

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по созданию и применению
настольной игры с элементами
геймификации

по направлению

«МЕТАЛЛУРГИЯ И ОБОГАЩЕНИЕ»



ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ
ПОДХОД



ПРАКТИЧЕСКОЕ
ПРИМЕНЕНИЕ



ГЕЙМИФИКАЦИЯ
ОБУЧЕНИЯ



РАЗВИТИЕ
КОМПЕТЕНЦИЙ

Управление образования Карагандинской области
Учебно-методический центр развития образования Карагандинской области
Политехнический колледж корпорации «Казахмыс»

СОГЛАСОВАНО

Директор
«Политехнический колледж
корпорации «Казахмыс»
г.Балхаш

_____ А.Ш.Сыздыкова
«14» января 2026 год

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель
учебно-методического центра
развития образования
Карагандинской области

_____ Б.Х.Абдикерова
«___» _____ 2026 год

Методическое рекомендации
по созданию и применению настольной игры с элементами геймификации по
направлению «Металлургия и Обогащение»

Авторы-составители (разработчики):

Преподаватели спецдисциплин ЧУ «Политехнический колледж корпорации
«Казахмыс» г.Балхаш _____ Абкеева Перизат Хаджимуратовна

Подпись

_____ Табулдинова Назым Кайырбековна

Подпись

_____ Кузенбаева Дарига Абдикалыковна

Подпись

Рецензенты:

Молдабаева Гульнара Жаксылыковна ассоциированный профессор Горно-металлургического института имени О.А. Байконурова Satbayev University, магистр технических наук, кандидат технических наук

Султангазиев Руслан Бауржанович Доктор PhD, ассоциированный профессор (доцент) кафедры «Металлургия и новые материалы» НАО «Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»

Рекомендовано Методическим советом ЧУ «Политехнический колледж корпорации «Казахмыс» г.Балхаш

Протокол № 3 от «08» января 2026 г

Секретарь: _____ П.Н. Манапова

подпись

Рекомендовано областным Экспертным советом

Протокол № _____ от « ____ » _____ 2026 г

Секретарь: _____ Мухамедьярова А.З.

подпись

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
1. Теоретические основы геймификации в техническом образовании	7
1.1 Понятие геймификации и её педагогические принципы	7
1.2 Настольные игры как средство обучения	7
1.3 Особенности обучения по направлению «Металлургия и Обогащение»	9
2. Образовательные цели и компетенции, формируемые в ходе игры	12
2.1 Цели применения настольной игры	12
2.2 Формируемые профессиональные компетенции	13
2.3 Универсальные и междисциплинарные компетенции	13
3. Концепция настольной игры по Metallургии и Обогащению	15
3.1 Общая идея и сюжет игры	15
3.2 Образовательная модель игры	16
3.3 Игровая цель и условия победы	16
4. Структура и компоненты настольной игры	17
4.1 Игровое поле	17
4.2 Игровые элементы	18
4.3 Игровые показатели и параметры	18
5. Правила игры и игровые механики	20
5.1 Подготовка к игре	20
5.2 Ход игры	20
5.3 Элементы геймификации	21
5.4 Механизмы обратной связи	22
6. Методика создания настольной игры	25
6.1 Этапы разработки	25
6.2 Проектирование содержания	25
6.3 Тестирование и доработка	26
7. Методика применения настольной игры в учебном процессе (использование цифровых технологии ИИ)	27
7.1 Формы использования	27
7.2 Роль преподавателя	27
7.3 Исследование инструментов ИИ	28
7.4 Пошаговый алгоритм проведения занятия	28
7.5 Подготовка обучающихся	29
7.6 Педагогический эффект цифровой модели	29
8. Оценка эффективности игрового обучения	30
8.1 Критерии оценки	30
8.2 Формы контроля	31
8.3 Анализ педагогического эффекта	32
8.4 Диагностика прироста компетенции	32
9. Адаптация и модификация игры	33
10. Организационно-методические рекомендации	34
Заключение	47
Список литературы	50

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по созданию и применению настольной игры с элементами геймификации по направлению «Металлургия и Обогащение» разработаны на основе нормативных документов:

1. Закон Республики Казахстан «Об образовании» от 27 июля 2007 года № 319-III с изменениями и дополнениями.

2. Профессиональный стандарт «Производство цветных металлов». – Приложение № 5 к приказу исполняющего обязанности Председателя Правления Национальной палаты предпринимателей Республики Казахстан «Атамекен» от 30.12.2022г. № 257.

3. Государственный общеобязательный стандарт технического и профессионального образования в редакции приказа Министра просвещения РК от 06.06.2023 № 161 (приложение 5).

4. Об утверждении Концепции развития дошкольного, среднего, технического и профессионального образования Республики Казахстан на 2023 - 2029 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2023 года № 249.

5. Единая программа воспитания «Адал азамат» Министерство просвещения Республики Казахстан 2025 год.

6. Атлас новых профессий и компетенций Казахстана Горно-металлургический комплекс.

В системе технического и профессионального образования Казахстана одной из ключевых задач является подготовка специалистов, которые не только обладают прочными теоретическими знаниями, но и способны эффективно применять их в практической деятельности.

Актуальность. Современное профессиональное образование ориентировано на формирование практических компетенций и умения применять знания в реальных производственных условиях. Для специальностей металлургического профиля особенно важно понимание полного технологического цикла — от добычи сырья до получения готовой продукции. Настольная учебная игра, моделирующая процесс производства катодной меди, позволяет в интерактивной форме освоить взаимосвязь стадий добычи, обогащения и металлургической переработки, а также сформировать профессиональное мышление и навыки командной работы.

Концепция игры. Игра моделирует полный технологический цикл производства катодной меди: добыча медной руды, дробление и измельчение, флотационное обогащение, получение медного концентрата, плавка на штейн, конвертирование, огневое и электролитическое рафинирование, получение катодной меди. Обучающиеся распределяются по ролям в соответствии с профессиональными функциями работников горно-обогатительного и металлургического производства.

Цель. Формирование у студентов целостного представления о технологическом процессе производства катодной меди и развитие профессиональных компетенций в области металлургии и обогащения полезных ископаемых.

Задачи.

-сформировать понимание технологической последовательности производства меди;

-развить навыки анализа производственных ситуаций;

-научить оценивать качество промежуточных продуктов;

- развивать умение принимать решения в условиях ограниченных ресурсов;
- формировать культуру промышленной безопасности и экологической ответственности;
- развивать soft skills: коммуникацию, командную работу, распределение ответственности.

Адресность. Игра предназначена для студентов 2–4 курса колледжей по направлениям: «Металлургия цветных металлов», «Обогащение полезных ископаемых», «Горное дело». Возраст обучающихся: 16–18 лет.

Место и роль в образовательном процессе. Игра может использоваться:

- на теоретических занятиях для закрепления материала;
- на практических занятиях по дисциплинам: Обогащение полезных ископаемых, Специальная технология, Технология отрасли, Охрана труда
- во время недели специальности или профессиональных конкурсов.

Структура игры. Игровое поле отражает технологическую цепочку производства катодной меди с отдельными зонами: карьер (добыча), дробильно-измельчительный цех, флотационное отделение, цех сгущения и фильтрации, плавильный цех, конвертерное отделение, электролизный цех, склад готовой продукции.

Игровые роли. Каждая команда распределяет роли: горный мастер, технолог обогащения, машинист мельницы, флотаторщик, металлург плавильного цеха, инженер по электролизу, специалист по ОТ и ТБ, эколог, руководитель смены. Каждый участник отвечает за принятие решений на своей стадии процесса.

Игровой механизм. Каждая стадия требует выполнения задания (карточки ситуаций). Решения влияют на качество промежуточного продукта. Возможны производственные риски: снижение извлечения меди, авария оборудования, нарушение техники безопасности, экологический штраф.

Команда должна: выбрать технологические параметры, рассчитать выход продукта, оценить риски, обосновать своё решение.

Примеры игровых ситуаций: повышенная влажность руды при дроблении., снижение содержания меди в концентрате, перегрев плавильной печи, повышенное содержание примесей при электролизе, нарушение норм промышленной безопасности.

Методика проведения. Работа может осуществляться: в малых группах (4–8 человек), в формате соревнования между командами, с последующей защитой принятых решений. Преподаватель выполняет роль: модератора, технического консультанта, эксперта по оцениванию.

Уровни сложности (по таксономии Блума). Базовый уровень:

- воспроизведение этапов технологической схемы;
- определение оборудования;
- знание терминологии.

Средний уровень:

- анализ причин снижения извлечения меди;
- выбор оптимального режима флотации;
- оценка качества концентрата.

Продвинутый уровень:

- разработка стратегии повышения выхода катодной меди;
- комплексный анализ экономических и экологических факторов;
- управление производственными рисками.

Ожидаемые результаты. По итогам игры студенты:

Знают: стадии производства катодной меди, назначение оборудования, основные технологические параметры.

Понимают: взаимосвязь между этапами производства, влияние режимов на качество продукции, значение промышленной безопасности.

Применяют: знания для решения производственных ситуаций, навыки расчёта выхода продукта и извлечения.

Анализируют: причины технологических отклонений, риски и последствия ошибок.

Синтезируют: алгоритмы принятия решений, оптимальные технологические схемы.

Оценивают: эффективность работы команды, качество конечного продукта.

Система оценивания. Оценивание проводится по балльно-рейтинговой системе и включает:

- текущий контроль (решение карточек);
- оценку обоснования решений;
- итоговый результат — качество полученной «катодной меди».

Инструментарий: чек-листы наблюдения, листы самооценки, экспертная оценка преподавателя, командная рефлексия.

Практическая значимость. Игра формирует у студентов:

- системное производственное мышление;
- понимание технологической взаимосвязи процессов;
- ответственность за качество продукции;
- навыки командного взаимодействия;
- готовность к реальной профессиональной деятельности.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕЙМИФИКАЦИИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

1.1 ПОНЯТИЕ ГЕЙМИФИКАЦИИ И ЕЁ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ

Геймификация в образовательном процессе рассматривается как способ организации учебной деятельности, при котором элементы игры используются для повышения мотивации обучающихся, активизации познавательной деятельности и достижения планируемых образовательных результатов. В отличие от развлекательных игр, геймификация направлена на решение конкретных учебных и профессионально ориентированных задач. Применение геймификации в техническом образовании основано на деятельностном подходе, согласно которому наибольшая эффективность обучения достигается в процессе активного участия обучающихся в практической деятельности. Игровая форма позволяет включить студентов в моделирование профессиональных ситуаций, требующих анализа, принятия решений и оценки их последствий.

К основным педагогическим принципам геймификации относятся:

Принцип активности. Обучающиеся выступают не пассивными слушателями, а активными участниками образовательного процесса. В ходе игры они принимают решения, выполняют задания и несут ответственность за полученный результат.

Принцип наглядности. Игровые элементы позволяют визуализировать сложные технологические процессы, что особенно важно при изучении дисциплин металлургического профиля.

Принцип проблемности. В игровой модели создаются проблемные ситуации, приближенные к реальным условиям производства, требующие поиска оптимальных решений.

Принцип обратной связи. Результаты действий обучающихся оцениваются непосредственно в ходе игры, что способствует осознанию допущенных ошибок и корректировке дальнейших действий.

Принцип мотивации. Использование игровых элементов повышает интерес обучающихся к изучаемому материалу и формирует положительное отношение к профессиональной деятельности.

Таким образом, геймификация является эффективным инструментом организации учебного процесса в системе среднего профессионального образования.

1.2 Настольные игры как средство обучения

Настольные игры представляют собой эффективный инструмент активного обучения, основанный на моделировании профессиональных, социальных или познавательных ситуаций в игровой форме. В образовательной практике они рассматриваются как разновидность педагогической технологии, сочетающей элементы геймификации, проблемного обучения и моделирования деятельности.

В отличие от традиционных методов преподавания, настольные игры обеспечивают включённость обучающихся в процесс принятия решений, создают условия для анализа последствий действий и способствуют формированию устойчивых знаний через практическое применение.

