



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО
КОМБИНАТА**

Направление подготовки (специальность)
27.03.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль/специализация) программы
Системы и средства автоматизации технологических процессов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	2
Семестр	3

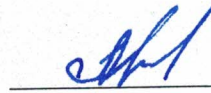
Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах (приказ Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 871)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Автоматизированных систем управления

29.01.2025, протокол № 6

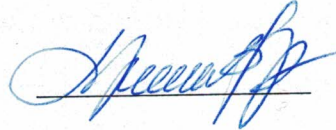
Зав. кафедрой



С.М. Андреев

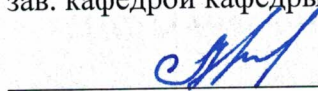
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
04.02.2025 г. протокол № 3

Председатель



В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:
зав. кафедрой кафедры АСУ, д-р техн. наук



С.М. Андреев

Рецензент:

Технический директор ЗАО «Консом СКС»,



Е.Ю.Васильев

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Знакомство с применяемыми технологиями добычи и обогащения руды, работой оборудования и структурой горно-обогатительного комбината

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Технологические процессы горно-обогатительного комбината входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Информационные процессы в системах управления предприятием

Основы автоматики и вычислительной техники

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Математическое моделирование

Основы программирования технологических контроллеров

Проектирование SCADA системы

Эскизное проектирование автоматизированных систем управления

Производственная – преддипломная практика

Производственная - проектная практика

Производственная - технологическая (производственно-технологическая) практика

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Технологические процессы горно-обогатительного комбината» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен проводить исследование автоматизируемого объекта и разрабатывать эскизный проект автоматизированной системы управления технологическими процессами
ПК-1.1	Выполняет сбор, обработку и анализ исходных данных об объекте управления, включая сбор сведений о зарубежных и отечественных аналогах
ПК-1.2	Выполняет расчеты, необходимые для проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами
ПК-1.3	Выполняет подготовку материалов для отчета по результатам обследования объекта автоматизации

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 37 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 35 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Структура и процессы обогатительной фабрики								
1.1 Добыча и транспортировка руды	3	3	2		4	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по практической работе.	Устный опрос по лекционному материалу и по темам практических работ	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.2 Дробление и измельчение руды		3	3		5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по практической работе	Устный опрос по лекционному материалу и по темам практических работ.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
1.3 Обогащение и брикетирование концентрата		4	4		6	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск	Устный опрос по лекционному материалу и по темам практических работ.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3

						дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по практической работе		
Итого по разделу		10	9		15			
2. Физико-химические процессы обогащения медной руды								
2.1 Классификация медных руд по химическому составу	3	4	5		12	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по практической работе	Устный опрос по лекционному материалу и по темам практических работ.	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3
2.2 Физико-химические процессы при обогащении руд разного состава		4	4		8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Поиск дополнительной информации в электронных средствах. Подготовка отчета по практической работе	Устный опрос по лекционному материалу и по темам практических работ.	ПК-1.2, ПК-1.3
Итого по разделу		8	9		20			
Итого за семестр		18	18		35		зачёт	
Итого по дисциплине		18	18		35		зачет	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Технологические процессы горно-обогатительного комбината» используются:

Традиционные образовательные технологии – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; практические работы.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; практические занятия с использованием проблемного обучение, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы. Практическое занятие на основе кейс-метода – обучение в контексте моделируемой ситуации, воспроизводящей реальные условия научной, производственной, общественной деятельности. Обучающиеся должны проанализировать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них.

Технологии проектного обучения – организация образовательного процесса в соответствии с алгоритмом поэтапного решения проблемной задачи или выполнения учебного задания. Студенты в составе группы выполняют исследовательский проект, в котором производят научные исследования по заданной теме в рамках изучаемых в дисциплине. Результаты исследования представляют в форме устного доклада.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний

Лекционный материал закрепляется в ходе практических работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- использование электронного демонстрационного материала по современной измерительной технике;
- использование электронных учебников по отдельным темам занятий;
- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, тестовый опрос, индивидуальный доклад по результатам выполнения практической работы и т.д.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Горячев, Б. Е. Добыча, подготовка и обогащение сырья цветных металлов : учебник / Б. Е. Горячев, А. А. Николаев. — Москва : МИСИС, 2021. — 368 с. — ISBN

978-5-907227-66-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/238346> (дата обращения: 13.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Парсункин, Б. Н. Автоматизация технологических процессов и производств в металлургии: учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова ; под ред. Б. Н. Парсункина ; МГТУ, [каф. ПКисУ]. - Магнитогорск, 2011. - 151 с. : ил., табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3370> (дата обращения: 14.01.2024). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Имеется печатный аналог.

