

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1146915	Расчет и техническое обслуживание технологического оборудования

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Производство строительных материалов и изделий 2. Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве строительных материалов и изделий	<b>Код ОП</b> 1. 08.04.01/33.10 2. 08.04.01/33.15
<b>Направление подготовки</b> 1. Строительство	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 08.04.01

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Пономарев Владимир Борисович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	оборудования и автоматизации силикатных производств
2	Шишкин Сергей Федорович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	оборудования и автоматизации силикатных производств

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Расчет и техническое обслуживание технологического оборудования

## 1.1. Аннотация содержания модуля

При освоении дисциплины модуля «Разработка и эксплуатация систем и оборудования для транспортирования сыпучих материалов» студент приобретает теоретические знания о процессах и современном оборудовании для транспортирования сыпучих материалов, а также приобретает навыки по расчету и выбору такого оборудования. При освоении дисциплины модуля «Разработка и эксплуатация оборудования для фракционирования сыпучих материалов» студенты знакомятся с современной теорией фракционирования порошков, с оборудованием для сепарации сыпучих материалов, процессами разделения и обогащения измельченного сырья и промпродуктов. При освоении дисциплины модуля «Разработка и эксплуатация оборудования для измельчения сырьевых материалов» студент приобретает теоретические знания о процессах и современном оборудовании для измельчения сыпучих материалов, учится производить расчет и выбор оборудования для измельчения твердых и сыпучих материалов.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Разработка и эксплуатация систем и оборудования для транспортирования сыпучих материалов	6
2	Разработка и эксплуатация оборудования для фракционирования сыпучих материалов	3
3	Разработка и эксплуатация оборудования для измельчения сырьевых материалов	3
ИТОГО по модулю:		12

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Разработка и эксплуатация оборудования для измельчения сырьевых материалов	ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	<p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p>
	ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p>
	ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации,	<p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним</p>

	<p>поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>условиям (эксплуатации, сопровождения, хранения, перевозки, вывода из эксплуатации)</p> <p>П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки</p>
	<p>ПК-1 - Способен организовать процессы технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования для переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p><b>(Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>З-5 - Привести примеры высокоэффективного нестандартного оборудования для переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p>У-4 - В процессе технического перевооружения и реконструкции обоснованно выбирать исходные данные для составления технического задания на проектирование нового высокоэффективного оборудования с учетом ресурсов и технологии переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт составления технического задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования с учетом ресурсов и технологии переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p>
	<p>ПК-2 - Способен анализировать и координировать работу технологического и теплотехнического оборудования производства строительных материалов.</p> <p><b>(Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>З-1 - Привести примеры технологического и теплотехнического оборудования производства строительных материалов, объяснить назначение, устройство и принципы работы.</p> <p>З-2 - Сформулировать принципы и методику расчета технологического и теплотехнического оборудования.</p> <p>З-3 - Описывать методы анализа и оценки технологического и теплотехнического оборудования, параметры и показатели его работы, внешние признаки разных видов неисправностей, способы их устранения.</p> <p>У-1 - Различать внешние признаки неправильной работы и основные неисправности технологического и теплотехнического оборудования.</p>

		<p>У-2 - Выбирать способы устранения основных неисправностей технологического и теплотехнического оборудования в зависимости от вида неисправности.</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность действий при регулировке технологического и теплотехнического оборудования.</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по методам оценки технического состояния технологического и теплотехнического оборудования.</p>
	<p>ПК-3 - Способен организовать процессы технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования для переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p><b>(Производство строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>З-1 - Перечислить технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической документации по техническому перевооружению и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования</p> <p>З-2 - Изложить основные положения единой системы технологической подготовки перевооружения и реконструкции производства</p> <p>З-3 - Привести примеры высокоэффективного нестандартного оборудования для переработки твердых и сыпучих строительных материалов</p> <p>У-1 - Устанавливать последовательность работ по организации процессов технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования</p> <p>У-2 - В процессе технического перевооружения и реконструкции обоснованно выбирать исходные данные для составления технического задания на проектирование нового высокоэффективного оборудования с учетом ресурсов и технологии переработки твердых и сыпучих строительных материалов</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по организации процессов технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования</p>