1. Педагогическая сущность настольных игр

Настольная игра в образовательном процессе выполняет функции:

- моделирования реальных процессов (производственных, управленческих, технологических);
- развития аналитического мышления;
- формирования причинно-следственных связей;
- закрепления теоретических знаний через практику;
- формирования коммуникативных навыков.

Игровая модель позволяет воспроизвести сложную систему в упрощённом, но логически взаимосвязанном виде. Особенно актуально это для технических направлений, где процессы характеризуются множеством переменных и взаимозависимых параметров.

2. Дидактические возможности настольных игр

Настольные игры обладают рядом образовательных преимуществ:

1.Активное вовлечение. Обучающиеся становятся субъектами деятельности, а не пассивными слушателями.

2.Безопасная среда для ошибок. Ошибки не приводят к реальным потерям, но позволяют анализировать последствия решений.

3.Немедленная обратная связь. Результат игрового действия проявляется в ходе раунда (потери ресурсов, изменение показателей и т.д.).

4.Формирование системного мышления. Игроки учатся учитывать влияние одного параметра на другой.

5.Развитие командной работы. Большинство настольных игр предполагает распределение ролей и совместное принятие решений.

6.Мотивационный эффект

Соревновательность и достижение игровых целей повышают интерес к изучаемому материалу.

3. Классификация настольных образовательных игр

В образовательной практике применяются следующие типы настольных игр:

Симуляционные игры — моделируют профессиональную деятельность (например, управление производственным процессом).

Деловые игры — направлены на развитие управленческих навыков и принятия решений.

Стратегические игры — требуют долгосрочного планирования.

Ролевые игры — предусматривают распределение профессиональных ролей.

Обучающие карточные игры — используются для закрепления понятий и терминологии.

Для технических специальностей наиболее эффективны симуляционные и деловые форматы.

4. Психолого-педагогические основания эффективности

Эффективность настольных игр объясняется:

- принципом деятельностного подхода;
- теорией активного обучения;
- когнитивной теорией усвоения знаний через практическое действие;
- социальным конструктивизмом (обучение через взаимодействие).

Игровая деятельность активизирует внимание, усиливает эмоциональное восприятие информации и способствует более глубокому запоминанию материала.

5. Применение в техническом образовании

В технических дисциплинах настольные игры позволяют:

- моделировать технологические процессы;
- отрабатывать расчёты и анализ показателей;
- демонстрировать влияние изменений параметров на результат;
- формировать понимание производственных рисков;
- интегрировать знания из химии, физики, математики и экономики.

Особенно эффективно применение настольных игр при изучении сложных технологических схем, где важно видеть взаимосвязь между этапами процесса.

6. Методические требования к образовательной настольной игре

Для обеспечения педагогической эффективности игра должна:

- соответствовать учебной программе;
- иметь чётко сформулированные образовательные цели;
- включать механизмы обратной связи;
- предусматривать рефлекссию после завершения;
- обеспечивать баланс между игровым элементом и учебным содержанием.

Важно, чтобы игровая динамика не заменяла образовательную цель, а служила средством её достижения.

7. Педагогический эффект использования

Практика внедрения настольных образовательных игр показывает:

- рост учебной мотивации;
- повышение уровня вовлечённости;
- улучшение понимания сложных тем;
- развитие самостоятельности обучающихся;
- формирование навыков принятия решений.

Таким образом, настольные игры являются не просто формой развлечения, а эффективным инструментом активного обучения, позволяющим интегрировать теоретические знания и практическое мышление в единую образовательную модель.

1.3 Особенности обучения по направлению «Металлургия и Обогащение»

Подготовка специалистов по направлению «Металлургия и обогащение полезных ископаемых» осуществляется в условиях высокой технологической сложности производственных процессов, многофакторности параметров управления и повышенных требований к промышленной безопасности и экологической ответственности. В этой связи образовательный процесс должен обеспечивать формирование не только предметных знаний, но и системного инженерного мышления, способности к аналитической обработке производственных данных и принятию обоснованных технологических решений.

Современная металлургическая отрасль характеризуется внедрением автоматизированных систем управления, онлайн-контроля качества и цифровых инструментов мониторинга, что предъявляет дополнительные требования к подготовке обучающихся в части интерпретации технологической информации и междисциплинарной интеграции знаний.

1. Междисциплинарная интеграция как методологическая основа подготовки

Обучение по данному направлению носит комплексный характер и основывается на синтезе фундаментальных и прикладных дисциплин:

- физическая и коллоидная химия (поверхностные явления, сорбция реагентов);
- термодинамика и кинетика металлургических процессов;

- гидродинамика и механика измельчения;
- минералогия и петрография;
- инженерная математика и расчёт материальных балансов;
- промышленная экология и охрана труда.

Таким образом, образовательная модель должна обеспечивать формирование способности обучающихся применять знания различных дисциплин при анализе единой технологической схемы предприятия.

2. Системный характер технологических процессов

Технологические схемы обогатительных фабрик и металлургических цехов представляют собой сложные динамические системы, функционирующие в условиях непрерывного производственного цикла.

Пример (обогатительная фабрика):

При переработке медно-сульфидных руд изменение крупности измельчения на стадии шаровой мельницы влияет на:

- степень раскрытия минералов;
- эффективность флотации;
- расход реагентов;
- извлечение меди в концентрат;
- содержание меди в хвостах.

Снижение крупности помола может повысить извлечение, однако приводит к увеличению энергетических затрат и образованию избыточных шламов, ухудшающих селективность процесса.

Пример (медеплавильное производство):

На стадии конвертирования изменение интенсивности подачи кислорода влияет на:

- скорость окисления железа и серы;
- состав и вязкость шлака;
- потери меди со шлаком;
- тепловой баланс агрегата.

Следовательно, обучение должно формировать у студентов понимание взаимосвязи параметров и их влияния на конечный производственный результат.

3. Значимость точности и аналитической культуры

В металлургическом производстве исходные данные (содержание металла, влажность, гранулометрический состав, химический анализ) определяют корректность технологических решений.

Пример (обогатительная фабрика):

Ошибки при отборе и сокращении пробы могут привести к искажению содержания меди на 1–2 %, что при переработке сотен тысяч тонн руды в год трансформируется в значительные экономические потери.

Пример (анодная плавка):

Неверная оценка содержания примесей (As, Sb, Bi) в черновой меди может привести к нарушению режима рафинирования и снижению качества анодной меди.

В связи с этим образовательный процесс должен включать формирование культуры точных расчётов, навыков составления материальных балансов и понимания роли лабораторного контроля.

4. Практико-ориентированность и моделирование производственных ситуаций

Подготовка специалистов требует активного применения практико-ориентированных методов:

- расчёт извлечения металла и коэффициента потерь;
- моделирование нестандартных ситуаций (изменение минералогии руды, колебания температуры плавки);
- анализ производственных кейсов;
- решение задач технико-экономической оптимизации.

Например, при снижении содержания меди в исходной руде с 1,2 % до 0,9 % обучающиеся должны уметь рассчитать изменение экономической эффективности процесса и предложить корректирующие меры (оптимизация реагентного режима, изменение плотности пульпы, корректировка схемы флотации).

5. Экологическая и энергетическая составляющая подготовки

Современное производство ориентировано на принципы устойчивого развития. В учебном процессе необходимо учитывать:

- снижение выбросов SO₂ в медеплавильном производстве;
- утилизацию шлаков;
- оборотное водоснабжение обогатительных фабрик;
- энергоэффективность измельчения.

Формирование экологической ответственности является неотъемлемой частью профессиональной подготовки.

6. Цель формирования системного инженерного мышления

С учётом вышеизложенного обучение по направлению «Металлургия и обогащение полезных ископаемых» должно быть ориентировано на:

- формирование целостного представления о технологической цепочке «руда – концентрат – металл»;
- развитие навыков анализа производственных данных;
- освоение методов расчёта материальных и тепловых балансов;
- развитие способности к принятию решений в условиях неопределённости;
- интеграцию экономических, экологических и технологических факторов.

Внедрение интерактивных и симуляционных форм обучения, включая настольные образовательные игры, является методически обоснованным, поскольку позволяет моделировать реальные производственные процессы в контролируемой учебной среде и способствует формированию профессиональных компетенций на основе деятельностного подхода.

2. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ЦЕЛИ И КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В ХОДЕ ИГРЫ

Применение настольной игры с элементами геймификации в образовательном процессе колледжа направлено на комплексное формирование профессиональных, общих и междисциплинарных компетенций обучающихся. В отличие от традиционных форм обучения, игровая модель позволяет объединить теоретическую подготовку и практическую деятельность в рамках единого учебного сценария, приближённого к реальным условиям производственной среды.

Образовательные цели игры определяются требованиями к результатам освоения образовательных программ среднего профессионального образования по специальностям металлургического профиля и содержанием профессиональных дисциплин.

2.1 Цели применения настольной игры

Цели применения настольной игры целесообразно рассматривать в трёх взаимосвязанных аспектах: обучающем, развивающем и воспитательном.

Обучающие цели направлены на:

-закрепление и систематизацию теоретических знаний по дисциплинам «Металлургия цветных металлов», «Обогащение полезных ископаемых» и смежным профессиональным модулям;

-формирование у обучающихся целостного представления о технологическом цикле получения катодной меди;

-освоение логики и последовательности технологических процессов от добычи руды до получения готовой продукции;

-изучение основных технологических параметров и их влияния на качество и выход металла.

В ходе игры обучающиеся применяют полученные знания для решения производственно-ориентированных задач, что способствует более глубокому пониманию учебного материала.

Развивающие цели включают:

-развитие аналитического и системного мышления;

-формирование навыков принятия решений в условиях ограниченного времени и ресурсов;

-развитие способности прогнозировать последствия технологических решений;

-формирование навыков коллективной работы и взаимодействия в команде.

Игровая форма обучения способствует активизации познавательной деятельности и развитию профессионального мышления обучающихся.

Воспитательные цели направлены на:

-формирование ответственности за общий результат деятельности;

-развитие дисциплинированности и организованности;

-воспитание уважительного отношения к профессии и производственной культуре;

-формирование устойчивого интереса к будущей профессиональной деятельности.

Таким образом, настольная игра выполняет комплексную образовательную функцию, объединяя обучение, развитие и воспитание.

2.2 Формируемые профессиональные компетенции

В процессе участия в настольной игре у обучающихся формируются профессиональные компетенции, соответствующие видам деятельности специалистов в области металлургии цветных металлов и обогащения полезных ископаемых.

К основным профессиональным компетенциям относятся:

- способность ориентироваться в технологической схеме горно-металлургического производства;
- знание основных способов добычи медных руд и факторов, влияющих на качество сырья;
- понимание процессов дробления, измельчения и классификации руд;
- знание методов обогащения медных руд и факторов, влияющих на извлечение меди;
- понимание основ пирометаллургических и гидрометаллургических процессов переработки концентратов;
- знание этапов получения черновой и катодной меди;
- умение учитывать требования охраны труда и промышленной безопасности;
- понимание экологических аспектов металлургического производства.

Распределение ролей между участниками игры позволяет формировать профессиональные компетенции с учётом специализации обучающихся и моделировать реальные условия производственного взаимодействия.

2.3 Универсальные и междисциплинарные компетенции

Помимо формирования профессиональных компетенций, в ходе реализации настольной игры активно развиваются универсальные и междисциплинарные компетенции, обеспечивающие готовность выпускников колледжа к эффективной профессиональной деятельности в условиях современного производства.

К числу формируемых компетенций относятся:

- умение работать в коллективе, распределять функции и эффективно взаимодействовать с коллегами;
- развитые коммуникативные навыки, способность аргументированно представлять и защищать свою позицию;
- навыки анализа производственной информации, выявления причинно-следственных связей и принятия обоснованных решений;
- способность к самооценке, критическому осмыслению результатов собственной деятельности и корректировке действий;
- умение интегрировать знания из различных учебных дисциплин (технология, экономика, экология, охрана труда) при решении комплексных производственных задач.