2. Парсункин Б. Н. Использование экспериментально-статистических методов моделирования для управления технологическими процессами : учебное пособие / Б. Н. Парсункин, С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 177 с. : ил., граф., схемы, табл. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3485>. - ISBN 978-5-9967-0292-3. - Текст : непосредственный. (дата обращения: 14.01.2024). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0292-3. - Имеется печатный аналог

3. Трусов, А. Н. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А. Н. Трусов. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. — 186 с. — ISBN 978-5-906969-39-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105407> (дата обращения: 20.01.2024).

в) Методические указания:

1. Николаев, А. А. Добыча, подготовка и обогащение сырья цветных металлов : учебное пособие / А. А. Николаев. — Москва : МИСИС, 2013. — 53 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/47431> (дата обращения: 13.09.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
Scilab Computation Engine	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система — Российский индекс научного цитирования	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И.	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации (ауд. 448, 437).

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд. 448).

Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций: доска, мультимедийный проектор, экран (ауд. 448, 437).

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи для хранения учебно-методической документации (ауд. 447а).

Учебная аудитория для проведения практических занятий: компьютерный класс: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (ауд. 448).

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Технологические процессы горно-обогатительного комбината» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение лабораторных работ и доклад по полученным результатам, а также устный опрос о порядке выполнения практической работы, полученным умениям и навыкам.

1. Примерные вопросы для устного опроса по выполненным практическим работам

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
Изучение процессов дробления, грохочения и ситового анализа руды	1. Какие рудоподготовительные процессы вам известны? 2. Какую долю в структуре затрат обогатительной фабрики составляют рудоподготовительные процессы? 3. Каково назначение процесса дробления? 4. Как можно оценить крупность единичных кусков руды неправильной формы? 5. Как можно охарактеризовать крупность руды? 6. Что понимают под степенью дробления руды? 7. Какие типы дробилок используют при дроблении сырья цветных металлов? 8. К какому типу относят дробилку, используемую в этой работе? Назовите ее достоинства и недостатки. 9. Какие рекомендации вы можете дать для снижения затрат на дробление руд цветных металлов? 10. Как определить гранулометрический состав сырья цветных металлов? 11. Как использовать суммарную характеристику крупности руды для снижения капитальных затрат на дробление? 12. Каково назначение процесса грохочения? 13. Изменяется ли крупность руды при грохочении? 14. Как вы могли бы оценить эффективность грохочения минерального сырья? 15. Какие технологические показатели обогащения вы рассчитали в этой работе? 16. Какие способы вы можете предложить для снижения затрат на грохочение руд цветных металлов?
Изучение процессов измельчения и мокрого ситового анализа руды	1. До какой крупности измельчают руды цветных металлов? 2. Как определить содержание класса $-0,074+0$ мм, $-0,044+0$ мм в руде? 3. В чем отличие процесса измельчения руды от дробления? 4. Какие мелющие тела применяют при измельчении руды в шаровой мельнице? 5. Какой объем занимают мелющие тела в шаровой мельнице? 6. В каких типах мельниц измельчают руды цветных металлов? 7. Как время пребывания руды в мельнице влияет на выход вновь образованного класса $-0,074+0$ мм? 8. Как содержание твердого в пульпе влияет на выход вновь образованного класса $-0,074+0$ мм?

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
	9. Как крупность руды, направляемой на измельчение, влияет на выход вновь образованного класса $-0,074+0$ мм? 10. Как вы можете оценить производительность мельницы? 11. Какую долю затрат занимают процессы измельчения в структуре затрат обогатительной фабрики? 12. На какие технико-экономические показатели обогащения влияет выход вновь образованного класса при измельчении? 13. Какие технические или технологические решения вы можете предложить для снижения капитальных затрат на измельчение руды? 14. Какие технические или технологические решения вы можете предложить для снижения эксплуатационных затрат на измельчение руды? 15. Опишите протокол IP версии 4, включая структуру заголовка и адресации. 16. Объясните работу протоколов транспортного уровня TCP и UDP, их назначение и формат заголовков.
Изучение процесса гравитационного обогащения смеси минералов на концентрационном столе	1. Какова крупность зерна кварца, равнопадающего с зерном ильменита крупностью 0,1 мм в водной среде? 2. Перечислите основные факторы, влияющие на показатели обогащения минералов на концентрационном столе. 3. В чем заключаются достоинства обогащения минерального сырья на концентрационном столе? 4. Какие недостатки обогащения минерального сырья на концентрационном столе вам известны? 5. Как можно повысить технологические показатели обогащения на концентрационном столе неклассифицированного минерального сырья? 6. Чему равна степень сокращения при обогащении вашей смеси на концентрационном столе? 7. Можно ли разделить гравитационными методами обогащения смесь ильменита с колумбитом? 8. Возможно ли разделить смесь минералов, состоящую из касситерита и кальцита, на концентрационном столе? 9. Какие технические решения вы можете предложить для снижения капитальных затрат на обогащение минерального сырья на концентрационных столах? 10. Какие требования предъявляют к качеству гравитационного золотосодержащего концентрата? 11. Можно ли считать полученный в вашей работе гравитационный концентрат товарным (обоснуйте ваш ответ)?
Изучение процесса флотационного обогащения руды	1. В чем сущность процесса пенной флотации? 2. Назовите основные промышленные минералы цинка и свинца. 3. Приведите классификацию минералов по смачиваемости. 4. Какие минералы называют гидрофобными (гидрофильными)? 5. В каких типах аппаратов проводят флотацию руд? 6. С какой целью при флотации руды подают флотационные реагенты? 7. Какие классы флотационных реагентов вам известны?

