Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Крюков Вадим Николаевич
Должность: Проректор по образовательной деятельности и молодежной политике
Дата подписания: 11.11.2026 19:02:31
Уникальный программный ключ:
1b0adb7fd710f6a0705d90c58682bd0c5f2f25b2

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Заполярный государственный университет им. Н.М. Федоровского»
(ЗГУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по ОД и МП
_____ Крюков В.Н.

# Конструкция и расчет обогатительного оборудования

## рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Металлургии, машин и оборудования**

Учебный план 15.04.02_маг_оч-заоч_ММм-2026+.plx
Направление подготовки: Технологические машины и оборудование

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очно-заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180
в том числе:
аудиторные занятия 18
самостоятельная работа 144
часов на контроль 18

Виды контроля в семестрах:
зачеты с оценкой 2 РГР 2

**Распределение часов дисциплины по**

| Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>) | **2 (1.2)** | | Итого | |
|---|---|---|---|---|
| Недель | 14 | | | |
| Вид занятий | УП | РП | УП | РП |
| Лекции | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Практические | 12 | 12 | 12 | 12 |
| Итого ауд. | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Контактная работа | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Сам. работа | 144 | 144 | 144 | 144 |
| Часы на контроль | 18 | 18 | 18 | 18 |
| Итого | 180 | 180 | 180 | 180 |

Программу составил(и):

*К.т.н., доцент Лаговская Е.В.* _____

Рабочая программа дисциплины

**Конструкция и расчет обогатительного оборудования**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1026)

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол от 10.06.2026 г. № 11
Срок действия программы: 2026-2029 уч. г.
И.о. зав. кафедрой ММиО, к.т.н., доцент Лаговская Е.В.

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

К.т.н., доцент Лаговская Е.В. __ _____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол от __ _____ 2026 г. № __
И.о. зав. кафедрой ММиО, к.т.н., доцент Лаговская Е.В.

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

К.т.н., доцент Лаговская Е.В. __ _____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол от __ _____ 2027 г. № __
И.о. зав. кафедрой ММиО, к.т.н., доцент Лаговская Е.В.

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

К.т.н., доцент Лаговская Е.В. __ _____ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
**Металлургии, машин и оборудования**

Протокол от __ _____ 2028 г. № __
И.о. Зав. кафедрой ММиО, к.т.н., доцент Лаговская Е.В.