Системное формирование данных компетенций способствует повышению уровня профессиональной готовности обучающихся, развитию инженерного мышления и успешной адаптации выпускников к реальным условиям работы на предприятиях горно-металлургической отрасли.

Таблица 1. Формирование универсальных и междисциплинарных компетенций

№	Компетенция	Содержание компетенции	Проявление в игровой деятельности	Пример задания/ситуации
1	Командная работа	Способность взаимодействовать в группе, распределять роли и ресурсы	Совместное принятие технологического решения	Команда выбирает режим флотации и распределяет обязанности между технологом и инженером ОТК
2	Коммуникативная компетентность	Умение аргументированно излагать позицию и отстаивать решение	Обсуждение параметров плавки	Игрок обосновывает повышение температуры плавки с точки зрения снижения потерь меди
3	Аналитическое мышление	Способность анализировать данные и делать выводы	Расчет извлечения меди	Вычисление процента извлечения при изменении содержания меди в руде
4	Принятие решений	Способность выбирать оптимальный вариант в условиях неопределенности	Выбор режима измельчения при ограниченных ресурсах	Необходимо выбрать: увеличить тонкость помола или снизить энергозатраты
5	Междисциплинарная интеграция	Применение знаний из химии, физики, математики	Расчет теплового баланса и pH среды	Корректировка расхода флюсов с учетом химического состава шихты
6	Экономическое мышление	Понимание связи технологических решений с экономическим результатом	Снижение себестоимости производства	Анализ влияния перерасхода реагентов на условную прибыль
7	Экологическая ответственность	Учет экологических факторов при принятии решений	Контроль выбросов и отходов	Ситуация: превышение условного лимита выбросов SO ₂
8	Самоорганизация	Планирование времени и последовательности действий	Ограниченное время на раунд	Команда распределяет время на расчет и обсуждение
9	Рефлексивная компетенция	Оценка собственных действий и их результатов	Итоговый анализ раунда	Команда анализирует причины потерь меди в хвостах
10	Информационная грамотность	Работа с исходными данными и их интерпретация	Анализ карточки «Изменение минералогии»	Интерпретация изменения гранулометрического состава

3. КОНЦЕПЦИЯ НАСТОЛЬНОЙ ИГРЫ ПО «МЕТАЛЛУРГИИ И ОБОГАЩЕНИЮ»

Концепция настольной игры основана на моделировании деятельности горно-металлургического предприятия, осуществляющего полный цикл переработки медной руды и получения катодной меди. Игровая модель позволяет обучающимся последовательно пройти все основные этапы производственного процесса и осознать взаимосвязь между ними.

3.1. Общая идея и сюжет игры

Сюжет настольной игры представляет собой производственный сценарий, в рамках которого участники управляют процессом переработки медной руды, начиная с этапа добычи и заканчивая получением катодной меди.

Игровое пространство условно разделено на этапы, соответствующие реальным технологическим процессам:

1. добыча медной руды;
2. дробление и измельчение;
3. обогащение;
4. металлургическая переработка концентрата;
5. электролитическое рафинирование.

Каждый этап сопровождается выполнением заданий, содержание которых соответствует профессиональной роли участника и уровню его подготовки.

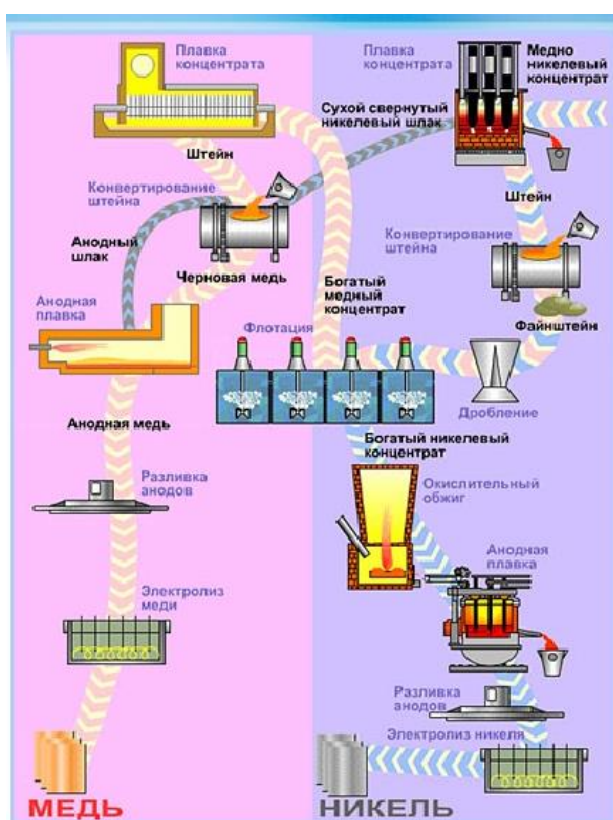


Рисунок 1. Технологическая схема получения меди

3.2. Образовательная модель игры

Образовательная модель настольной игры построена на принципе поэтапного освоения технологического цикла. Переход к следующему этапу возможен только после выполнения обязательных заданий текущего этапа и оценки результатов преподавателем.

В игре используются следующие элементы образовательной модели:

- ситуационные и проблемные задания;
- анализ производственных ситуаций;
- коллективное обсуждение принимаемых решений;
- оценка последствий выбранных технологических параметров.

Преподаватель выполняет роль ведущего игры, организует игровой процесс, контролирует соблюдение правил и обеспечивает педагогическое сопровождение обучающихся.

3.3 Игровая цель и условия победы

Основной игровой целью является получение катодной меди заданного качества при одновременном соблюдении технологических, экономических и экологических ограничений, максимально приближенных к реальным условиям функционирования металлургического предприятия. Игра ориентирована не только на достижение конечного результата, но и на демонстрацию логически выстроенного, обоснованного и безопасного производственного процесса.

Условия успешного завершения игры включают:

- последовательное прохождение всех этапов технологического цикла — от добычи руды до электролитического рафинирования;
- корректное выполнение заданий на каждом производственном этапе;
- соблюдение заданных технологических параметров (содержание металла, извлечение, температурный режим, режимы переработки);
- минимизацию потерь металла и рациональное использование ресурсов;
- соблюдение требований охраны труда, промышленной и экологической безопасности;
- аргументированное обоснование принятых решений.

Итоговые результаты могут оцениваться как по индивидуальным показателям (качество выполнения профессиональной роли, точность расчетов, активность в обсуждении), так и по командным критериям (общая технологическая эффективность, согласованность действий, достижение целевых показателей). Выбор модели оценивания определяется целями занятия, форматом проведения и уровнем подготовки обучающихся.

4. Структура и компоненты настольной игры

Настольная игра для студентов специальностей «Металлургия цветных металлов» и «Обогащение полезных ископаемых» построена на поэтапном моделировании технологического цикла производства катодной меди. Ее структура обеспечивает последовательное освоение процессов добычи, обогащения и переработки руды с возможностью контроля и анализа последствий решений обучающихся.

4.1. Игровое поле

Игровое поле представляет собой наглядное отображение всех этапов технологического цикла, разделенного на зоны:

1. *Добыча руды* – имитация карьерных и подземных разработок, выбор способа добычи и оценка объема сырья.

2. *Дробление и измельчение* – выбор оборудования, регулировка крупности дробления и оценка энергозатрат.

3. *Обогащение* – флотация и другие методы обогащения, расчет выхода концентрата, учет потерь.

4. *Металлургическая переработка* – плавка, конвертирование, контроль выхода черновой меди.

5. *Электролитическое рафинирование* – получение катодной меди, контроль качества и чистоты металла.

Поле снабжено визуальными индикаторами параметров, игровыми зонами для карточек заданий и местами для фиксации результатов.



Рисунок 2. Игровое поле

4.2. Игровые элементы

Основные элементы игры включают:

Карточки ролей – каждому студенту присваивается определенная профессиональная роль: горный инженер, мастер участка, технолог обогащения, металлург, оператор электролизного участка, лаборант и т.д.

Карточки заданий – содержат конкретные ситуации, задачи и условия, соответствующие роли. Примеры заданий: расчет объема добычи, выбор метода флотации, определение температуры плавки.

Карточки ресурсов – обозначают сырье, оборудование, энергозатраты, вспомогательные материалы.

Игровые индикаторы – шкалы качества, выхода металла, экологического воздействия, энергозатрат.

Фишки/жетоны – используются для фиксации действий, перемещения по этапам и отметки выполненных заданий.

Система баллов и бонусов – для стимулирования оптимальных решений и соревновательного элемента.



Рисунок 3. Карточки заданий

4.3. Игровые показатели и параметры

Для контроля процесса и оценки результатов в игре предусмотрены следующие показатели:

- Выход меди на каждом этапе (добыча, обогащение, плавка, рафинирование).
- Качество концентрата и катодной меди (содержание меди, примесей, соответствие стандартам).
- Энергозатраты и ресурсоемкость процессов.

-Экологические показатели (объем отходов, выбросы, сбросы).

-Эффективность командной работы – отражает взаимодействие студентов и правильность распределения ролей.

Игровые показатели позволяют преподавателю проводить оперативный контроль, а студентам – анализировать последствия своих решений.



Рисунок 4. Игровые показатели и параметры



Рисунок 5. Карточки ролей

5. Правила игры и игровые механики

Настольная образовательная игра реализуется как структурированная учебная симуляция технологического цикла получения катодной меди. Игровая деятельность проводится в аудитории под руководством преподавателя и ориентирована на моделирование реальных производственных процессов с учетом технологических, экономических и экологических факторов.

Каждый этап сопровождается выполнением расчетных и аналитических заданий. Решения обучающихся фиксируются в системе показателей и отражаются на игровом поле, что обеспечивает визуализацию технологических последствий.

5.1. Подготовка к игре

Подготовка к игре включает три взаимосвязанных блока:

I. Методический инструктаж

-Преподаватель:

- разъясняет цели занятия;
- формулирует ожидаемые образовательные результаты;
- демонстрирует технологическую схему производства меди;
- поясняет правила взаимодействия в команде.

II. Организационная структура

-Формирование команд (3–5 человек).

-Распределение ролей: горный инженер, технолог обогащения, металлург, оператор электролиза, лаборант ОТК.

-Установление временных рамок (на один этап — 5–10 минут).

-Определение уровня сложности.

III. Техническая подготовка

Подготавливаются:

- игровое поле;
- карточки ресурсов;
- карточки событий;
- расчетные таблицы;
- индикаторы извлечения и потерь;
- шкала энергозатрат.

5.2. Ход игры

Игра проводится по следующему алгоритму:

1. Этапы технологического цикла проходят последовательно.
2. На каждом этапе студенты выполняют задания согласно карточкам ролей и ресурсов.
3. После выполнения заданий преподаватель проверяет результаты и фиксирует показатели (качество, объемы, энергозатраты).
4. При необходимости студенты обсуждают стратегии, оценивают последствия своих решений и корректируют действия.
5. Переход к следующему этапу возможен только после успешного выполнения заданий текущего этапа.

Каждое действие обучающихся отражается на игровом поле и в системе показателей, что позволяет визуально отслеживать последствия решений.

5.3. Элементы геймификации

Геймификация в структуре настольной образовательной игры представляет собой систему мотивационных и управленческих механизмов, направленных на повышение вовлечённости обучающихся, активизацию познавательной деятельности и формирование профессиональных компетенций через игровую модель производственного процесса.

В отличие от развлекательной игры, элементы геймификации здесь выполняют образовательную функцию: они стимулируют анализ, расчет, принятие решений и командное взаимодействие в условиях, приближенных к реальным производственным ситуациям.

Система баллов (рейтинговая механика). Балльная система является основным инструментом количественной оценки результатов команд.

Баллы начисляются за:

- достижение оптимального извлечения металла;
- минимизацию потерь в хвостах и шлаке;
- соблюдение энергетических ограничений;
- корректность расчетов;
- выполнение роли в рамках профессиональных обязанностей.

Балльная механика формирует у студентов понимание эффективности технологических решений и позволяет объективно сравнивать результаты команд.