		<p>П-2 - Иметь практический опыт составления технического задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования с учетом ресурсов и технологии переработки твердых и сыпучих строительных материалов</p>
	<p>ПК-3 - Способен проектировать процессы и оборудование для производства строительных материалов, изделий и конструкций с учетом их автоматизации.</p> <p><b>(Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>З-3 - Перечислить основные узлы и механизмы оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций, объяснить принцип его работы.</p> <p>З-4 - Перечислить методики расчета процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.</p> <p>У-3 - Формулировать методики расчета процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.</p> <p>П-3 - Выполнять конструкторские расчеты процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.</p> <p>П-4 - Иметь практический опыт разработки конструкторской документации с использованием стандартных программных пакетов и средств автоматизированного проектирования.</p>
	<p>ПК-4 - Способен организовать и самостоятельно провести научные исследования технологических процессов для разработки нового оборудования по переработке твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p><b>(Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве)</b></p>	<p>З-2 - Формулировать теории технологических процессов и объяснять устройство, принципы работы оборудования по переработке твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p>З-3 - Перечислить основные свойства твердых и сыпучих строительных материалов, и несущей газовой среды.</p> <p>З-4 - Перечислить основные контрольно-измерительные средства и типы оборудования аппаратуру для измерения параметров твердой и газовой сред.</p> <p>У-2 - Анализировать результаты исследований и определять цели и задачи разработки нового оборудования.</p>

	<b>строительных материалов и изделий)</b>	<p>У-3 - Выбирать необходимые контрольно-измерительные средства и аппаратуру в зависимости от изучаемых параметров твердой и газовой сред.</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт выполнения технологических расчетов по теме научного исследования и формулировать цели и задачи разработки нового оборудования на основе анализа полученных данных.</p>
Разработка и эксплуатация оборудования для фракционирования сыпучих материалов	ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	<p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p>
	ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p>



	<p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p> <p>П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования</p>
	<p>ПК-1 - Способен организовать процессы технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования для переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p><b>(Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>З-5 - Привести примеры высокоэффективного нестандартного оборудования для переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p>У-4 - В процессе технического перевооружения и реконструкции обоснованно выбирать исходные данные для составления технического задания на проектирование нового высокоэффективного оборудования с учетом ресурсов и технологии переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт составления технического задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования с учетом ресурсов и технологии переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p>
	<p>ПК-2 - Способен анализировать и координировать работу технологического и теплотехнического оборудования производства строительных материалов.</p> <p><b>(Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве)</b></p>	<p>З-1 - Привести примеры технологического и теплотехнического оборудования производства строительных материалов, объяснить назначение, устройство и принципы работы.</p> <p>З-2 - Сформулировать принципы и методику расчета технологического и теплотехнического оборудования.</p> <p>З-3 - Описывать методы анализа и оценки технологического и теплотехнического оборудования, параметры и показатели его работы, внешние признаки разных видов неисправностей, способы их устранения.</p>

	<p><b>строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>У-1 - Различать внешние признаки неправильной работы и основные неисправности технологического и теплотехнического оборудования.</p> <p>У-2 - Выбирать способы устранения основных неисправностей технологического и теплотехнического оборудования в зависимости от вида неисправности.</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность действий при регулировке технологического и теплотехнического оборудования.</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по методам оценки технического состояния технологического и теплотехнического оборудования.</p>
	<p>ПК-3 - Способен организовать процессы технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования для переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p><b>(Производство строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>З-1 - Перечислить технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической документации по техническому перевооружению и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования</p> <p>З-2 - Изложить основные положения единой системы технологической подготовки перевооружения и реконструкции производства</p> <p>З-3 - Привести примеры высокоэффективного нестандартного оборудования для переработки твердых и сыпучих строительных материалов</p> <p>У-1 - Устанавливать последовательность работ по организации процессов технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования</p> <p>У-2 - В процессе технического перевооружения и реконструкции обоснованно выбирать исходные данные для составления технического задания на проектирование нового высокоэффективного оборудования с учетом ресурсов и технологии переработки твердых и сыпучих строительных материалов</p>

		<p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по организации процессов технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт составления технического задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования с учетом ресурсов и технологии переработки твердых и сыпучих строительных материалов</p>
	<p>ПК-3 - Способен проектировать процессы и оборудование для производства строительных материалов, изделий и конструкций с учетом их автоматизации.</p> <p><b>(Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>З-3 - Перечислить основные узлы и механизмы оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций, объяснить принцип его работы.</p> <p>З-4 - Перечислить методики расчета процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.</p> <p>У-3 - Формулировать методики расчета процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.</p> <p>П-3 - Выполнять конструкторские расчеты процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.</p> <p>П-4 - Иметь практический опыт разработки конструкторской документации с использованием стандартных программных пакетов и средств автоматизированного проектирования.</p>
	<p>ПК-4 - Способен организовать и самостоятельно провести научные исследования технологических процессов для разработки нового оборудования по переработке твердых и сыпучих строительных материалов.</p>	<p>З-2 - Формулировать теории технологических процессов и объяснять устройство, принципы работы оборудования по переработке твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p>З-3 - Перечислить основные свойства твердых и сыпучих строительных материалов, и несущей газовой среды.</p> <p>З-4 - Перечислить основные контрольно-измерительные средства и типы</p>