Тема лабораторной работы	Вопросы для устного опроса
	8. К какому классу флотационных реагентов относят бутиловый ксантогенат калия? 9. Каково назначение реагентов депрессоров (приведите пример из работы)? 10. Каково назначение реагентов активаторов (приведите пример из работы)? 11. К какому классу флотационных реагентов относят Т-80? 12. Какие факторы влияют на процесс флотации? 13. Приведите классификацию флотационных машин. 14. Опишите принцип работы механической флотационной машины. 15. Чему равна степень концентрации? 16. Какова степень сокращения руды?

Приложение 2

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1: Способен проводить исследование автоматизируемого объекта и разрабатывать эскизный проект автоматизированной системы управления технологическими процессами		
ПК-1.1:	Выполняет сбор, обработку и анализ исходных данных об объекте управления, включая сбор сведений о зарубежных и отечественных аналогах	Перечень теоретических вопросов: 1. В чем сущность процесса пенной флотации? 2. Назовите основные промышленные минералы цинка и свинца. 3. Приведите классификацию минералов по смачиваемости. 4. Как можно повысить технологические показатели обогащения на концентрационном столе неклассифицированного минерального сырья? 5. В чем заключаются достоинства обогащения минерального сырья на концентрационном столе? 6. Какие факторы влияют на процесс флотации? 7. Как можно повысить технологические показатели обогащения на концентрационном столе неклассифицированного минерального сырья? Перечень вопрос практикума: 8. Как время пребывания руды в мельнице

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		влияет на выход вновь образованного класса -0,074+0 мм? 9. Как содержание твердого в пульпе влияет на выход вновь образованного класса -0,074+0 мм? 10. Как крупность руды, направляемой на измельчение, влияет на выход вновь образованного класса -0,074+0 мм? 11. Как вы можете оценить производительность мельницы? 12. Какую долю затрат занимают процессы измельчения в структуре затрат обогатительной фабрики?
ПК-1.2	Выполняет расчеты, необходимые для проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами	Перечень теоретических вопросов: 1. Как можно охарактеризовать крупность руды? 2. Что понимают под степенью дробления руды? 3. Какие типы дробилок используют при дроблении сырья цветных металлов? 4. К какому типу относят дробилку, используемую в этой работе? Назовите ее достоинства и недостатки. 5. Какие рекомендации вы можете дать для снижения затрат на дробление руд цветных металлов? Перечень вопрос практикума: 1. Можно ли разделить гравитационными методами обогащения смесь ильменита с колумбитом? 2. Возможно ли разделить смесь минералов, состоящую из касситерита и кальцита, на концентрационном столе? 3. С какой целью при флотации руды подают флотационные реагенты? 4. Какие классы флотационных реагентов вам известны?
ПК-1.3	Выполняет подготовку материалов для отчета по результатам обследования объекта автоматизации	Перечень теоретических вопросов: 1. Как вы могли бы оценить эффективность грохочения минерального сырья? 2. Какие технологические показатели обогащения вы рассчитали в этой работе? 3. Какие способы вы можете предложить для снижения затрат на грохочение руд цветных металлов? 4. Как определить гранулометрический состав сырья цветных металлов? 5. Какие рудоподготовительные процессы

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		вам известны? 6. Какую долю в структуре затрат обогатительной фабрики составляют рудоподготовительные процессы? 7. Каково назначение процесса дробления? Перечень вопрос практикума: 1. Какова крупность зерна кварца, равнопадающего с зерном ильменита крупностью 0,1 мм в водной среде? 2. Перечислите основные факторы, влияющие на показатели обогащения минералов на концентрационном столе. 3. В чем заключаются достоинства обогащения минерального сырья на концентрационном столе? 4. Приведите классификацию минералов по смачиваемости. 5. Какова крупность зерна кварца, равнопадающего с зерном ильменита крупностью 0,1 мм в водной среде? 6. Опишите принцип работы механической флотационной машины.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технологические процессы горно-обогатительного комбината» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета. Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме

Показатели и критерии оценивания зачета :

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

—«зачтено» – студент должен знать способы и методики управления проектом на всем этапе его жизненного цикла; знать состав и порядок разработки методических и нормативных документов, технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству

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