Бонусные механизмы:

- дополнительные баллы могут присваиваться за:
- инновационные технологические решения;
- рациональное распределение ресурсов;
- оптимизацию режима при сложных исходных условиях;
- грамотную командную коммуникацию.

Бонусы стимулируют творческий подход и нестандартное мышление, что особенно важно для инженерной подготовки.

Штрафные баллы применяются в случаях:

- неверного расчета показателей;
- превышения нормативных потерь;
- игнорирования экологических ограничений;
- нарушения регламента роли;
- несоблюдения временных рамок.

Система санкций моделирует производственную ответственность и формирует дисциплинированность.

Каждому участнику присваивается профессиональная роль, что создает эффект имитации производственной структуры предприятия.

Ролевое распределение:

- усиливает мотивацию;
- развивает чувство ответственности;
- формирует понимание функциональных обязанностей специалистов;
- способствует развитию коммуникативных навыков.

Механика «погружения» делает учебный процесс более реалистичным и осмысленным.

Соревновательная модель предполагает:

- параллельную работу нескольких команд;
- сравнительный анализ показателей;
- определение лучшего производственного результата.

Сравнение результатов стимулирует активность и стремление к оптимизации решений.

Прогресс-бар и визуализация продвижения. На игровом поле используется визуальный индикатор прохождения этапов:

[Обогащение] → [Плавка] → [Конвертер] → [Электролиз] → [Катодная медь]

Продвижение команды по шкале отражает степень выполнения производственного плана. Визуализация усиливает наглядность и формирует ощущение достижения результата.

Карточки случайных событий. Для повышения динамики используются карточки:

- «Изменение состава руды»;
- «Сбой оборудования»;
- «Повышение энерготарифов»;
- «Экологическая проверка».

Эта механика развивает адаптивность мышления и способность принимать решения в условиях неопределённости.

Ограничение времени. На принятие решения отводится строго определенное время (например, 5 минут). Это моделирует производственную смену и формирует навыки оперативного анализа.

Уровни сложности. Игра может проводиться в нескольких режимах:

- базовый (фиксированные параметры);
- продвинутый (вариативные условия);
- экспертный (экономический расчет, дополнительные риски).

Постепенное усложнение повышает образовательную эффективность.

5.4. Механизмы обратной связи

Обратная связь является системообразующим элементом настольной образовательной игры, обеспечивающим осмысление принятых решений, закрепление теоретических знаний и формирование профессиональных компетенций. В рамках игрового моделирования производственного цикла механизмы обратной связи позволяют обучающимся видеть последствия своих технологических действий и корректировать стратегию в условиях имитации реального производства.

Система обратной связи реализуется на нескольких уровнях: оперативном, аналитическом, рефлексивном и сравнительно-производственном.

1. Оперативная (мгновенная) обратная связь

После завершения каждого технологического этапа преподаватель:

- проверяет корректность выполненных расчетов;
- фиксирует ключевые показатели (извлечение, потери, энергозатраты, качество продукции);
- отражает изменения на игровом поле;

-начисляет баллы или применяет штрафные санкции.

Мгновенная фиксация результатов позволяет студентам сразу увидеть взаимосвязь между принятым решением и его технологическим эффектом. Такой формат способствует формированию причинно-следственного мышления и повышает ответственность за точность расчетов.

2. Аналитическая обратная связь

По завершении каждого этапа проводится краткий разбор принятых решений.

Преподаватель задаёт уточняющие вопросы:

-Какие параметры повлияли на изменение извлечения?

-Почему возросли потери в шлаке?

-Можно ли было снизить энергозатраты?

Обсуждение позволяет выявить логические ошибки, рассмотреть альтернативные стратегии и закрепить теоретические положения через практический анализ.

3. Командная рефлексия

В конце каждого раунда обучающиеся осуществляют самооценку:

-анализируют эффективность своих действий;

-оценивают распределение ролей;

-обсуждают уровень взаимодействия внутри команды;

-формулируют предложения по улучшению стратегии.

Рефлексивный компонент способствует развитию критического мышления, формирует навыки самоанализа и усиливает осознанность учебной деятельности.

4. Сравнительная обратная связь (межкомандный анализ)

Если игра проводится между несколькими командами, осуществляется сравнительный анализ показателей:

-уровень извлечения меди;

-величина потерь;

-энергетическая эффективность;

-итоговый балл.

Сравнение результатов позволяет выявить более рациональные технологические решения и стимулирует профессиональную конкуренцию.

5. Сопоставление с производственными нормативами

Преподаватель сопоставляет игровые показатели с реальными производственными значениями (например, норматив извлечения меди 88–92 %). Это позволяет обучающимся:

-оценить реалистичность своих решений;

-понять влияние технологических факторов;

-осознать экономические последствия отклонений.

Данный механизм приближает учебную модель к реальным условиям отрасли.

6. Визуализация результатов

Результаты отражаются на игровом поле посредством:

-шкалы извлечения;

-индикатора потерь;

-панели энергозатрат;

-прогресс-бара производственного цикла.

Визуальное представление динамики показателей усиливает наглядность и облегчает восприятие сложных технологических взаимосвязей.

7. *Итоговая рефлексия.* Завершающим этапом проведения настольной игры является итоговая рефлексия, направленная на осмысление полученного опыта и закрепление профессиональных знаний. Данный этап имеет важное методическое значение, поскольку позволяет перевести игровой результат в плоскость реальной производственной деятельности.

В ходе итогового обсуждения:

- анализируется общая стратегия команды и последовательность принятых решений;
- выявляются ключевые технологические ошибки и их причины;
- оценивается уровень командного взаимодействия, распределение ролей и степень ответственности участников;
- сопоставляются полученные производственные показатели с нормативными значениями;
- формулируются выводы о технологической и экономической эффективности принятых решений.

Особое внимание уделяется причинно-следственной связи между действиями на отдельных этапах и итоговым результатом (качеством катодной меди, уровнем извлечения, ресурсными затратами).

Преподаватель подводит общие итоги, акцентирует внимание на профессионально значимых аспектах, корректирует возможные заблуждения и связывает игровой опыт с реальной производственной практикой, подчеркивая значение ответственности, технологической дисциплины и соблюдения требований безопасности.

6. МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ НАСТОЛЬНОЙ ИГРЫ

Разработка настольной игры для студентов колледжа является комплексным процессом, включающим этапы проектирования, тестирования и доработки. Методика создания игры направлена на обеспечение её соответствия образовательным целям, профессиональным требованиям и возрастным особенностям обучающихся.

6.1. Этапы разработки

Процесс создания настольной игры включает следующие этапы:

1. Аналитический этап

-изучение образовательных программ и профессиональных стандартов по металлургии и обогащению;

-выявление ключевых технологических процессов, которые должны быть отражены в игре;

-определение уровня подготовки студентов (2–4 курс) и их потребностей в интерактивном обучении.

2. Проектный этап

-разработка концепции игры: определение сюжета, структуры и целей;

-определение игровых ролей, карточек заданий, ресурсов и показателей;

-планирование игрового поля, механики ходов и системы обратной связи.

3. Создание прототипа

-изготовление начального макета игрового поля, карточек и элементов;

-проверка логики игровых процессов, последовательности этапов и корректности заданий;

-оценка наглядности и удобства использования.

4. Тестирование и корректировка

-проведение пробных игр с небольшой группой студентов;

-выявление слабых мест, ошибок и несоответствий;

-внесение изменений в правила, задания, показатели и визуальные элементы.

5. Финализация

-подготовка окончательной версии игры с учетом всех корректировок;

-разработка методического сопровождения для преподавателей;

-создание инструкций, пояснительных материалов и оценочных листов.

6.2. Проектирование содержания

Проектирование содержания настольной игры осуществляется с учетом следующих принципов:

Научная обоснованность – все задания и ситуации соответствуют реальным технологическим процессам;

Постепенное усложнение – задания от простых к сложным, с учетом уровня подготовки студентов;

Ролевое распределение – каждый студент получает функции специалиста, что позволяет моделировать профессиональные обязанности;

Интеграция дисциплин – задания охватывают знания из различных учебных дисциплин (горное дело, обогащение, металлургия, охрана труда);

Мотивационный эффект – игровые элементы стимулируют активное участие, соревновательность и командную работу.

6.3. Тестирование и доработка

Тестирование является обязательным этапом внедрения настольной игры в образовательный процесс, поскольку позволяет определить ее соответствие заявленным образовательным целям, уровню подготовки обучающихся и требованиям учебной программы.

В рамках тестирования рекомендуется проведение пилотных занятий с небольшой группой студентов, что дает возможность апробировать сценарий, временной регламент и распределение ролей. Важно осуществлять педагогическое наблюдение за характером взаимодействия обучающихся, степенью их вовлеченности, корректностью выполнения расчетных и ситуационных заданий, а также за пониманием технологической последовательности процессов.

Существенным элементом является сбор обратной связи от студентов и преподавателей. Анализируются трудности восприятия правил, сложность заданий, логика начисления баллов, наглядность игровых материалов и удобство использования компонентов. При необходимости вносятся изменения в сценарий, содержание карточек, систему оценивания, структуру ролей и регламент времени.

Отдельное внимание следует уделить оценке визуальной доступности игровых элементов, четкости формулировок заданий и удобству фиксации производственных показателей.

Комплексное и системное тестирование позволяет создать методически обоснованную, логически выстроенную и педагогически эффективную игру, пригодную для использования в очной, заочной и дистанционной формах обучения, а также в рамках текущего контроля и итоговой аттестации.

7. МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ НАСТОЛЬНОЙ ИГРЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ (С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИИ)

Настольная игра с элементами геймификации рассматривается как интегрированная образовательная технология, сочетающая традиционные методы обучения с цифровыми инструментами, включая системы автоматизированного контроля и инструменты искусственного интеллекта. Такой подход обеспечивает моделирование реальных производственных процессов на уровне, максимально приближенном к условиям современного горно-металлургического предприятия.

7.1 Формы использования

Игра может применяться в различных образовательных форматах с расширением за счёт цифровых технологий:

1. Аудиторные занятия

Использование настольной игры в сочетании с цифровым сопровождением (интерактивные таблицы, визуализация параметров, автоматический расчет показателей).

2. Практические и лабораторные работы

Применение цифрового тренажёра для моделирования технологических процессов, расчёта извлечения, анализа потерь и оптимизации режимов.

3. Гибридный формат (офлайн + онлайн)

Часть расчетов и проверки выполняется через цифровые платформы, что позволяет:

- ускорить обработку результатов;
- повысить точность расчетов;
- обеспечить прозрачность оценивания.

4. Дистанционное обучение

Использование электронных таблиц, симуляторов и ИИ-инструментов для проведения игры в онлайн-формате.

5. Соревновательные форматы

Организация турниров с автоматическим подсчетом результатов и рейтингом команд.

7.2 Роль преподавателя

В условиях цифровизации преподаватель выполняет расширенную функцию:

- модератор игрового процесса;
- эксперт по технологическим решениям;
- оператор цифровой системы контроля;
- интерпретатор результатов анализа ИИ.

Важно, что при использовании ИИ преподаватель сохраняет ключевую роль в интерпретации результатов и формировании профессионального мышления обучающихся.

7.3 Использование инструментов искусственного интеллекта

Интеграция ИИ является важным элементом современной методики обучения.

Основные направления применения:

1. Генерация производственных ситуаций

ИИ автоматически формирует кейсы с заданными параметрами:

- изменение содержания меди;
- колебания влажности руды;
- аварийные ситуации;
- изменение режимов плавки.

Это обеспечивает вариативность и адаптивность обучения.

2. Адаптация сложности заданий

Система может:

- усложнять задания для сильных студентов;
- упрощать для базового уровня;
- учитывать индивидуальные результаты.

3. Автоматическая проверка расчетов

ИИ выполняет:

- проверку формул;
- контроль единиц измерения;
- расчет извлечения, потерь, баланса;
- выявление ошибок.

4. Оперативная обратная связь

Обучающиеся получают:

- мгновенный результат;
- пояснение ошибок;
- рекомендации по улучшению решения.