	<p><b>(Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>оборудования аппаратуру для измерения параметров твердой и газовой сред.</p> <p>У-2 - Анализировать результаты исследований и определять цели и задачи разработки нового оборудования.</p> <p>У-3 - Выбирать необходимые контрольно-измерительные средства и аппаратуру в зависимости от изучаемых параметров твердой и газовой сред.</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт выполнения технологических расчетов по теме научного исследования и формулировать цели и задачи разработки нового оборудования на основе анализа полученных данных.</p>
<p>Разработка и эксплуатация систем и оборудования для транспортирования сыпучих материалов</p>	<p>ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования,</p>

		<p>технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</p>
	<p>ОПК-6 - Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла и продукта</p>	<p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь</p>

		<p>повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p>
	<p>ОПК-7 - Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним условиям (эксплуатации, сопровождения, хранения, перевозки, вывода из эксплуатации)</p> <p>П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки</p> <p>Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения</p>
	<p>ПК-1 - Способен организовать процессы технического перевооружения и реконструкции</p>	<p>З-3 - Перечислить технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической документации по техническому перевооружению и реконструкции</p>

	<p>теплотехнического и технологического оборудования для переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p><b>(Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>теплотехнического и технологического оборудования.</p> <p>З-5 - Привести примеры высокоэффективного нестандартного оборудования для переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность работ по организации процессов технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования.</p> <p>У-4 - В процессе технического перевооружения и реконструкции обоснованно выбирать исходные данные для составления технического задания на проектирование нового высокоэффективного оборудования с учетом ресурсов и технологии переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p>П-2 - Разрабатывать рекомендации по организации процессов технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования.</p> <p>П-3 - Иметь практический опыт составления технического задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования с учетом ресурсов и технологии переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p>
	<p>ПК-2 - Способен анализировать и координировать работу технологического и теплотехнического оборудования производства строительных материалов.</p> <p><b>(Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве)</b></p>	<p>З-1 - Привести примеры технологического и теплотехнического оборудования производства строительных материалов, объяснить назначение, устройство и принципы работы.</p> <p>З-2 - Сформулировать принципы и методику расчета технологического и теплотехнического оборудования.</p> <p>З-3 - Описывать методы анализа и оценки технологического и теплотехнического оборудования, параметры и показатели его работы, внешние признаки разных видов неисправностей, способы их устранения.</p>

	<p><b>строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>У-1 - Различать внешние признаки неправильной работы и основные неисправности технологического и теплотехнического оборудования.</p> <p>У-2 - Выбирать способы устранения основных неисправностей технологического и теплотехнического оборудования в зависимости от вида неисправности.</p> <p>У-3 - Устанавливать последовательность действий при регулировке технологического и теплотехнического оборудования.</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по методам оценки технического состояния технологического и теплотехнического оборудования.</p> <p>П-2 - Оформлять инструкцию по устранению выявленных отклонений от заданных величин параметров и показателей работы технологического и теплотехнического оборудования на основе анализа технического состояния технологического и теплотехнического оборудования.</p>
	<p>ПК-3 - Способен организовать процессы технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования для переработки твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p><b>(Производство строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>З-1 - Перечислить технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической документации по техническому перевооружению и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования</p> <p>З-2 - Изложить основные положения единой системы технологической подготовки перевооружения и реконструкции производства</p> <p>З-3 - Привести примеры высокоэффективного нестандартного оборудования для переработки твердых и сыпучих строительных материалов</p> <p>У-1 - Устанавливать последовательность работ по организации процессов технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования</p> <p>У-2 - В процессе технического перевооружения и реконструкции</p>



		<p>обоснованно выбирать исходные данные для составления технического задания на проектирование нового высокоэффективного оборудования с учетом ресурсов и технологии переработки твердых и сыпучих строительных материалов</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по организации процессов технического перевооружения и реконструкции теплотехнического и технологического оборудования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт составления технического задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования с учетом ресурсов и технологии переработки твердых и сыпучих строительных материалов</p>
	<p>ПК-3 - Способен проектировать процессы и оборудование для производства строительных материалов, изделий и конструкций с учетом их автоматизации.</p> <p><b>(Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>З-3 - Перечислить основные узлы и механизмы оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций, объяснить принцип его работы.</p> <p>З-4 - Перечислить методики расчета процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.</p> <p>У-3 - Формулировать методики расчета процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.</p> <p>П-3 - Выполнять конструкторские расчеты процессов и оборудования для производства строительных материалов, изделий и конструкций.</p> <p>П-4 - Иметь практический опыт разработки конструкторской документации с использованием стандартных программных пакетов и средств автоматизированного проектирования.</p>
	<p>ПК-4 - Способен организовать и самостоятельно провести научные исследования технологических</p>	<p>З-2 - Формулировать теории технологических процессов и объяснять устройство, принципы работы оборудования по переработке твердых и сыпучих строительных материалов.</p>