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | |
|---|---|
| 1.1 | Цели и задачи дисциплины: формирование знаний в области основ конструирования, расчета и ремонта обогатительного оборудования. Задачами дисциплины являются: изучение основ последних достижений в области обогащения цветной металлургии и их применение в условиях Крайнего севера. Ознакомление с современными методами расчета и проектирования машин и аппаратов, используемых на обогатительных фабриках для реализации подготовительных, основных и вспомогательных процессов. Знакомство с конструкциями оборудования обогатительного производства Норильского никеля. |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП | |
|---|---|
| Цикл (раздел) ООП: | Б1.В |
| **2.1** | **Требования к предварительной подготовке обучающегося:** |
| 2.1.1 | Методология научных исследований |
| 2.1.2 | Правовые аспекты инженерной деятельности |
| **2.2** | **Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:** |
| 2.2.1 | Производственная практика. Эксплуатационная практика |
| 2.2.2 | Эксплуатация и ремонт металлургических машин и агрегатов с гидравлическим приводом |
| 2.2.3 | Эксплуатация и ремонт металлургических машин и агрегатов с электромеханическим приводом |
| 2.2.4 | Гидропривод и современное гидравлическое оборудование металлургических машин и агрегатов |
| 2.2.5 | Техническое обслуживание грузоподъемного оборудования металлургических цехов |
| 2.2.6 | Технология монтажа и ремонта металлургического оборудования |
| 2.2.7 | Преддипломная практика |
| 2.2.8 | Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |
|---|
| ПК-4: Способен оценивать техническое состояние, выявлять и устранять неисправности в работе металлургического оборудования с гидравлическим, пневматическим и электромеханическим приводами, задействованными в технологическом процессе |
| ПК-4.1: Демонстрирует навыки выявления и оценки неисправностей в работе металлургического оборудования |
| ПК-4.2: Выявляет неисправности и оценивает техническое состояние металлургического оборудования посредством расчетов |
| ПК-5: Способен разрабатывать технические задания на проектирование, модернизацию, ремонт технологических машин, приводов и нестандартного оборудования |
| ПК-5.2: Осуществляет разработку технических заданий на проектирование, модернизацию технологических машин и их приводов |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Семестр / Курс | Часов | Компетен-ции | Литература | Инте ракт. | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Раздел 1. Машины и комплексы складов металлургического производства (подготовительный этап к обогащению полезных ископаемых)** | | | | | | |
| 1.1 | Машины и комплексы складов металлургического производства<br>– Типы и устройство механизированных складов.<br>– Вагоноопрокидыватели и их конструкция.<br>–Устройство и конструкция перегрузочных грейферных кранов<br>– Комплексы усреднительных машин (штабелеукладчик, усреднитель)<br>/Лек/ | 2 | 1 | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-5.2 | Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Э1 Э2 | 0 | |
| 1.2 | Расчеты вагоноопрокидывателей /Пр/ | 2 | 2 | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-5.2 | Л1.2 Л1.3 Л1.4<br>Э1 Э2 | 0 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.3 | – Расчет механизма кантования люльки башенного вагоноопрокидывателя<br>-Расчет механизма кантования ротора роторного вагоноопрокидывателя<br>– Расчет механизма перегрузочного крана<br>– Расчет противоугонного устройства<br>– Расчеты усреднителей /Ср/ | 2 | 10 | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-5.2 | Л1.2 Л1.4Л3.1<br>Э1 Э2 | 0 | |
| | **Раздел 2. Обогащение полезных ископаемых** | | | | | | |
| 2.1 | Основы обогащения полезных ископаемых:<br>– Предмет и задачи курса.<br>– Технологические показатели обогащения.<br>– Классификация процессов.<br>– Виды разрушения материалов.<br>– Свойства руды.<br>– Схемы обогащения. /Лек/ | 2 | 1 | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-5.2 | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 | 0 | |
| 2.2 | Технологические показатели обогащения. Решение задач /Пр/ | 2 | 1 | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-5.2 | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 | 0 | |
| 2.3 | Конструкции дробильного оборудования:<br>– Щековые, конусные, валковые, роторные, молотковые и инерционные дробилки.<br>– Определение степени дробления, производительности, мощности привода, дробящего усилия и других технико-эксплуатационных показателей /Лек/ | 2 | 1 | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-5.2 | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 | 0 | |
| 2.4 | Расчеты щековых дробилок /Пр/ | 2 | 1 | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-5.2 | Л1.4<br>Э1 Э2 | 0 | |