5. Моделирование сценариев («что если»)

ИИ позволяет анализировать:

- влияние изменения параметров;
- альтернативные технологические решения;
- экономические последствия.

7.4 Пошаговый алгоритм проведения занятия

1. Введение (5–10 минут)

- постановка цели;
- краткое повторение теории;
- объяснение цифровых инструментов.

2. Формирование команд (5 минут)

- распределение ролей;
- назначение ответственных.

3. Инструктаж (5 минут)

- правила игры;
- работа с цифровой системой;
- критерии оценивания.

4. Игровой процесс (40–60 минут)

- выполнение заданий;

- расчеты (с поддержкой ИИ);
- принятие решений;
- фиксация показателей.

5. Автоматизированный контроль

- проверка расчетов системой;
- начисление баллов;
- фиксация ошибок.

6. Анализ результатов (15–20 минут)

- разбор решений;
- сравнение с нормативами;
- обсуждение альтернатив.

7. Рефлексия (10 минут)

- самооценка;
- анализ командной работы;
- выводы.

7.5 Подготовка обучающихся

Для эффективного участия студентам необходимо:

- владеть теоретическими основами;
- понимать технологическую цепочку;
- уметь работать с расчетами;
- использовать цифровые инструменты;
- участвовать в командной работе.

7.6 Педагогический эффект цифровой модели

Интеграция ИИ и цифровых инструментов обеспечивает:

- повышение точности расчетов;
- ускорение обратной связи;
- индивидуализацию обучения;
- формирование цифровых компетенций;
- развитие аналитического и системного мышления;
- подготовку к условиям цифрового производства.

8. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИГРОВОГО ОБУЧЕНИЯ

Оценка эффективности применения настольной игры в учебном процессе направлена на выявление уровня формирования профессиональных и универсальных компетенций студентов, а также на анализ педагогического воздействия игрового метода.

8.1. Критерии оценки

Критерии оценки включают:

1. *Профессиональные знания и навыки* – точность выполнения технологических расчетов, соответствие принятых решений требованиям производственного цикла, умение анализировать результаты.

2. *Уровень самостоятельности* – способность принимать решения без постоянного вмешательства преподавателя.

3. *Эффективность командной работы* – организация взаимодействия между участниками, распределение ролей и ресурсов.

4. *Креативность и инновационность* – использование нестандартных подходов к решению профессиональных задач.

5. *Осознанность действий* – понимание последствий решений, их влияние на качество и количество продукции, энергоэффективность и экологические показатели.

Таблица 2. Критерии оценивания

№	Критерий оценки	Уровень по Блуму	Проявление в рамках игры	Конкретные показатели оценки	Макс. балл
1	Профессиональные знания и навыки	Применение	Выполнение технологических расчетов (материальный баланс, извлечение металла, выход концентрата, расчет производительности оборудования)	Точность расчетов; правильность формул; соблюдение единиц измерения; логика решения	15
		Анализ	Сравнение вариантов технологических схем, выявление ошибок в производственном цикле	Умение выявлять несоответствия; анализ причин потерь металла; объяснение отклонений показателей	10
		Оценка	Обоснование выбора оптимального технологического решения	Аргументированность выбора; учет технологических ограничений	5
Итого по критерию					30
2	Уровень самостоятельности	Применение	Самостоятельное принятие решений при моделировании производственной ситуации	Минимальное обращение за помощью; инициативность	8
		Анализ	Способность корректировать действия при изменении исходных условий	Гибкость мышления; адекватная реакция на игровые риски	6
		Оценка	Ответственность за принятое решение и его последствия	Осознание рисков; логическое обоснование стратегии	6
Итого по критерию					20
3	Эффективность командной работы	Понимание	Осознание роли каждого участника (технолог, мастер, энергетик, контролер качества)	Четкое распределение обязанностей; понимание производственной структуры	8
		Применение	Реализация совместного решения	Координация действий;	6

			в рамках игровой задачи	соблюдение временных ограничений	
		Анализ	Разрешение конфликтных ситуаций и оптимизация коллективного решения	Способность договариваться; достижение общего результата	6
Итого по критерию					20
4	Креативность и инновационность	Анализ	Поиск альтернативных путей решения производственной задачи	Предложение нескольких вариантов; сравнительный анализ	5
		Создание	Разработка улучшенной технологической схемы или способа повышения извлечения металла	Нестандартный подход; обоснование эффективности предложенных изменений	10
Итого по критерию					15
5	Осознанность действий	Анализ	Оценка влияния решений на качество концентрата, потери металла, производительность	Глубина понимания причинно-следственных связей	5
		Оценка	Учет энергоэффективности, экологических показателей и экономической целесообразности	Комплексный подход; учет производственных и экологических факторов	5
		Создание	Формирование рекомендаций по повышению эффективности процесса	Практическая направленность выводов	5
Итого по критерию					15

8.2. Формы контроля

Контроль может осуществляться следующими способами:

1. Непосредственная оценка преподавателя – фиксирование действий студентов на каждом этапе игры;
2. Итоговый отчет команды – описание принятых решений, оценка ошибок и предложений по улучшению процесса;
3. Самооценка обучающихся – рефлексия по своим действиям и достижениям;
4. Сравнение с нормативными показателями – сопоставление результатов игры с реальными технологическими стандартами.

Таблица 3. Формы контроля результатов настольной игры

№	Форма контроля	Содержание контроля	Объект оценивания	Инструменты и методы	Период проведения	Ожидаемый результат
1	Непосредственная оценка преподавателя	Фиксирование действий студентов на каждом этапе игры, корректность расчетов, логика решений	Индивидуальная и командная деятельность	Наблюдение, чек-лист, оценочный лист, устные вопросы	В ходе игры (текущий контроль)	Своевременное выявление ошибок, корректировка деятельности
2	Итоговый отчет команды	Описание принятых технологических решений, анализ допущенных ошибок, предложения по оптимизации процесса	Командная работа и уровень профессионального анализа	Письменный отчет, защита проекта, презентация результатов	После завершения игрового цикла (рубежный контроль)	Формирование навыков анализа и профессиональной аргументации
3	Самооценка обучающихся	Рефлексия по принятым решениям, оценка личного	Индивидуальные компетенции, уровень самостоятельности	Анкета самооценки, рефлексивный лист, устное	По завершении игры	Развитие осознанности и критического мышления

		вклада и профессионального роста	и	обсуждение		
4	Сравнение с нормативными показателями	Сопоставление полученных результатов (выход концентрата, извлечение металла, энергозатраты) с производственными стандартами	Качество технологических решений	Сравнительный анализ, расчет отклонений, работа с нормативными данными	Итоговый этап	Формирование профессионального мышления и ориентации на производственные стандарты

8.3. Анализ педагогического эффекта

Педагогический эффект оценивается по нескольким параметрам:

- рост активности и вовлеченности студентов в учебный процесс;
- улучшение качества усвоения теоретического материала;
- формирование профессионального мышления и навыков принятия решений;
- повышение мотивации к изучению дисциплин металлургического профиля;
- развитие навыков коллективной работы и ответственности за общий результат.

8.4 Диагностика прироста компетенций

Для оценки эффективности применения настольной игры рекомендуется проводить входную и итоговую диагностику.

До игры:

- тестирование знаний (10–15 вопросов)
- оценка понимания технологической схемы

После игры:

- повторное тестирование
- анализ решений кейсов
- самооценка компетенций

Инструменты:

- чек-лист компетенций
- шкала (1–5)
- сравнительная таблица

Пример:

Компетенция	До игры	После игры
Анализ процесса	2	4
Расчёты	3	5

9. АДАПТАЦИЯ И МОДИФИКАЦИЯ ИГРЫ

Настольная игра разработана в соответствии с типовыми образовательными программами колледжа, однако обладает гибкой структурой и может адаптироваться к различным условиям обучения, уровню подготовки студентов и целям конкретного занятия.

1. Изменение уровня сложности.

Предусматривается варьирование содержания и глубины заданий: для обучающихся 2 курса возможно упрощение расчетов, сокращение числа производственных показателей и акцент на понимание технологической последовательности; для 3–4 курсов — усложнение сценариев за счет введения экономических расчетов, анализа извлечения металла, учета себестоимости и экологических ограничений.

2. Модификация игровых ролей.

Состав ролей может расширяться или уточняться в зависимости от профиля подготовки. Допускается введение дополнительных специализаций (экономист производства, инженер по качеству, энергетик, специалист по автоматизации), что усиливает междисциплинарную интеграцию и приближает игру к реальной структуре предприятия.

3. Вариативность сценариев.

Игра допускает разработку альтернативных производственных ситуаций: изменение качества исходной руды, аварийные остановки оборудования, колебания рыночной цены металла, экологические ограничения. Это позволяет моделировать нестандартные условия и формировать навыки анализа рисков и принятия управленческих решений.

4. Интеграция с другими дисциплинами.

В игровой процесс могут быть включены задания по охране труда, промышленной безопасности, экологии, экономике производства, менеджменту качества. Такой подход способствует формированию комплексного профессионального мышления и системного понимания деятельности металлургического предприятия.

1. Онлайн- и гибридный формат.

При необходимости игра может быть переведена в цифровой формат с использованием электронных таблиц для расчетов, презентационных материалов, интерактивных платформ и элементов дистанционного взаимодействия. Это расширяет возможности применения в условиях смешанного и онлайн-обучения.

Адаптивность игры обеспечивает ее многократное использование, позволяет учитывать уровень подготовки обучающихся и повышает методическую ценность как универсального инструмента формирования профессиональных компетенций.

10. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Настольная игра по направлению «Металлургия и обогащение полезных ископаемых» рекомендуется к систематическому применению в образовательном процессе как практико-ориентированная модель профессиональной деятельности, имитирующая реальные условия функционирования горно-обогатительного и металлургического предприятия. Ее использование целесообразно при условии методически обоснованного включения в рабочие учебные программы дисциплин профессионального цикла, соответствия целям формирования профессиональных компетенций и предварительной подготовки преподавателя к организации и модерации игрового взаимодействия.

Включение игры в учебный процесс должно опираться на четкое определение дидактических целей: закрепление теоретических знаний, развитие технологического мышления, формирование навыков принятия управленческих и производственных решений, а также развитие коммуникативных и организационных компетенций обучающихся. Перед проведением игры преподавателю рекомендуется провести установочное занятие, в рамках которого обучающиеся знакомятся с технологической схемой производства катодной меди, основными производственными показателями (содержание металла, извлечение, выход концентрата, себестоимость, экологические нормативы), а также с правилами игрового взаимодействия.

Проведение игры должно осуществляться на основе детально разработанного сценария, включающего:

- последовательность технологических этапов (добыча, дробление, измельчение, флотация, сгущение и фильтрация, плавка, конвертирование, электролитическое рафинирование);
- регламент времени для каждого производственного модуля;
- алгоритм распределения ролей;
- порядок принятия коллективных решений;
- механизм фиксации технологических и экономических показателей;
- систему промежуточного и итогового оценивания.

Преподаватель выполняет функцию модератора, эксперта и консультанта, обеспечивая соблюдение логики технологической причинно-следственной взаимосвязи этапов. Важно акцентировать внимание обучающихся на том, что решения, принятые на ранних стадиях (например, при выборе режима измельчения или реагентного режима флотации), оказывают прямое влияние на эффективность последующих металлургических процессов. Такой подход формирует системное производственное мышление и понимание интеграции процессов обогащения и металлургии.

Необходимо обеспечить наличие полного комплекта игровых материалов: игрового поля с отображением технологической схемы, карточек ролей с описанием профессиональных функций, карточек производственных ситуаций и рисков, ресурсных элементов, расчетных бланков, таблиц технологических коэффициентов, форм для фиксации показателей и оценочных листов. Организация пространства аудитории должна способствовать активному взаимодействию: рабочие зоны команд должны быть оборудованы так, чтобы все участники имели равный доступ к визуализации производственных параметров, расчетам и обсуждению решений.

