы исследования и методики проведения экспериментов, основные этапы системного анализа, методы проведения поисковых экспериментов с определением значимых факторов.	студент грамотно формулирует Методы исследования и методики проведения экспериментов, основные этапы системного анализа, методы проведения поисковых экспериментов с определением значимых факторов.
методы проведения поисковых экспериментов с определением значимых факторов.				

Оценка сформированности компетенций по показателю умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования	Студент не способен применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования.	Студент испытывает сложности в применении новых современных методов разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования.	Студент с небольшими затруднениями применяет новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования.	Студент самостоятельно применяет новые современные методы разработки технологических процессов изготовления изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы специального оборудования.
формировать аналитические зависимости функции отклика от варьируемых параметров	Студент не способен формировать аналитические зависимости функции отклика от варьируемых параметров, не находит рациональные диапазоны варьируемых параметров при наиболее благоприятных значениях функций отклика	Студент испытывает сложности в формировании аналитических зависимостей функции отклика от варьируемых факторов, в нахождении рациональных диапазонов варьируемых параметров при наиболее благоприятных значениях функций отклика, в определении оптимальных режимов работы оборудования в заданных пределах.	Студент с небольшими затруднениями формирует аналитические зависимости функции отклика от варьируемых параметров, находит рациональные диапазоны варьируемых параметров, определяет оптимальные режимы работы оборудования в заданных пределах.	Студент самостоятельно формирует аналитические зависимости функции отклика от варьируемых параметров, находит рациональные диапазоны варьируемых параметров при наиболее благоприятных значениях функций отклика, определяет оптимальные режимы работы оборудования в заданных пределах.
находить рациональные диапазоны варьируемых параметров при наиболее благоприятных значениях функций отклика	Студент не способен находить рациональные диапазоны варьируемых параметров при наиболее благоприятных значениях функций отклика, не определяет оптимальные режимы работы оборудования в заданных пределах.	Студент испытывает сложности в нахождении рациональных диапазонов варьируемых параметров при наиболее благоприятных значениях функций отклика, в определении оптимальных режимов работы оборудования в заданных пределах.	Студент с небольшими затруднениями находит рациональные диапазоны варьируемых параметров, определяет оптимальные режимы работы оборудования в заданных пределах.	Студент самостоятельно находит рациональные диапазоны варьируемых параметров, определяет оптимальные режимы работы оборудования в заданных пределах.
определять оптимальные режимы работы оборудования в заданных пределах	Студент не способен определять оптимальные режимы работы оборудования в заданных пределах.	Студент испытывает сложности в определении оптимальных режимов работы оборудования в заданных пределах.	Студент с небольшими затруднениями определяет оптимальные режимы работы оборудования в заданных пределах.	Студент самостоятельно определяет оптимальные режимы работы оборудования в заданных пределах.
применять различные методики экспериментов с определением	Студент не способен применять различные	Студент испытывает сложности в применении	Студент с небольшими затруднениями применяет	Студент самостоятельно применяет различные

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
<p>уровней варьируемых факторов и получать регрессионные зависимости функций отклика от значимых параметров.</p> <p>представлять аналитические зависимости в виде графиков и таблиц с определением рациональных диапазонов варьируемых параметров.</p>	<p>методики экспериментов с определением уровней варьируемых факторов и получать регрессионные зависимости функций отклика от значимых параметров, представлять аналитические зависимости в виде графиков и таблиц с определением рациональных диапазонов варьируемых параметров.</p>	<p>различных методик экспериментов с определением уровней варьируемых факторов и получать регрессионные зависимости функций отклика от значимых параметров, представлять аналитические зависимости в виде графиков и таблиц с определением рациональных диапазонов варьируемых параметров.</p>	<p>различные методики экспериментов с определением уровней варьируемых факторов и получать регрессионные зависимости функций отклика от значимых параметров, представлять аналитические зависимости в виде графиков и таблиц с определением рациональных диапазонов варьируемых параметров.</p>	<p>методики экспериментов с определением уровней варьируемых факторов и получать регрессионные зависимости функций отклика от значимых параметров, представлять аналитические зависимости в виде графиков и таблиц с определением рациональных диапазонов варьируемых параметров.</p>