	<p>процессов для разработки нового оборудования по переработке твердых и сыпучих строительных материалов.</p> <p><b>(Энерго- и ресурсосберегающие процессы и оборудование в производстве строительных материалов и изделий)</b></p>	<p>З-3 - Перечислить основные свойства твердых и сыпучих строительных материалов, и несущей газовой среды.</p> <p>З-4 - Перечислить основные контрольно-измерительные средства и типы оборудования аппаратуру для измерения параметров твердой и газовой сред.</p> <p>У-2 - Анализировать результаты исследований и определять цели и задачи разработки нового оборудования.</p> <p>У-3 - Выбирать необходимые контрольно-измерительные средства и аппаратуру в зависимости от изучаемых параметров твердой и газовой сред.</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт выполнения технологических расчетов по теме научного исследования и формулировать цели и задачи разработки нового оборудования на основе анализа полученных данных.</p> <p>Д-1 - Демонстрировать высокий уровень ответственности и самостоятельности при выполнении лабораторных работ и исследованиях.</p>
--	---	--

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Разработка и эксплуатация систем и**  
**оборудования для транспортирования**  
**сыпучих материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Шишкин Сергей Федорович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	оборудования и автоматизации силикатных производств

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Шишкин Сергей Федорович, Доцент, оборудования и автоматизации силикатных производств**

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Вводная часть	Классификация систем и оборудования для транспортировки сыпучих материалов. Актуальность транспортировки сыпучих материалов. Основные направления по разработке и эксплуатации повышению эффективности
2	Свойства транспортируемого материала	Плотность, насыпная масса, порозность – оборудование, способы определения и расчета. Способы и оборудование для анализа гранулометрического состава: ситовой; фотоседиментационный; лазерный анализ. Аппроксимация интегральных функция распределения частиц по размерам. Методы определения средних размер частиц полидисперсного материала: средневзвешенный; среднеинтегральный; среднеобъемный; среднеповерхностный. Определение углов естественного откоса – статический динамический. Определение удельной поверхности
3	Механический транспорт	Область применения, преимущества и недостатки области применения пневматического и механического транспорта. Оборудование для механического транспорта. Конструкции винтовых, ленточных, скребковых конвейеров. Конструкции элеваторов. Расчет винтовых (шнековых) и ленточных конвейеров. Расчет элеваторов
4	Свойства воздуха. Сжатый воздух	Основные понятия и определения. Давление (абсолютное, барометрическое, избыточное, парциальное), температура, вязкость, плотность воздуха. Уравнение состояния.

		Нормальные, рабочие и стандартные условия. Влажность воздуха. Уравнение Антуана. Определение точки росы. Расчет емкости ресивера
5	Основные законы аэродинамики	Повторение основных законов газодинамики. Уравнение состояния, уравнение неразрывности, уравнение Бернулли. Уравнение Дарси, определение потерь давления при движении газа по трубе, определение расхода воздуха для различных моделей движения, определение местных потерь давления. Расчет сопротивления аэродинамического тракта
6	Оборудование и системы пневмотранспорта	Классификация систем пневмотранспорта. Заборные сопла вакуумных систем. Струйные насосы. Пневмоподъемники Пневмовинтовые насосы Шлюзовые питатели. Аэрожелоба. Пневокамерные насосы. Вспомогательное оборудование. Трубопроводы. Арматура. Переключатели потока и запорная арматура. Ресиверы. Оборудование для контроля и автоматического управления
7	Основные параметры процесса пневмотранспорта	Основные понятия и определения. Расходная концентрация, массовая и объемная концентрация, относительная скорость твердой фазы, локальная концентрация и порозность подвижного слоя, взаимосвязь параметров. Основные уравнения для двухфазных потоков: уравнения неразрывности для сплошной и твердой фазы. Типовой метод расчета сопротивления транспортного тракта
8	Расчет параметров для курсового проекта «Проектирование системы пневмотранспорта»	Определение скорости витания. Определение относительной скорости. Определение коэффициента Гаустерштадта. Выбор циклона и рукавного фильтра. Расчет и выбор тягодутьевого оборудования
9	Расчет и выбор аспирационного оборудования – циклонов и рукавного фильтра	Конструкции циклонов и рукавных фильтров. Определение диаметра циклонов. Расчет фракционного КПД методом НИИОГАЗ и Лайта-Лихта. Расчет аэродинамического сопротивления циклонов. Определение площади фильтрации рукавного фильтра
10	Основные законы газовой динамики чистого газа	Модели движения чистого газа: несжимаемый поток; изотермический поток; адиабатический поток Уравнение состояния, неразрывности, Бернулли в интегральной и дифференциальной форме. Расчет мощности компрессора
11	Движение чистого газа по трубе	Уравнение Дарси, определение потерь давления при движении газа по трубе, расходов воздуха при различных моделях течения газа по трубе с учетом сил трения определение местных сопротивлений (несжимаемый газ, изотермическое течение, адиабатическое течение)
12	Аэродинамика одиночных частиц	Сила сопротивления, действующая на частицу, коэффициент сопротивления, критерий Рейнольдса и критерий Архимеда для частицы. Разгон и торможение частиц, скорость обтекания, конечная скорость осаждения, скорость витания
13	Основные закономерности двухфазных потоков, параметры процесса пневмотранспорта	Основные характеристики и параметры двухфазных потоков. Модели движения – гомогенная и гетерогенная модель раздельного движения. Расчет движения двухфазного потока по трубе. Критическая скорость потока