| 2.5 | Изучение конструкций оборудования для классификации по крупности<br>– Грохоты для холодных и горячих материалов.<br>– Дуговое сито.<br>– Гидроциклон.<br>– Классификатор. /Лек/ | 2 | 1 | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-5.2 | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 | 0 | |
| 2.6 | - Расчеты грохотов.<br>- Расчеты мощности привода спирального классификатора. /Пр/ | 2 | 2 | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-5.2 | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 | 0 | |
| 2.7 | Построение характеристик крупности материала /Пр/ | 2 | 2 | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-5.2 | Э1 Э2 | 0 | |
| 2.8 | Особенности работы и конструкции флотационных машины /Лек/ | 2 | 1 | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-5.2 | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 | 0 | |
| 2.9 | Расчет привода импеллера флотационной машины /Пр/ | 2 | 2 | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-5.2 | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 | 0 | |
| 2.10 | Конструкция и устройство машин и механизмов для обезвоживания и фильтрации:<br>– Сгуститель.<br>– Центрифуга.<br>– Сушилка.<br>– Отстойник.<br>/Лек/ | 2 | 1 | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-5.2 | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 | 0 | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2.11 | Расчет мощности периферийного привода, гребкового устройства, механических потерь радиального сгустителя /Пр/ | 2 | 2 | ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.2 | Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 | 0 | |
| 2.12 | Изученние пройденного материала, знакомство с методикой расчетов и основных неиспавностей. Выполнение РГР. /Ср/ | 2 | 134 | ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-5.2 | Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3.1 Э1 Э2 | 0 | |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.Основные стадии производства металлов. Подготовка руд к плавке. Типы и устройство рудных дворов.
2.Вагоноопрокидыватели. Назначение. Классификация.
3.Башенный передвижной вагоноопрокидыватель. Конструктивные элементы.
4.Конструктивные элементы роторного вогоноопрокидывателя.
5.Способы усреднения сыпучих материалов. Оборудование для укладки материалов в штабель. Конструктивные элементы.
6.Оборудование для забора сыпучих материалов из штабеля. Конструктивные элементы.
7.Рудно-грейдерные краны. Конструктивные элементы.
8.Бункеры. Устройство. Истечение материала из бункеров. Давление материала на стенки. Устройство для обрушения зависаний.
9.Бункерные затворы. Конструктивные элементы.
10.Питатели. Классификация. Ленточный и пластинчатый питатели. Конструктивные элементы. Производительность питателя.
11.Тарельчатые и винтовые питатели. Конструктивные элементы. Расчет производительности.
12.Качающиеся барабанные питатели. Конструктивные элементы.
13.Общие сведения об измельчении материалов. Классификация и принцип действия дробильно-измельчительного оборудования.
14.Щековые дробилки. Конструктивные элементы. Угол захвата. Ход подвижной щеки. Оптимизация скорости.
15.Определение производительности, усилие дробления и мощности привода щековой дробилки.
16.Конусные дробилки. Конструктивные элементы. Угол захвата, производительность и мощность.
17.Валковые дробилки. Конструктивные элементы. Угол захвата.
18.Роторные и молотковые дробилки. Конструктивные элементы.
19.Мельницы. Конструктивные элементы. Классификация. Режим работы. Оптимизация скорости вращения барабана. Производительность и мощность привода.
20.Грохоты. Классификация и принцип действия грохотов. Валковые и барабанные грохоты. Конструктивные элементы.
21.Инерционные грохоты. Классификация и принцип действия.
22.Оборудование для гидравлической классификации. Гидроциклоны и реечные классификаторы. Конструктивные элементы.
23.Спиральные классификаторы. Конструктивные элементы.
24.Флотационные машины. Классификация и принцип действия. Конструктивные элементы механических пневмомеханических машин.
25.Оборудование для гравитационного и магнитного обогащения. Конструктивные элементы магнитных и тяжелосредних сепараторов.
26.Оборудование для сгущения. Сгустители с центральным и периферийным приводом. Конструктивные элементы.
27.Оборудование для фильтрации. Вакуум-фильтры. Конструктивные элементы барабанных, дисковых и ленточных вакуум-фильтров.
28.Оборудование для смешивания и окомкования. Барабанные смесители и окомкователи. Конструктивные элементы и режимы работы. Скорость вращения барабана и производительность.
29.Конструктивные элементы чашевых окомкователей.
30.Оборудование для брикетирования. Валковые брикет- прессы. Конструктивные элементы дробилок, ленточных и чашевых охладителей.
31.Оборудование для производства агломерата. Технологическая схема. Конструктивные элементы вакуумной агломашины.
32.Оборудование для укладки шихты на спекательные тележки агломашины. Челночный, маятниковый и барабанный питатели и их комбинации.