Оценка сформированности компетенций по показателю навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
работы с первичными и вторичными документами	Студент не имеет навыков работы с первичными и вторичными документами, со справочным аппаратом, не знает методов оценки измерений.	Студент владеет минимально допустимыми способностями работы с первичными и вторичными документами, со справочным аппаратом, методами оценки измерений.	Студент владеет способностью работы с первичными и вторичными документами, со справочным аппаратом, методами оценки измерений.	Студент самостоятельно владеет способностью работы с первичными и вторичными документами, со справочным аппаратом, методами оценки измерений.
работы со справочным аппаратом				
методов оценки измерений				
анализировать и обрабатывать результаты экспериментальных исследований	Студент не способен анализировать и обрабатывать результаты экспериментальных исследований.	Студент со сложностями способен анализировать и обрабатывать результаты экспериментальных исследований.	Студент на базовом уровне способен анализировать и обрабатывать результаты экспериментальных исследований.	Студент на высшем уровне способен анализировать и обрабатывать результаты экспериментальных исследований.
методы расчета, основных параметров, методами оценки адекватности теоретических и экспериментальных данных	Студент не имеет навыков методов расчета, основных параметров, методами оценки теоретических и экспериментальных данных, методов определения значимых и незначимых факторов, не владеет способностью анализа закономерностей протекания процессов.	Студент владеет минимально допустимыми навыками методов расчета, основных параметров, методами оценки адекватности теоретических и экспериментальных данных, методов определения значимых и незначимых факторов, минимальные способности анализа закономерностей протекания процессов.	Студент владеет навыками методов расчета, основных параметров, методами оценки адекватности теоретических и экспериментальных данных, методами определения значимых и незначимых факторов, способностями анализа закономерностей протекания процессов.	Студент самостоятельно владеет методами расчета, основных параметров, методами оценки адекватности теоретических и экспериментальных данных, методами определения значимых и незначимых факторов, способностями анализа закономерностей протекания процессов.
методами определения значимых и незначимых факторов				
способностью анализа закономерностей протекания процессов				

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
<p>работы с различными измерительными и экспериментальным оборудованием, а также фиксацией результатов и их систематизацией.</p> <p>наложения различных функциональных зависимостей с целью оценки адекватности результатов теоретических и экспериментальных исследований.</p>	<p>Студент не имеет навыков работы с различными измерительными и экспериментальным оборудованием, а также фиксацией результатов и их систематизацией, наложения различных функциональных зависимостей с целью оценки адекватности результатов теоретических и экспериментальных исследований.</p>	<p>Студент владеет минимально допустимыми навыками работы с различными измерительными и экспериментальным оборудованием, а также фиксацией результатов и их систематизацией, наложения различных функциональных зависимостей с целью оценки адекватности результатов теоретических и экспериментальных исследований.</p>	<p>Студент владеет навыками работы с различными измерительными и экспериментальным оборудованием, а также фиксацией результатов и их систематизацией, наложения различных функциональных зависимостей с целью оценки адекватности результатов теоретических и экспериментальных исследований.</p>	<p>Студент самостоятельно владеет навыками работы с различными измерительными и экспериментальным оборудованием, а также фиксацией результатов и их систематизацией, наложения различных функциональных зависимостей с целью оценки адекватности результатов теоретических и экспериментальных исследований.</p>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Специализированная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации ГУК №118	Укомплектована специализированной мебелью и оснащены техническими средствами обучения: ноутбуком, проектором, проекционным экраном
2	Специализированная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации ГУК №128	Укомплектована специализированной мебелью и оснащены техническими средствами обучения: ноутбуком, проектором, проекционным экраном.
3	Специализированная учебная аудитория для самостоятельной работы ГУК №012	Оснащенная специализированной мебелью, техническими средствами обучения: проекционным экраном, проектором, компьютерной техникой – персональными компьютерами, имеющими возможность подключения к сети «Интернет» и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду БГТУ имени В.Г. Шухова
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду БГТУ имени В.Г. Шухова

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Pro	Договор №128-21 от 30 октября 2021г. Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Договор №128-21 от 30 октября 2021 г. Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 от 2020-11-01 до 2023-10-31
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky



		Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

1. Богданов В.С., Ильин А.С., Семикопенко И.А. Процессы в производстве строительных материалов. Белгород, Везелица, 2007. – 512с.
2. Богданов В.С., Шарапов Р.Р., Семикопенко И.А., Фадин Ю.М., Несмеянов Н.П., Герасименко В.Б. Основы расчета машин и оборудования предприятий строительных материалов и изделий. Учебник для ВУЗов. - Старый Оскол, издательство ТНТ, 2013. – 116с.
3. Оптимизация технологических процессов: методические указания для выполнения практических работ по дисциплине «Оптимизация технологических процессов» для магистров направления подготовки 15.04.02 – Технологические машины и оборудование профиля «Разработка технологического оборудования и комплексов предприятий строительной индустрии» / сост. С.Б. Булгаков, И.А. Семикопенко – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2018. - 58 с.
4. Процессы в производстве строительных материалов: методические указания к выполнению расчетно-графических заданий по дисциплине «Оптимизация технологических процессов» для магистров направления подготовки 15.04.02 – Технологические машины и оборудование профиля «Разработка технологического оборудования и комплексов предприятий строительной индустрии» / сост.: И.А. Семикопенко, Г.И. Чемеричко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 14 с.

### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. [www.StandartGOST.ru](http://www.StandartGOST.ru) - Открытая база ГОСТов
2. [www.eskd.ru](http://www.eskd.ru) - Единая система конструкторской документации
3. [www.fips.ru](http://www.fips.ru) - Федеральный институт промышленной собственности Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам
4. [www.rupto.ru](http://www.rupto.ru) - Роспатент. Федеральная служба по интеллектуальной собственности

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « \_\_\_\_ »2022 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Богданов В.С.  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ Латышев С.С.  
подпись, ФИО