14	Элементы расчета высоконапорных систем с помощью газодинамических функций	Газодинамические функции. Расчет истечения сжимаемого газа. Расчет дозвуковых, звуковых и сверхзвуковых сопел
15	Расчет системы пневмотранспорта на базе струйного насоса	Конструкции струйных насосов и область их применения. Расчет эжектора струйного насоса. Определение геометрических параметров эжектора. Определение основных режимных параметров, определение критических параметров
16	Расчет аэрожелоба	Конструкции аэрожелобов и область их применения. Расчет скорости псевдооживления. Элементы механики кипящего слоя. Расчет аэрожелобов
17	Изотермическая модель пневмотранспорта	Высоконапорный пневмотранспорт. Работа сил внутреннего трения. Техническая работа по перемещению частиц. Уравнение Дарси-Вейсбаха для двухфазного потока. Уравнения неразрывности для сплошной и дисперсной фазы. Расчет сопротивления транспортного тракта для изотермической модели
18	Вспомогательное оборудование. Монтаж и эксплуатация систем пневмотранспорта	Трубопроводы ГОСТы, правила монтажа. Защита от абразивного износа. Запорная арматура, конструкции поворотных заслонок, вентилей, кранов, запорных клапанов, обратных клапанов. Переключатели потоков. Материалы для уплотнения арматуры. Особенности монтажа и эксплуатации арматуры
19	Системы автоматизации КИП и АСУ-ТП систем пневмотранспорта	Датчики КИП, пневматические шкафы, шкафы управления на базе ПЛК, алгоритмы и программы управления работой пневмокамерного насоса. Интеграция на базе SCADA программ в системы АСУ-ТП верхнего уровня

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Разработка и эксплуатация систем и оборудования для транспортирования сыпучих материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Калинушкин, М. П.; Пневматический транспорт в строительстве; Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, Москва; 1961; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213792> (Электронное издание)

2. Домрачев, А. А.; Пневматический транспорт измельченной древесины : учебное пособие.; ПГТУ, Йошкар-Ола; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494064> (Электронное издание)
3. Смолдырев, А. Е.; Трубопроводный транспорт концентрированных гидросмесей : практическое пособие.; Машиностроение, Москва; 1973; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=561909> (Электронное издание)

### **Печатные издания**

1. Коузов, П. А.; Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов; Химия. Ленинградское отделение, Ленинград; 1987 (4 экз.)
2. Коузов, П. А.; Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов; Химия. Ленинградское отделение, Ленинград; 1974 (3 экз.)
3. Кузнецов, Ю. В., Кузнецов, М. Ю.; Сжатый воздух; УрО РАН, Екатеринбург; 2007 (7 экз.)
4. Дорошенко, В. А.; Трубопроводный гидравлический и пневматический транспорт : учебное пособие [для студентов и магистрантов строительных, механико-машиностроительных, горнодобывающих и металлургических специальностей].; АМБ, Екатеринбург; 2014 (6 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Шишкин С.Ф., Шишкин А.С. Пневмотранспорт дисперсных материалов: учебное пособие для вузов / С. Ф. Шишкин, А. С. Шишкин. — Санкт Петербург : Лань, 2021. — 360 с. <https://e.lanbook.com/book/174977>
2. Шишкин А. С. Примеры расчетов аэродинамических процессов переработки сыпучих материалов в Excel / А. С. Шишкин, С. Ф. Шишкин. Учебное электронное текстовое издание. Екатеринбург: Информационный портал УрФУ, 2016. 409 с. Режим доступа:
3. Евтюков С.А., Шапунов М.М. Пневмотранспортное оборудование в стоительной индустрии и строительстве / С.А. Евтюков, М.М. Шапунов. СПб.: Издательство ДНК. 2005. 360 с.
4. Шишкин А.С., Шишкин С.Ф. Гранулометрический состав дисперсных материалов. Екатеринбург: : учеб. пособие / ГОУ ВПО УГТУ УПИ, 2009. – 126 с.
5. Гологорский Е.Г. Эксплуатация и ремонт оборудования предприятий стройиндустрии /Е.Г. Гологорский, А.И. Доценко, А.С. Ильин. М.: Архитектура-С, 2006. – 504с.
6. Ящура А. И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования: справочник / А. И. Ящура. - Москва: ЭНАС, 2008. - 360 с.