Формирование команд рекомендуется осуществлять с учетом уровня подготовки обучающихся, их личностных особенностей и способности к взаимодействию. Методически оправдано распределение ролей таким образом, чтобы каждый участник выполнял конкретную профессиональную функцию (технолог, мастер смены, металлург, эколог, специалист по охране труда и др.), что способствует осознанию значимости индивидуальной ответственности в коллективном производственном процессе. Преподавателю следует стимулировать равномерную активность участников, предотвращать доминирование отдельных студентов и поддерживать конструктивный характер обсуждений.

Особое внимание необходимо уделять соблюдению принципов промышленной безопасности и экологической ответственности. В ходе игры целесообразно моделировать ситуации, связанные с технологическими отклонениями, аварийными рисками, превышением допустимых выбросов или нарушением техники безопасности, что позволяет формировать у обучающихся культуру безопасного производства и навыки предупреждения производственных рисков.

Реализация игры должна сопровождаться прозрачной и объективной системой оценивания по 100-балльной шкале. Критерии оценивания могут включать:

- технологическую эффективность (уровень извлечения меди, качество промежуточных продуктов, соответствие нормативам);
- точность и обоснованность расчетов;
- рациональность использования ресурсов;
- соблюдение требований промышленной безопасности и экологических стандартов;
- качество командного взаимодействия и аргументации решений;
- способность к анализу и корректировке допущенных ошибок.

Оценивание может включать текущий контроль по итогам каждого производственного этапа, промежуточный анализ принятых решений и итоговую диагностику сформированности профессиональных компетенций. Рекомендуется использовать чек-листы наблюдения, листы самооценки и взаимооценки, а также экспертную оценку преподавателя.

Методически целесообразно завершать игру этапом рефлексии, в ходе которого проводится анализ допущенных технологических ошибок, обсуждение альтернативных решений и сопоставление полученных результатов с реальными производственными нормативами и показателями действующих предприятий. Такой анализ способствует закреплению знаний, развитию критического и аналитического мышления, формированию профессиональной ответственности и осознанию экономической значимости технологических решений.

При регулярном использовании настольная игра может выполнять функции инструмента текущего контроля знаний, формы промежуточной или итоговой аттестации, средства междисциплинарной интеграции (обогащение, металлургия, экономика производства, охрана труда, экология), а также эффективного механизма подготовки студентов к учебной и производственной практике. Систематическое применение игры способствует формированию устойчивой профессиональной мотивации, развитию инженерного мышления и готовности обучающихся к реальной производственной деятельности в условиях современного металлургического предприятия.

КАРТОЧКИ ЗАДАНИЙ ОБОГАТИТЕЛЬНАЯ ФАБРИКА — ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

<p>Карточка 1 — Контроль крупности измельчения</p> <p>Ситуация: Крупность продукта превышает норму.</p> <p>А Увеличить время помола ☞ +3 извлечение ☞ -1 энергия В Увеличить подачу руды ☞ -2 извлечение С Оставить режим ☞ штраф -4 монеты D Провести ситовой анализ и корректировку ☞ +5 монет ☞ +2 качество ✔ Правильный ответ: D</p>	<p>Карточка 2 — Перерасход реагентов</p> <p>Ситуация: Расход коллектора увеличился на 20%.</p> <p>А Снизить дозировку ☞ +3 монеты В Игнорировать ☞ штраф -5 С Увеличить ещё ☞ -3 ресурса D Остановить процесс ☞ -2 времени ✔ Ответ: A</p>
<p>Карточка 3 — Плохая пена во флотации</p> <p>А Добавить пенообразователь ☞ +3 извлечение В Увеличить обороты ☞ -2 качество С Уменьшить воздух ☞ штраф -3 D Ничего не делать ☞ -4 извлечение ✔ Ответ: A</p>	<p>Карточка 4 — Потери меди в хвостах</p> <p>А Перефлотация ☞ +4 извлечение В Игнорировать ☞ штраф -6 С Ускорить процесс ☞ -3 качество D Снизить реагенты ☞ -2 извлечение ✔ Ответ: A</p>
<p>Карточка 5 — Высокая влажность концентрата</p> <p>А Увеличить фильтрацию ☞ +3 качество В Отправить сразу ☞ -5 качество С Добавить воду ☞ штраф -3 D Снизить нагрузку ☞ -1 прибыль ✔ Ответ: A</p>	<p>Карточка 6 — Износ футеровки мельницы</p> <p>А Плановый ремонт ☞ -2 монеты ☞ +5 стабильность В Продолжить работу ☞ штраф -6 С Увеличить загрузку ☞ -3 энергия D Остановить фабрику ☞ -4 времени</p>

	✓ Ответ: А
<p>Карточка 7 — Отказ насоса</p> <p>А Резервный насос ☞ +4 монеты</p> <p>В Игнорировать ☞ -5 извлечение</p> <p>С Снизить подачу ☞ -2 прибыль</p> <p>Д Остановить процесс ☞ -3 времени</p> <p>✓ Ответ: А</p>	<p>Карточка 8 — Срочный анализ</p> <p>А Экспресс-анализ ☞ +2 знания</p> <p>☞ +2 монеты</p> <p>В Отложить ☞ штраф -4</p> <p>С Использовать старые данные ☞ -3 извлечение</p> <p>Д Передать без анализа ☞ -5 качество</p> <p>✓ Ответ: А</p>
<p>Карточка 9 — Ошибка пробоотбора</p> <p>А Повторный отбор ☞ +3 качество</p> <p>В Игнорировать ☞ -5 баллов</p> <p>С Усреднить пробу ☞ -2 точность</p> <p>Д Передать технологу ☞ -1 время</p> <p>✓ Ответ: А</p>	<p>Карточка 10 — Переполнение хвостохранилища</p> <p>А Снизить подачу ☞ +3 безопасность</p> <p>В Игнорировать ☞ штраф -7</p> <p>С Увеличить слив ☞ -2 качество</p> <p>Д Продолжить работу ☞ -5 монет</p> <p>✓ Ответ: А</p>
<p>Карточка 11 — Проверка экологической инспекции</p> <p>А Подготовить отчёт ☞ +5 монет</p> <p>В Скрыть данные ☞ штраф -8</p> <p>С Отложить проверку ☞ -3 балла</p> <p>Д Игнорировать ☞ -6 монет</p> <p>✓ Ответ: А</p>	<p>Карточка 12 — Рост стоимости энергии</p> <p>А Оптимизировать режим ☞ +4 монеты</p> <p>В Игнорировать ☞ -5 прибыль</p> <p>С Увеличить мощность ☞ -3 энергия</p> <p>Д Остановить фабрику ☞ -4 времени</p> <p>✓ Ответ: А</p>
<p>Карточка 13 — Богатая руда</p> <p>А Оптимальный режим ☞ +6 монет</p> <p>☞ +3 извлечение</p> <p>В Ускорить процесс ☞ -2 качество</p>	<p>👤 VI. Карточки управления сменой</p> <p>Карточка 14 — Конфликт персонала</p> <p>А Распределить обязанности ☞ +3 командные баллы</p> <p>В Игнорировать ☞ -4 эффективность</p>

<p>С Снизить контроль ☞ -4 балла D Игнорировать ☞ -3 прибыль ✔ Ответ: А</p>	<p>С Остановить работу ☞ -3 время D Наказать сотрудников ☞ -2 мотивация ✔ Ответ: А</p>
<p>Карточка 15 — Перегрузка участка А Перераспределить нагрузку ☞ +4 стабильность В Ускорить работу ☞ -3 качество С Игнорировать ☞ -5 баллов D Остановить линию ☞ -2 прибыль ✔ Ответ: А</p>	<p>🏆 VII. Бонусные карточки (редкие) Карточка 16 — Инновационная технология ☞ +7 монет ☞ +3 извлечение ☞ бонус команды</p>
<p>Карточка 17 — Опытный технолог ☞ команда получает повторный ход.</p>	<p>Карточка 18 — Производственный рекорд ☞ удвоение баллов этапа.</p>
<p>🏆 VIII. Карточки аварий (Hard Mode) Карточка 19 — Падение извлечения А Срочная диагностика ☞ +4 извлечение В Игнорировать ☞ -8 баллов С Увеличить реагенты ☞ -3 ресурса D Остановить процесс ☞ -4 времени ✔ Ответ: А</p>	<p>Карточка 20 — Поломка флотационной машины А Ремонт ☞ -2 монеты ☞ +5 стабильность В Продолжить работу ☞ -7 качество С Увеличить нагрузку ☞ -4 энергия D Игнорировать ☞ -6 баллов ✔ Ответ: А</p>

<p>Карточка 1</p> <p>Контроль степени измельчения</p> <p>Производственная ситуация: После проведения ситового анализа установлено, что содержание класса $-0,074$ мм составляет 52 %, тогда как технологический регламент флотации требует не менее 65 %. Лаборатория сообщает о снижении извлечения меди и росте потерь в хвостах.</p> <p>Какое технологическое решение примет смена?</p> <p>А Увеличить время измельчения в шаровой мельнице</p> <p>↘ -2 Энергия</p> <p>💰 -1 Деньги</p> <p>★ +3 Качество концентрата</p> <p><input type="checkbox"/> +2 Извлечение</p> <p>☞ Повышается раскрытие минералов, но возрастает энергопотребление.</p> <p>В Увеличить подачу руды в мельницу</p> <p>↘ -3 Энергия</p> <p><input type="checkbox"/> -3 Извлечение</p> <p>💰 -2 Деньги</p> <p>☞ Перегрузка мельницы ухудшает раскрытие минералов.</p> <p>С Оставить режим без изменений</p> <p>★ -4 Качество</p> <p>💰 -4 Деньги</p> <p><input type="checkbox"/> -2 Реагенты (перерасход во флотации)</p> <p>☞ Потери меди продолжают расти.</p> <p>Д Оптимизировать загрузку мельницы и провести</p>	<p>Карточка 2</p> <p>Подбор реагентного режима флотации</p> <p>Производственная ситуация: Во флотационной камере наблюдается нестабильная пена. Анализ показал недостаточную гидрофобизацию медных минералов. Извлечение снизилось до 84 %.</p> <p>А Увеличить расход коллектора без лабораторного контроля</p> <p><input type="checkbox"/> -4 Реагенты</p> <p>💰 -3 Деньги</p> <p>★ +1 Качество</p> <p>☞ Возможен перерасход реагентов.</p> <p>В Провести экспресс-анализ рН и скорректировать дозировку реагентов</p> <p><input type="checkbox"/> +3 Знания</p> <p><input type="checkbox"/> +4 Извлечение</p> <p>💰 +3 Деньги</p> <p>★ +2 Качество</p> <p>☑ Оптимальное решение</p> <p>С Увеличить аэрацию флотационной машины</p> <p>↘ -2 Энергия</p> <p>★ -2 Качество</p> <p><input type="checkbox"/> -1 Извлечение</p> <p>☞ Возникает переаэрация.</p> <p>Д Игнорировать изменение режима</p> <p>💰 -5 Деньги</p> <p><input type="checkbox"/> -4 Извлечение</p> <p>★ -3 Качество</p>	<p>☉ Карточка 3</p> <p>Потери меди в хвостах</p> <p>Ситуация: Лабораторный анализ хвостов показал содержание меди 0,35 %, что превышает допустимые технологические нормы.</p> <p>А Выполнить перефлотацию хвостов</p> <p>↘ -1 Энергия</p> <p><input type="checkbox"/> +5 Извлечение</p> <p>💰 +4 Деньги</p> <p>★ +2 Качество</p> <p>☑ Правильное решение</p> <p>В Ускорить процесс флотации</p> <p>↘ -2 Энергия</p> <p><input type="checkbox"/> -3 Извлечение</p> <p>💰 -3 Деньги</p> <p>С Снизить расход реагентов</p> <p><input type="checkbox"/> +2 Реагенты</p> <p><input type="checkbox"/> -4 Извлечение</p> <p>★ -2 Качество</p> <p>Д Продолжить работу без изменений</p> <p>💰 -6 Деньги</p> <p><input type="checkbox"/> -5 Извлечение</p>
---	---	---