### 5.2. Темы письменных работ

Учебным планом предусмотрено выполнение РГР. Примерный перечень тем:

1. Расчёт механизма кантования люльки башенного вагоноопрокидывателя: определение усилий, моментов и мощности привода.
2. Расчёт механизма кантования ротора роторного вагоноопрокидывателя: кинематическая схема, нагрузки и выбор привода.
3. Расчёт механизма перегрузочного крана склада металлургического производства: определение усилий, моментов и мощности привода.
4. Расчёт противоугонного устройства крана склада: определение удерживающего усилия и выбор параметров устройства.
5. Расчёт усреднителя (штабелеукладчика) склада металлургического производства: производительность, усилия и мощность привода.

6. Расчёт щековой дробилки: определение степени дробления, производительности, дробящего усилия и мощности привода.
7. Расчёт конусной дробилки: производительность, усилия дробления и мощность привода.
8. Расчёт валковой дробилки: определение усилий, производительности и мощности привода.
9. Расчёт молотковой (роторной) дробилки: производительность, энергосиловые параметры и мощность привода.
10. Расчёт грохота для холодных или горячих материалов: производительность, эффективность грохочения и мощность привода.
11. Расчёт мощности привода спирального классификатора: определение нагрузки, моментов и выбор двигателя.
12. Построение характеристик крупности материала: методика расчёта и анализ гранулометрического состава.
13. Расчёт привода импеллера флотационной машины: определение мощности, выбор двигателя и анализ режимов работы.
14. Расчёт мощности периферийного привода радиального сгустителя: определение моментов и выбор привода.
15. Расчёт гребкового устройства и механических потерь радиального сгустителя: анализ нагрузок и энергосиловых параметров.

**5.3. Фонд оценочных средств**

Для текущего контроля разработаны тесты по темам изучаемой дисциплины.
Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования.
• Оценка «отлично» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 80% тестовых заданий;
• Оценка «хорошо» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 60% тестовых заданий;
• Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии правильного ответа студента не менее 45%.

**5.4. Перечень видов оценочных средств**

Контрольные задания, текущая аттестация, промежуточная аттестация

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

| | Авторы, | Заглавие, размещение | Издательство, год | Колич-во |
|---|---|---|---|---|
| Л1.1 | Басов А.И. | Механическое оборудование обогатительных фабрик и заводов тяжелых цветных металлов: Учебник для техникумов цв. металлургии | М.: Металлургия, 1984 | 53 |
| Л1.2 | Целиков А.И., Полухин П.И., Гребеник В.М. | Машины и агрегаты доменных цехов: учебник для металлург. и машиностроит. спец. вузов: В 3-х т. | М.: Металлургия, 1987 | 55 |
| Л1.3 | Притыкин Д.П. | Ремонт оборудования для подготовки шихтовых материалов в цветной металлургии | М.: Металлургия, 1977 | 40 |
| Л1.4 | Притыкин Д.П. | Механическое оборудование для подготовки шихтовых материалов: учебник для вузов по спец. "Мех. оборудование заводов цв. металлургии", "Металлургия цв. металлов" | М.: Металлургия, 1988 | 54 |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

| | Авторы, | Заглавие, размещение | Издательство, год | Колич-во |
|---|---|---|---|---|
| Л2.1 | Лукашкин Н.Д., Кохан Л.С., Якушев А.М. | Конструкции и расчет машин и агрегатов металлургических заводов: Учеб. пособие для вузов | М.: Академкнига, 2003 | 3 |

#### 6.1.3. Методические разработки

| | Авторы, | Заглавие, размещение | Издательство, год | Колич-во |
|---|---|---|---|---|
| Л3.1 | Пилипенко С.С. | Механическое оборудование металлургических цехов: учеб. пособие | Норильск: НИИ, 2009 | 51 |
| 6.3.2.3 | Электронная библиотека технического вуза («Консультат студента») www.studentlibrary.ru | | | |