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<https://study.urfu.ru/>

<http://e.lanbook.com/>

<http://elibrary.ru>

<http://www.scopus.com/>

<http://apps.webofknowledge.com/>

<http://www.biblioclub.ru/>

<http://archive.neicon.ru/>

<http://www.bibliocomplectator.ru/available>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Разработка и эксплуатация систем и оборудования для транспортирования сыпучих материалов**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Персональные компьютеры по количеству обучающихся  Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES



3	Курсовая работа/ курсовой проект	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Периферийное устройство  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
6	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Разработка и эксплуатация оборудования**  
**для фракционирования сыпучих**  
**материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Пономарев Владимир Борисович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	оборудования и автоматизации силикатных производств

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Пономарев Владимир Борисович, Доцент, оборудования и автоматизации силикатных производств

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Описание курса	Актуальность процессов фракционирования сыпучих материалов. Основные направления по разработке высокоэффективного оборудования для разделения порошков. Рекомендации по прохождению курса
2	Грохочение	Виды и конструкции грохотов. Теория грохочения. Технологические расчеты параметров оборудования. Анализ результатов грохочения
3	Гравитационное обогащение минерального сырья	Основные свойства сырьевых материалов (плотность, смачиваемость, коэффициент трения и др.). Основные технологические параметры процесса обогащения (выход продукта, содержание компонента и извлечение его в продукт, эффективность). Классификация процессов обогащения. Скорость движения минеральных частиц в жидкой среде. Численное определение скорости свободного движения частиц. Численное определение скорости движения частицы в потоке дисперсионной среды.
4	Сепарационное оборудование	Классификация, виды, конструкции сепараторов. Конусные классификаторы. Камерные гидравлические классификаторы. Гидравлические гравитационные классификаторы с принудительной разгрузкой песков. Центробежные гидравлические классификаторы. Гидроциклоны. Сепарация в тяжелых средах. Магнитогидростатическая (МГС) и

		феррогидростатическая (ФГС) сепарации. Отсадка. Концентрационные столы. Обогащение в желобах. Винтовые сепараторы и винтовые шлюзы. Флотация.
5	Фракционирование сыпучих материалов	Типовые конструкции пневматических гравитационных каскадных классификаторов для разделения сыпучих материалов по крупности. Назначение пересыпных элементов. Комбинированные каскадные аппараты. Поперечно-поточные классификаторы. Промышленные испытания и внедрения каскадных классифицирующих установок в различных отраслях промышленности. Оценка эффективности разделения сыпучих материалов. Технологические показатели процессов обогащения материалов по крупности. Крупность частиц как характеристика процесса разделения. Сепарационная характеристика процесса. Пример расчета эффективности разделения кварцевого песка в каскадном аппарате. Кривая Тромпа. Критерий Эдера-Майера.
6	Физическое и математическое моделирование	Виды экспериментов. Задачи и цель эксперимента. Серии параллельных, основных и контрольных опытов. Факторы и параметры. Методика проведения эксперимента, анализ результатов. Отбор проб. Сокращение и квартование пробы. Проботборники. Ситовой анализ. Модуль набора сит. Материалы для изготовления сеток. Ручной и механизированный рассев. Остатки на ситах - характеристика гранулометрического состава порошков. Последовательность проведения лабораторного эксперимента по разделению сыпучего материала в каскадном классификаторе. Виртуальный симулятор каскадного классификатора, описание его работы. Основные вычисления (выход продуктов, производительность, расходная концентрация, критерии Эдера-Майера и Ханкока-Луйкена). Математический эксперимент. Аппроксимации Розина-Рамлера и Плитта. Связь параметра Плитта и показателя Эдера-Майера. Математический расчет процесса фракционирования сыпучего материала на примере получения абразивного порошка из гранулированного купершлака. Использование процедуры «Поиск решения» из таблицы EXCEL. Оптимизация технологических режимов классификатора на основе математической модели процесса.
7	Расчет и эксплуатация воздушных классификаторов	Математический расчет сепарационной установки. Методика, основные этапы проектирования. Использование лабораторного эксперимента для расчета технологических и конструктивных характеристик промышленной установки. Математический эксперимент, разработка математической модели процесса разделения порошков. Монтаж и эксплуатация каскадных классификаторов.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Разработка и эксплуатация оборудования для фракционирования сыпучих материалов