<p>оперативный гранулометрический контроль</p> <p><input type="checkbox"/> +2 Знания</p> <p>💰 +4 Деньги</p> <p><input type="checkbox"/> +4 Извлечение</p> <p>★ +2 Качество</p> <p>✓ Лучшее технологическое решение</p>		
<p>📇 Карточка Сгушение концентрата</p> <p>Ситуация: Перед фильтрацией влажность концентрата превышает норму. Возрастает расход топлива на плавке.</p> <p>А Увеличить время сгушения</p> <p>↘ -1 Энергия</p> <p>★ +3 Качество</p> <p>💰 +2 Деньги</p> <p>В Отрегулировать подачу флокулянта</p> <p><input type="checkbox"/> -1 Реагент</p> <p>💰 +5 Деньги</p> <p>★ +4 Качество</p> <p>✓ Лучший вариант</p> <p>С Подать концентрат без подготовки</p> <p>★ -5 Качество</p> <p>💰 -5 Деньги</p> <p>Д Разбавить пульпу водой</p> <p>💧 -3 Вода</p> <p>★ -3 Качество</p> <p>💰 -2 Деньги</p>	<p>🔧 Карточка Авария флотационной машины</p> <p>Ситуация: Снижение подачи воздуха из-за износа импеллера. Производительность падает.</p> <p>А Продолжить работу</p> <p><input type="checkbox"/> -5 Извлечение</p> <p>💰 -6 Деньги</p> <p>В Провести плановый ремонт</p> <p>💰 -2 Деньги</p> <p>⚙️ +5 Стабильность</p> <p><input type="checkbox"/> +3 Извлечение</p> <p>✓ Правильно</p> <p>С Увеличить нагрузку</p> <p>↘ -3 Энергия</p> <p>★ -3 Качество</p> <p>Д Остановить фабрику полностью</p> <p><input type="checkbox"/> -4 Время</p> <p>💰 -4 Деньги</p>	<p>🌿 Карточка Экологический контроль</p> <p>Ситуация: Повышенное содержание реагентов в оборотной воде.</p> <p>А Запустить систему очистки</p> <p>🌿 +5 Экология</p> <p>💰 +3 Деньги</p> <p>В Игнорировать</p> <p>🌿 -6 Экология</p> <p>💰 -7 Деньги</p> <p>С Увеличить слив воды</p> <p>💧 -3 Вода</p> <p>🌿 -3 Экология</p> <p>Д Снизить дозировку реагентов без анализа</p> <p><input type="checkbox"/> +2 Реагенты</p> <p><input type="checkbox"/> -3 Извлечение</p> <p>✓ Лучший вариант — А</p>
<p>Карточка — Перегрузка щековой дробилки</p> <p>Ситуация: Наблюдается рост крупности продукта дробления.</p>	<p>Карточка— Неравномерная подача руды</p> <p>Содержание меди колеблется от 0,6 до 1,4 %.</p>	<p>Карточка— Переизмельчение руды</p> <p>Повышено содержание шламов.</p> <p>А Уменьшить время</p>

<p>работает с перегрузкой, возрастает вибрация оборудования.</p> <p>А Снизить подачу руды ☉ +3 Стабильность 💰 +2 Деньги В Увеличить подачу ↘ -3 Энергия ★ -3 Качество С Игнорировать вибрацию 💰 -5 Деньги ☉ -4 Стабильность D Провести регулировку разгрузочной щели <input type="checkbox"/> +2 Знания <input type="checkbox"/> +3 Подготовка руды 💰 +4 Деньги ✔️ Правильный: D</p>	<p>А Усреднить руду на складе <input type="checkbox"/> +4 Извлечение 💰 +3 Деньги В Пуск без усреднения ★ -4 Качество С Увеличить производительность ↘ -3 Энергия D Игнорировать 💰 -6 Деньги ✔️ А</p>	<p>помола ★ +3 Качество 💰 +2 Деньги В Увеличить обороты мельницы ↘ -4 Энергия <input type="checkbox"/> -2 Извлечение С Ничего не менять ★ -5 Качество D Добавить воду 💧 -2 Вода ✔️ А</p>
<p>Карточка — Недостаточное раскрытие минералов</p> <p>А Увеличить загрузку шаров <input type="checkbox"/> +4 Извлечение В Снизить обороты ★ -2 Качество С Продолжить работу 💰 -4 Деньги D Провести контроль крупности <input type="checkbox"/> +2 Знания <input type="checkbox"/> +3 Извлечение 💰 +3 Деньги ✔️ D</p>	<p>Карточка — Износ футеровки мельницы</p> <p>А Плановый ремонт ☉ +5 Стабильность 💰 -2 Деньги В Игнорировать 💰 -7 Деньги С Увеличить нагрузку ↘ -3 Энергия D Остановить участок <input type="checkbox"/> -3 Время ✔️ А</p>	<p>Карточка — Пена быстро разрушается</p> <p>А Добавить пенообразователь <input type="checkbox"/> -1 Реагент <input type="checkbox"/> +4 Извлечение В Увеличить воздух ★ -3 Качество С Снизить реагенты <input type="checkbox"/> -3 Извлечение D Игнорировать 💰 -5 Деньги ✔️ А</p>
<p>Карточка — Загрязнение концентрата</p> <p>А Снизить интенсивность аэрации ★ +4 Качество В Увеличить обороты ↘ -3 Энергия С Добавить воду 💧 -2 D Продолжить процесс</p>	<p>Карточка — Низкое извлечение меди</p> <p>А Перенастроить реагентный режим <input type="checkbox"/> +5 Извлечение 💰 +4 Деньги В Увеличить производительность ★ -3 Качество С Снизить реагенты</p>	<p>Карточка — Перерасход реагентов</p> <p>А Провести лабораторный контроль <input type="checkbox"/> +3 Знания 💰 +4 Деньги В Увеличить дозировку <input type="checkbox"/> -4 Реагенты С Не менять режим 💰 -5 Деньги</p>

<p>★ -5 Качество ✓ A</p>	<p><input type="checkbox"/> +2 Реагенты <input type="checkbox"/> -4 Извлечение D Игнорировать 💰 -6 Деньги ✓ A</p>	<p>D Остановить флотацию <input type="checkbox"/> -3 Время ✓ A</p>
<p>Карточка — Потери меди в хвостах</p> <p>A Перефлотация <input type="checkbox"/> +6 Извлечение 💰 +5 Деньги B Игнорировать 💰 -7 Деньги C Ускорить процесс ★ -3 Качество D Снизить реагенты <input type="checkbox"/> -4 Извлечение ✓ A</p>	<p>Карточка — Медленное осаждение</p> <p>A Добавить флокулянт <input type="checkbox"/> -1 Реагент ★ +4 Качество B Увеличить воду ● -3 Вода C Игнорировать 💰 -5 Деньги D Увеличить подачу ★ -3 Качество ✓ A</p>	<p>Карточка — Переполнение сгустителя</p> <p>A Снизить нагрузку ⚙️ +3 Стабильность B Игнорировать 💰 -6 Деньги C Увеличить слив ● -3 Вода D Остановить линию <input type="checkbox"/> -3 Время ✓ A</p>
<p>Карточка — Загрязнение оборотной воды</p> <p>A Включить очистку 🌿 +5 Экология 💰 +3 Деньги B Игнорировать 🌿 -7 Экология C Разбавить водой ● -4 Вода D Снизить реагенты <input type="checkbox"/> -3 Извлечение ✓ A</p>	<p>Карточка — Пылеобразование на дроблении</p> <p>A Включить орошение 🌿 +4 Экология B Игнорировать 💰 -5 Деньги C Увеличить подачу ★ -2 Качество D Остановить работу <input type="checkbox"/> -2 Время ✓ A</p>	<p>Карточка — Перегрузка смены</p> <p>A Перераспределить персонал ⚙️ +4 Стабильность 💰 +3 Деньги B Игнорировать ★ -3 Качество C Ускорить процесс ⚡ -3 Энергия D Остановить участок <input type="checkbox"/> -3 Время ✓ A</p>

БЛОК 1 — ДРОБЛЕНИЕ

1. Перегрузка дробилки

A снизить подачу → ⚙️+3 💰+2

B увеличить подачу → ⚡-3 ★-2

C игнорировать → 💰-5

D регулировка щели → +2 +3 💰+4 ✓

2. Крупный продукт дробления

A повторное дробление → +3 ★+2 ✓

B ускорить линию → ⚡-2

C пропустить → ★-4

D увеличить загрузку → $\$-3$

3. Неравномерная руда

A усреднение → $\square+4$ $\$+3$ ✓

B работа без склада → $\star-3$

C увеличить скорость → $\leftarrow-3$

D игнорировать → $\$-6$

4. Пылеобразование

A орошение → $\text{☂}+4$ ✓

B игнорировать → $\text{☂}-5$

C увеличить дробление → $\leftarrow-2$

D остановка → $\square-2$

5. Износ футеровки

A ремонт → $\text{⚙}+5$ $\$-2$ ✓

B работа дальше → $\$-7$

C увеличить нагрузку → $\leftarrow-3$

D остановить фабрику → $\square-3$

6. Забивание грохота

A очистка → $\square+3$ $\$+2$ ✓

B увеличить подачу → $\star-3$

C игнорировать → $\$-5$

D остановка → $\square-2$

7. Низкая производительность

A регулировка → $\square+3$ ✓

B ускорение → $\leftarrow-2$

C игнорировать → $\$-4$

D снизить контроль → $\star-3$

8. Переполнение бункера

A перераспределить поток → $\text{⚙}+3$ $\$+2$ ✓

B игнорировать → $\$-6$

C остановить линию → $\square-2$

D ускорить подачу → $\star-2$

9. Высокая влажность руды

A подсушка → $\star+3$ $\$+2$ ✓

B игнорировать → $\square-3$

C увеличить дробление → $\leftarrow-2$

D ускорить → $\$-3$

10. Вибрация оборудования

А диагностика → ⚙+4 💰+3 ✓

В игнорировать → 💰-7

С увеличить мощность → ⚡-3

Д остановка → □-3

⚙ БЛОК 2 — ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ

11. Недостаточное раскрытие

А контроль крупности → □+2 □+4 ✓

В увеличить подачу → ★-3

С игнорировать → 💰-5

Д ускорить → ⚡-2

12. Переизмельчение

А сократить время → ★+3 💰+2 ✓

В увеличить обороты → ⚡-4

С игнорировать → ★-5

Д добавить воду → ●-2

13. Перегрузка мельницы

А снизить питание → ⚙+3 □+2 ✓

В ускорить → ⚡-3

С игнорировать → 💰-6

Д увеличить шары → ★-2

14. Низкая плотность пульпы

А корректировка воды → □+3 ★+2 ✓

В игнорировать → □-3

С увеличить реагенты → □-2

Д ускорить → ⚡-2

15. Износ шаров

А замена → ⚙+4 □+3 ✓

В игнорировать → 💰-6

С увеличить загрузку → ⚡-3

Д ускорить → ★-2

16. Рост энергозатрат

А оптимизация режима → 💰+4 ⚡+2 ✓

В игнорировать → 💰-5

С увеличить мощность → ↖-4
D остановить → □-3

17. Переполнение классификатора

А регулировка → □+3 ✓
В игнорировать → ☆-4
С ускорить → ↖-3
D остановка → □-2

18. Плохая циркуляция

А регулировка потока → □+4 💰+3 ✓
В игнорировать → 💰-5
С ускорить → ↖-3
D снизить контроль → ☆-3

19. Шламование

А изменить режим → ☆+3 □+2 ✓
В игнорировать → ☆-5
С увеличить воду → ●-3
D ускорить → ↖-2

20. Снижение производительности

А диагностика → □+2 ⚙+3 ✓
В игнорировать → 💰-5
С ускорить → ↖-3
D остановка → □-2