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

| | |
|---|---|
| 6.3.1.1 | MS Office Standard 2013 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013) |
| 6.3.1.2 | MS Office Standard 2007 (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013) |
| 6.3.1.3 | MS Windows XP (Номер лицензии 62693665 от 19.11.2013) |
| 6.3.1.4 | APM WinMachine 2010 (Лицензионное соглашение № 91312 от 18.06.2012) |
| 6.3.1.5 | Компас-3D v12 (Номер лицензионного соглашения Кк-10-01126) |

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

| | |
|---|---|
| 6.3.2.1 | Электронно-библиотечная система «Лань» https://e.lanbook.com |
| 6.3.2.2 | Электронно-библиотечная система «Юрайт» www.biblio-online.ru |
| 6.3.2.3 | Электронная библиотека технического вуза («Консультат студента») www.studentlibrary.ru |

| 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) | |
|---|---|
| 7.1 | Для проведения занятий по дисциплине необходима следующая материально-техническая база, обеспечивающая проведение всех видов занятий, предусмотренных данной программой и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам: |
| 7.2 | специализированной аудиторией для проведения лекционных и семинарских занятий, оснащенной ЖК-телевизором, проектором, стационарным экраном, ноутбуком с выходом в сеть Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде ЗГУ; |
| 7.3 | специализированной аудиторией для проведения практических занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенной ЖК-телевизором, проектором, стационарным экраном, ноутбуками с выходом в сеть Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде ЗГУ; |
| 7.4 | специализированной аудиторией для самостоятельной работы обучающихся, оснащенной ноутбуками с выходом в сеть Интернет и доступом к электронной информационно-образовательной среде ЗГУ; |
| 7.5 | учебниками, учебными пособиями и методической литературой библиотеки ЗГУ. |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для успешного освоения учебного материала студенту необходимо ясно понимать значимость и место дисциплины в его профессиональной подготовке и активно участвовать во всех видах учебного процесса. Учебным планом предусмотрена контактная и самостоятельная работа обучающегося.

Контактная работа включает лекционные и практические занятия, коллективные и индивидуальные консультации.

Обязательная самостоятельная работа обеспечивает подготовку студента к текущим аудиторным занятиям. Результаты этой подготовки проявляются в активности студента на занятиях, выполнении контрольных работ, тестовых заданий и других форм текущего контроля.

Текущая самостоятельная работа по дисциплине включает в себя следующие виды работ: работа с лекционным материалом; подготовка к практическим занятиям; изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку; подготовка к проверочным и контрольным работам.

Дополнительная самостоятельная работа (участие в научных студенческих конференциях и олимпиадах; написание реферата по заданной теме) направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по учебной дисциплине. Подведение итогов и оценка результатов таких форм самостоятельной работы осуществляется во время контактных часов с преподавателем.

На лекционных занятиях необходимо внимательно слушать преподавателя, подробно и аккуратно вести конспект, который дополняется и корректируется в процессе самостоятельной проработки материала.

Практические занятия предусмотрены для формирования умений и навыков применения теории на практике, решения типовых задач. На практических занятиях необходимо активно участвовать в учебном процессе, при необходимости задавать вопросы преподавателю.

Текущий контроль проводится в виде: опроса на занятиях, проверочных и контрольных работ по темам и разделам дисциплины. Для подготовки к проверочной работе необходимо проработать теоретический материал по данному разделу и практическое применение материала на конкретных задачах, ответить на контрольные вопросы.

Для реализации самостоятельной работы созданы следующие условия и предпосылки:

– студенты обеспечены информационными ресурсами в библиотеке ЗГУ (учебниками, учебными пособиями, банком индивидуальных заданий);

– студенты обеспечены информационными ресурсами в локальной сети ЗГУ (в электронном виде выставлено методическое обеспечение дисциплины);

– студент имеет возможность заранее (с опережением) подготовиться к занятию, попытаться ответить на контрольные вопросы, и обратиться за помощью к преподавателю в случае необходимости;

– разработаны контролирующие материалы в тестовой форме, позволяющие оперативно оценить уровень подготовки студентов;

– организованы еженедельные консультации.