#### Электронные ресурсы (издания)

1. Жендарева; Оценка эффективности функционирования речных комплексов по добыче и доставке нерудных строительных материалов : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. ; Новосибирск; 2015 <http://dlib.rsl.ru/rsl01005000000/rsl01005565000/rsl01005565300/rsl01005565300.pdf> (Электронное издание)
2. Макаров, В. Л.; Применение вычислимых моделей в государственном управлении : монография.; Научный эксперт, Москва; 2007; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=78305> (Электронное издание)

#### Печатные издания

1. Пономарев, В. Б.; Расчет и проектирование оборудования для воздушной сепарации сыпучих материалов : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01, 08.04.03 - Строительство .; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2017 (5 экз.)
2. Пономарев, В. Б.; Математическая обработка результатов инженерного эксперимента : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01, 08.04.01 - Строительство, 18.03.01 - Химическая технология.; Издательство Уральского университета, Екатеринбург; 2019 (15 экз.)
3. Барский, М. Д.; Фракционирование порошков; Недра, Москва; 1980 (26 экз.)
4. Полькин, Полькинт, С. И.; Обогащение руд цветных и редких металлов : Учебник для вузов.; Недра, Москва; 1975 (13 экз.)
5. Полькин, С. И.; Обогащение руд цветных металлов : учебник для вузов.; Недра, Москва; 1983 (12 экз.)
6. Комлев, С. Г.; Основы обогащения полезных ископаемых : Конспект лекций для студентов специальностей 090300, 210200, 180400, 060800.; УГГГА, Екатеринбург; 2003 (10 экз.)
7. Безуглов, И. Г.; Основы научного исследования : учеб. пособие для аспирантов и студентов-дипломников.; Академический Проект, Москва; 2008 (6 экз.)

#### Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Шишкин А. С. Примеры расчетов аэродинамических процессов переработки сыпучих материалов в Excel / А. С. Шишкин, С. Ф. Шишкин. Учебное электронное текстовое издание. Екатеринбург: Информационный портал УрФУ, 2016. 409 с. Режим доступа: [https://study.urfu.ru/Aid/Publication/13462/1/Shishkin\\_Shishkin.pdf](https://study.urfu.ru/Aid/Publication/13462/1/Shishkin_Shishkin.pdf)

Пономарев, В. Б., Лошкарев, А. Б., & Сычев, Ю. И. (2019). Математическая обработка результатов инженерного эксперимента: учебное пособие. Издательство Уральского университета. <http://hdl.handle.net/10995/78092>

Пономарев, В. Б. (2017). Расчет и проектирование оборудования для воздушной сепарации сыпучих материалов: учебное пособие. Издательство Уральского университета. <http://elar.urfu.ru/handle/10995/46979>

Электронный курс (ЭОР). Разработка оборудования для гравитационной сепарации сыпучих материалов. <https://elearn.urfu.ru/course/view.php?id=5712>

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<http://elibrary.ru>

<http://www.scopus.com/>

<http://apps.webofknowledge.com/>

<http://www.biblioclub.ru/>

<http://archive.neicon.ru/>

<http://www.bibliocomplectator.ru/available>

<https://yandex.ru/>

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Разработка и эксплуатация оборудования для фракционирования сыпучих материалов**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		<p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	
3	Консультации	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Разработка и эксплуатация оборудования**  
**для измельчения сырьевых материалов**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Шишкин Сергей Федорович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	оборудования и автоматизации силикатных производств

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20210531-01 от 31.05.2021 г.



# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Шишкин Сергей Федорович, Доцент, оборудования и автоматизации силикатных производств**

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1	Вводная часть	Классификация систем и оборудования для измельчения материалов. Актуальность процессов измельчения. Основные направления по разработке и эксплуатации повышению эффективности оборудования для измельчения
2	Свойства измельчаемого материала	Показатели прочности частиц. Коэффициент размолоспособности. Твердость породы. Показатель крепости по Протодюковону М.М.. Плотность, насыпная масса, гранулометрический состав, удельная поверхность
3	Определение основных параметров процесса измельчения	Характеристики и параметры процесса измельчения. Степень измельчения $is=Sy2/Sy1$ , $id=dcp1/dcp2$ , производительность, удельные затраты энергии, намол металла. Основные законы измельчения. Определение удельных затрат энергии
4	Технологические схемы процессов измельчения	Открытый цикл измельчения. Схема открытого цикла на примере шаровой мельницы. Классификатор (сепаратор). Основные параметры работы классификатора. Замкнутый цикл измельчения. Многообразие схем замкнутого цикла. Понятие циркуляционной нагрузки. Преимущества и недостатки технологических схем
5	Конструкция и расчет шаровой мельницы	Конструкция трубных мельниц. Технологические расчеты параметров оборудования (масса шаровой загрузки, число оборотов, мощность привода, производительность). Выбор