БЛОК 3 — ФЛОТАЦИЯ

1. Нестабильная пена → регулировка реагентов □-1 □+4 💰+3 ✓
2. Загрязнение концентрата → снизить аэрацию ☆+4 ✓
3. Потери меди → перефлотация □+6 💰+5 ✓
4. Перерасход реагентов → лабораторный контроль □+3 💰+4 ✓
5. Низкий pH → корректировка среды ☆+3 □+2 ✓
6. Высокий pH → регулировка □-1 ☆+3 ✓
7. Падение извлечения → оптимизация режима □+5 💰+4 ✓
8. Пена тяжёлая → регулировка воздуха ☆+3 ✓
9. Слабая минерализация → изменение дозировки □-1 □+3 ✓
10. Плохая селективность → корректировка реагентов ☆+4 💰+3 ✓
11. Перегрузка камер → перераспределение ⚙+3 ✓
12. Пена уходит в хвосты → регулировка уровня □+4 ✓
13. Избыточный воздух → снижение подачи ☆+3 ✓
14. Низкая аэрация → увеличение воздуха □+3 ✓

15. Засорение импеллера → очистка ⚙️+4 ✓
16. Снижение скорости → диагностика □+2 💰+3 ✓
17. Переполнение ванны → регулировка уровня ⚙️+3 ✓
18. Загрязнение воды → очистка 🧹+5 💰+3 ✓
19. Нестабильный концентрат → контроль лаборатории □+3 ★+3 ✓
20. Плохая гидрофобизация → корректировка реагентов □+4 ✓
21. Высокая зольность → снижение аэрации ★+3 ✓
22. Снижение скорости всплытия → корректировка реагентов □-1 □+3 ✓
23. Неустойчивый режим → стабилизация подачи ⚙️+3 ✓
24. Рост хвостов → перефлотация □+5 💰+4 ✓
25. Потери реагентов → оптимизация □+2 💰+3 ✓

🐾 БЛОК 4 — СГУЩЕНИЕ И ФИЛЬТРАЦИЯ (51–60)

26. Медленное осаждение → флокулянт □-1 ★+4 ✓
27. Переполнение → снизить нагрузку ⚙️+3 ✓
28. Высокая влажность → увеличить фильтрацию ★+4 💰+3 ✓
29. Потери воды → регулировка ●+3 💰+2 ✓
30. Плохая фильтрация → очистка фильтра ⚙️+3 ✓
31. Низкая плотность → корректировка ★+3 ✓
32. Забивание фильтра → промывка ⚙️+4 ✓
33. Потери концентрата → регулировка □+3 ✓
34. Слив концентрата → контроль уровня ★+3 ✓
35. Сбой сгустителя → ремонт ⚙️+5 💰-2 ✓

🧹 БЛОК 5 — ЭКОЛОГИЯ И ВОДООБОРОТ

36. Загрязнение воды → очистка 🧹+5 💰+3 ✓
37. Проверка инспекции → отчёт 💰+5 🧹+3 ✓
38. Пылеобразование → орошение 🧹+4 ✓
39. Переполнение хвостохранилища → снижение подачи 🧹+5 ⚙️+3 ✓
40. Утечка реагентов → локализация □-1 🧹+4 ✓
41. Высокий расход воды → оптимизация ●+4 💰+3 ✓
42. Засорение труб → очистка ⚙️+3 ✓
43. Рост выбросов → регулировка 🧹+4 💰+2 ✓
44. Потери оборотной воды → ремонт ●+5 ⚙️+3 ✓
45. Экологический аудит → подготовка 🧹+6 💰+4 ✓

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка и внедрение настольной игры с элементами геймификации по направлению «Металлургия и обогащение полезных ископаемых» представляет собой инновационный педагогический инструмент, ориентированный на модернизацию профессионального образования и повышение качества подготовки специалистов горно-металлургического профиля. В условиях стремительного технологического развития отрасли, цифровизации производственных процессов и ужесточения требований к экологической и промышленной безопасности особую значимость приобретает поиск эффективных методов обучения, способных обеспечить интеграцию теоретических знаний и практико-ориентированных навыков. Использование игровой модели обучения отвечает данным требованиям, так как позволяет воспроизводить реальные производственные процессы в образовательной среде, создавая условия для активного, осмысленного и мотивированного усвоения материала.

Концептуальной основой настольной игры является моделирование полного технологического цикла получения катодной меди — от добычи и подготовки сырья до металлургической переработки, рафинирования и получения готового продукта. В игровом формате последовательно отражаются ключевые этапы: дробление и измельчение руды, процессы обогащения (магнитная сепарация, флотация), подготовка концентрата к плавке, пирометаллургические операции, конвертирование, анодное и электролитическое рафинирование. Такое поэтапное воспроизведение технологической цепочки формирует у обучающихся системное представление о производстве, понимание причинно-следственных связей между технологическими параметрами, качеством исходного сырья и характеристиками конечного продукта.

Игровая модель ориентирована не только на закрепление знаний по профильным дисциплинам, но и на формирование профессиональных компетенций, предусмотренных образовательными стандартами. В ходе игры студенты анализируют химический состав руды и концентрата, рассчитывают содержание полезного компонента, определяют коэффициенты извлечения металла, оценивают производственные потери, прогнозируют влияние примесей на качество продукции. Особое внимание уделяется расчетам материального баланса, энергетических затрат и показателей эффективности производства. Таким образом, обучающиеся приобретают навыки инженерного анализа, развивают способность принимать технологически обоснованные решения и оценивать их последствия.

Дополнительным образовательным эффектом является формирование экологического мышления и понимания принципов устойчивого развития. В игровой процесс включены задания, связанные с оценкой выбросов, утилизацией отходов, рациональным использованием ресурсов и соблюдением требований промышленной безопасности. Карточки рисков моделируют аварийные ситуации, отклонения технологических режимов, изменения качества сырья или энергоснабжения. Участники должны оперативно реагировать на возникающие проблемы, корректировать стратегию производства и минимизировать экономические и экологические потери. Это способствует развитию профессиональной ответственности и навыков управления производственными рисками.

Существенным преимуществом настольной игры является внедрение элементов геймификации, которые повышают учебную мотивацию и вовлеченность обучающихся. Система баллов позволяет количественно оценивать эффективность

принятых решений и достигнутые результаты. Ролевое распределение (технолог, начальник смены, инженер по качеству, эколог, энергетик и др.) обеспечивает распределение ответственности и формирует навыки межпрофессионального взаимодействия. Соревновательный компонент стимулирует стремление к поиску оптимальных технологических решений, а механизмы обратной связи позволяют анализировать допущенные ошибки и корректировать действия в дальнейшем.

В отличие от традиционных лекционно-семинарских форм обучения, игровая модель активизирует познавательную деятельность, переводя обучающихся из позиции пассивных слушателей в позицию активных участников образовательного процесса. Происходит развитие критического и системного мышления, формирование способности работать с производственной информацией, сопоставлять альтернативные решения и аргументированно отстаивать собственную точку зрения. В процессе коллективной работы совершенствуются коммуникативные компетенции, навыки делового взаимодействия и командного принятия решений.

Методическая структура игры предполагает четкую организацию всех этапов ее проведения. Подготовительный этап включает постановку целей и задач, распределение ролей, инструктаж по правилам и критериям оценивания. Основной этап регламентирует последовательность технологических операций, порядок выполнения расчетов, условия начисления баллов и применения карточек рисков. Заключительный этап предусматривает обязательную рефлекссию, анализ достигнутых результатов, обсуждение допущенных ошибок и выявление наиболее эффективных стратегий. Такая структурированность обеспечивает управляемость процесса и позволяет интегрировать игру в систему текущего и итогового контроля знаний.

Настольная игра может использоваться в различных форматах: как элемент практического занятия, форма промежуточной аттестации, средство междисциплинарной интеграции или подготовительный этап к производственной практике. Ее применение особенно эффективно при изучении дисциплин, связанных с технологией металлургического производства, процессами обогащения полезных ископаемых, экономикой предприятия, промышленной безопасностью и экологией. Благодаря универсальности структуры игра может адаптироваться под различные уровни подготовки обучающихся и специфику образовательной программы.

Практическая значимость разработки заключается в создании безопасной образовательной среды, в которой студенты могут моделировать реальные производственные ситуации без риска материальных потерь и угрозы безопасности. Возможность анализа ошибок в условиях учебной симуляции способствует более глубокому пониманию технологических процессов и формированию устойчивых профессиональных навыков. При этом игровая модель обеспечивает сочетание обучающей, развивающей и контролирующей функций.

Таким образом, внедрение настольной игры с элементами геймификации в образовательный процесс по направлению «Металлургия и обогащение полезных ископаемых» способствует формированию комплексных профессиональных и универсальных компетенций, развитию инженерного мышления, аналитических способностей и управленческих навыков. Инновационный характер методики соответствует современным требованиям профессионального образования и ориентирован на подготовку конкурентоспособных специалистов, способных

эффективно работать в условиях высокотехнологичного и динамично развивающегося горно-металлургического производства.

Список литературы

1. Закон Республики Казахстан «Об образовании» от 27 июля 2007 года № 319-III с изменениями и дополнениями.
2. Профессиональный стандарт «Производство цветных металлов». – Приложение № 5 к приказу исполняющего обязанности Председателя Правления Национальной палаты предпринимателей Республики Казахстан «Атамекен» от 30.12.2022г. № 257.
3. Государственный общеобязательный стандарт технического и профессионального образования в редакции приказа Министра просвещения РК от 06.06.2023 № 161 (приложение 5).
4. Об утверждении Концепции развития дошкольного, среднего, технического и профессионального образования Республики Казахстан на 2023 - 2029 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2023 года № 249.
5. Единая программа воспитания «Адал азамат» Министерство просвещения Республики Казахстан 2025 год.
6. Атлас новых профессий и компетенций Казахстана Горно-металлургический комплекс.

Список литературы для педагогов

1. Адамов Э. В. Обогащение руд цветных и редких металлов. — М. : Недра, 1975. — 461 с.
2. Ванюков А. В., Уткин Н. И. Комплексная переработка медного и никелевого сырья : учебник для вузов. — Челябинск : Metallurgia, 1988. — 432 с.
3. Воскобойников В. Г. Общая металлургия : учебник для вузов. — М. : Metallurgia, 1987. — 496 с.
4. Лазаренков А. М. Охрана труда в металлургии : учебное пособие. — Минск : ИВЦ Минфина, 2024. — 588 с.
5. Лоскутов Ф. М., Цейдлер А. А. Расчеты по металлургии тяжелых цветных металлов. — М. : Metallurgizdat, 1948. — 384 с.
6. Суслина Л. А. Обогащение полезных ископаемых : учебное пособие. — Кемерово : КузГТУ им. Т. Ф. Горбачева, 2020. — 194 с. — ISBN 978-5-00137-184-?
7. Технологический регламент по получению катодной меди Балхашского медеплавильного завода. — Балхаш : Балхашский медеплавильный завод.
8. Уткин Н. И. Металлургия цветных металлов. — М. : Metallurgia, 1985. — 432 с.

Список литературы для студентов

9. Абрамов А. А. Флотационные методы обогащения : учебник. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Горная книга, 2016. — 595 с.
10. Басов А. И. Механическое оборудование обогатительных фабрик и заводов тяжёлых цветных металлов : учебник. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Metallurgia, 1986. — 368 с.
11. Богатырева Е. В., Соколов В. А., Стрижко Л. С., Киров С. С., Бобоев И. Р. Инженерные расчеты в металлургии : учебное пособие. — 2015. — 203 с. — ISBN 978-5-87623-867-2.
12. Колмачихина О. Б., Маковская О. Ю., Колмачихина Э. Б. [и др.] Расчеты по металлургии цветных металлов : учебно-методическое пособие / под общ. ред. О.

Б. Колмачихиной. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2025. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-3974-7.

13. Лебедева К. В. Охрана труда и техника безопасности в цветной металлургии : справочник. — М. : Металлургия, 1974. — 367 с.

14. Хайруллина Р. Т., Быстров С. В. Металлургия цветных металлов. — М. : МИСиС, 122 с.