		бронифутеровки и мелющей загрузки. Межкамерные и выходные перегородки
6	Конструкции и расчет классификаторов	Конструкции классификаторов для замкнутого цикла измельчения. Гравитационные классификаторы. Центробежные классификаторы проходные и динамические. Кривые фракционного разделения. Параметры процесса разделения, граница разделения эффективность разделения. Расчет продуктов разделения. Расчет ротора для заданной границы разделения центробежного классификатора
7	Конструкция мельниц для тонкого измельчения	Конструкции маятниковых мельниц. Конструкции вибромельниц. Конструкции струйных мельниц. Область применения, преимущества и недостатки
8	Расчет открытого цикла измельчения	Матричная модель процесса измельчения в открытом цикле. Частные остатки узких классов крупности. Исходный гранулометрический состав. Гранулометрический состав готового продукта. Представление гранулометрического состава в виде арифметического вектора (упорядоченного массива). Матрица разрушения. Циклы измельчения. Нагрузка по питанию. Расчет процесса измельчения в открытом цикле
9	Расчет замкнутого цикла измельчения	Расчетная схема замкнутого цикла измельчения. Матричная модель расчета. Кратность циркуляции. Циркуляционная нагрузка по питанию. Влияние границы разделения на выход крупного продукта и циркуляционную нагрузку
10	Выбор циклонов	Расчет системы аспирации мельницы и классификатора с выбором газоочистного тягодутьевого оборудования
11	Монтаж и эксплуатация шаровой мельницы	Монтаж и эксплуатация шаровой мельницы. Выверка оси шаровой мельницы в вертикальной и горизонтальной плоскости
12	Системы автоматизации КИП и АСУ-ТП мельниц замкнутого и открытого цикла измельчения	Контролируемые параметры. Датчики КИП, шкафы управления на базе ПЛК, алгоритмы и программы управления работой мельниц. Интеграция на базе SCADA программ в системы АСУ-ТП верхнего уровня

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
			-	-

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Разработка и эксплуатация оборудования для измельчения сырьевых материалов**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Корнилов, А. В.; Активационное измельчение природных алюмосиликатов : монография.; Казанский научно-исследовательский технологический университет, Казань; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560558> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Акунов, В. И.; Струйные мельницы. Элементы теории и расчета; Машиностроение, Москва; 1967 (4 экз.)
2. Касаткин, А. Г.; Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов.; Альянс, Москва; 2005 (64 экз.)
3. Сапожников, М. Я.; Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций : учеб. для студентов специальности "Мех. оборудование предприятий строит. материалов, изделий и конструкций" вузов.; Высшая школа, Москва; 1971 (21 экз.)
4. Давыдов, С. Я., Капустин, Ф. Л.; Новое оборудование цементных заводов сухого способа производства : учеб. пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2001 (21 экз.)
5. ; Технологические линии и комплексы металлургических цехов. Расчет двухстадийной схемы измельчения, выбор технологического оборудования : Метод. указ. по выполнению курсовой работы для студентов всех форм обучения спец. 1703 - Металлургические машины и оборудование.; УГТУ, Екатеринбург; 1995 (10 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

1. Коржова, Р. В.; Дробление, грохочение, измельчение : лабораторный практикум.; МИСИС, Москва; 2004; <https://e.lanbook.com/book/116985>
2. Крылов, И. О.; Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению : методические указания к выполнению курсовой работы.; МИСИС, Москва; 2019; <https://e.lanbook.com/book/129033>
3. Корнилов, А. В.; Активационное измельчение природных алюмосиликатов : монография.; Казанский научно-исследовательский технологический университет, Казань; 2017; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560558>
4. Шишкин А. С. Примеры расчетов аэродинамических процессов переработки сыпучих материалов в Excel / А. С. Шишкин, С. Ф. Шишкин. Учебное электронное текстовое издание. Екатеринбург: Информационный портал УрФУ, 2016. 409 с. Режим доступа: [https://study.urfu.ru/Aid/Publication/13462/1/Shishkin\\_Shishkin.pdf](https://study.urfu.ru/Aid/Publication/13462/1/Shishkin_Shishkin.pdf)

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

## Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<https://yandex.ru/>

<http://e.lanbook.com/>

<http://elibrary.ru>

<http://www.scopus.com/>

<http://apps.webofknowledge.com/>

<http://www.biblioclub.ru/>

<http://archive.neicon.ru/>

<http://www.bibliocomplectator.ru/available>

### 3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Разработка и эксплуатация оборудования для измельчения сырьевых материалов**

**Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES

		Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами  Подключение к сети Интернет	
3	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов  Рабочее место преподавателя  Доска аудиторная  Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES
5	Самостоятельная работа студентов	Подключение к сети Интернет	Office 365 EDUA3 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES