



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

03.03.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ВЫПЛАВКА СТАЛИ И ФЕРРОСПЛАВОВ В ЭЛЕКТРОПЕЧАХ

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Цифровой анализ и управление высокоэффективными пиротехнологиями получения
материалов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

| | |
|---------------------|---|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материалообработки |
| Кафедра | Металлургии и химических технологий |
| Курс | 3 |
| Семестр | 5 |

Магнитогорск
2021 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий
10.02.2021, протокол № 5

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
03.03.2021 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук  М.В. Потапова

Рецензент:
Директор ООО "Шлаксервис", канд. техн. наук  А.Б. Великий

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Выплавка стали в конвертерах» являются: развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общепрофессиональной и профессиональной компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Выплавка стали в конвертерах входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Основы металлургического производства

Физика

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

Внеагрегатная обработка стали

Производственная - технологическая (проектно-технологическая) практика

Моделирование процессов и объектов в металлургии

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Выплавка стали в конвертерах» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
|----------------|--|
| ПК-1 | Способен выполнять технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке |
| ПК-1.1 | Осуществляет технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 114 акад. часов;
- аудиторная – 108 акад. часов;
- внеаудиторная – 6 акад. часов;
- самостоятельная работа – 66,3 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - курсовая работа, экзамен

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|---|---------|--|-----------|-------------|---------------------------------|--|---|-----------------|
| | | Лек. | лаб. зан. | практ. зан. | | | | |
| 1. Содержание курса | | | | | | | | |
| 1.1 Введение: структура производства черных металлов и задачи сталеплавильного производства, предмет дисциплины, учебно-методические материалы | 4 | 3 | | | 5 | Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками | Промежуточный зачет | |
| 1.2 Устройство современного конвертера: геометрия рабочего пространства, футеровка, корпус, опорное кольцо, механизмы поворота. Системы подачи кислорода, шлакообразующих, раскисляющих и легирующих материалов. Газоотводящий тракт. Разновидности систем охлаждения и очистки | | 3 | | | 7,2 | Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками | Промежуточный зачет | |
| 1.3 Свойства металлургических расплавов: чугуна, стали и шлаков. Температурный режим в металлургических агрегатах | | 4 | 8/7,2И | | 6,9 | Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками | Устный опрос | |

| | | | | | | | | |
|--|---|---|---|------|----|---|----------------------------|--|
| <p>1.4 Классическая технология выплавки стали в конвертерах: понятие «Технология» и «Классическая технология». Технологические инструкции, их назначение и структура. Первая операция выплавки стали в конвертерах - осмотр и подготовка агрегата и его систем к работе. Задачи, обязанности персонала, виды работ по восстановлению рабочего слоя футеровки, продолжительность операции</p> | | 4 | 4 | | 10 | <p>Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками</p> | Контрольная работа 1 | |
| <p>1.5 Загрузка лома: назначение и требования к проведению операции. Характеристика лома: химический состав, сопутствующие материалы, габариты. Подача лома к конвертеру, способы загрузки, продолжительность операции. Подача первой порции шлакообразующих материалов: вид и количество материала, система загрузки,</p> | | 4 | 6 | | 6 | <p>Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками</p> | Контрольная работа 1 | |
| <p>1.6 Заливка чугуна: задача и способы проведения, продолжительность операции. Химический состав и температура чугуна, миксерный шлак. Средства транспортировки чугуна. Миксерное отделение, миксеры, ковши миксерного типа, машины для скачивания шлака. Обработка чугуна перед заливкой. Состояние конвертерной</p> | 5 | 4 | | 2/2И | 2 | <p>Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками</p> | Устный опрос | |
| <p>1.7 Продувка как основная технологическая операция. «Зажигание» плавки, положение фурмы и режим подачи присадок во время продувки. Комплекс физико-химических и тепловых процессов: дутьевой, шлаковый и тепловой режимы продувки. Продолжительность</p> | | 8 | | 4 | | <p>Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками</p> | Защита лабораторной работы | |

| | | | | | | | |
|---|----|---------|----------|------|--|----------------------------|--|
| 1.8 «Повалка» конвертера. Способы отбора проб металла и шлака, замер температуры. МЗПП. Время ожидания анализа. Вы-пуск металла, роль сталевыпускного отверстия. Отсечка шлака. Раскисление и легирование стали. Роль струи металла. Время выпуска. Слив шлака, продолжительность | 8 | | 10 | 0,6 | Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками | Защита лабораторной работы | |
| 1.9 Изменение состава металла по ходу продувки: начало продувки – состав чугуна, лома, средний состав металлошихты. Основные реакции окислительного рафинирования. Остаточные содержания химических элементов. Роль количества шлака. Коэффициенты распределения и степень | 6 | | 6 | 6 | Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками | Контрольная работа 2 | |
| 1.10 Изменение состава шлака по ходу продувки: SiO ₂ , MnO, FeO (Feобщ, ΣFeO), CaO, MgO. Роль оксидов железа. Явления «выбросов» и «сворачивания» шлака | 4 | | 6/4,4И | 20,3 | Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками | Контрольная работа 2 | |
| 1.11 Материальный и тепловой балансы конвертерной плавки. Характеристика статей балансов | 6 | | 8/8И | 2,3 | Изучение учебной, научной и справочной литературы по теме дисциплины. Работа с электронными библиотеками | Контрольная работа 2 | |
| Итого по разделу | 54 | 18/7,2И | 36/14,4И | 66,3 | | | |
| Итого за семестр | 36 | | 36/14,4И | 31,2 | | экзамен,кр | |
| Итого по дисциплине | 54 | 18/7,2И | 36/14,4И | 66,3 | | курсовая работа, экзамен | |

5 Образовательные технологии

С целью реализации компетентностного подхода, а также формирования и развития профессиональных навыков обучающихся реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- формирование и развитие профессиональных навыков обучающихся на лабораторных занятиях.

В изложении лекционного материала и при проведении обучающихся на лабораторных занятиях предполагается переход от репродуктивных методов обучения к частично поисковым и исследовательским методам, развивающим логическое, теоретическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование методов эвристических вопросов и брэйнсторминга (мозговой атаки).

Самостоятельная работа студентов должна быть направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к лабораторным занятиям, подготовку к итоговой аттестации.

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов активного обучения студентов, включающего в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении учебных проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем студентами под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- инструктаж студентов по составлению таблиц, схем, графиков с проведением последующего их анализа;
- применение рекомендаций по составлению тезисов и конспектов по прочитанному материалу;
- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация альтернативных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости;
- использование заданий для самостоятельной работы с избыточными данными.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная

система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90165> (дата обращения: 19.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Ивлев, С.А. Металлургические технологии. Metallurgy чёрных металлов : учебное пособие / С.А. Ивлев, М.П. Ключев. — Москва : МИСИС, 2017. — 45 с. — ISBN 978-5-906846-57-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108106> (дата обращения: 19.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Лузгин, В. П. Теория и технология металлургии стали: Энергетика, технология и экология сталеплавильных процессов : учебное пособие / В. П. Лузгин, К. Л. Косырев, О. А. Комолова. — Москва : МИСИС, 2010. — 67 с. — ISBN 978-5-87623-319-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2061>

3. Расчет параметров плавки стали в современной дуговой печи : учебное пособие / В. А. Бигеев, М. В. Потапова, А. В. Пантелеев и др. ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1555.pdf&show=dcatalogues/1/1124790/1555.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Колесников, Ю. А. Расчет плавки стали в кислородном конвертере с верхней подачей дутья : учебное пособие / Ю. А. Колесников, А. М. Столяров ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 49 с. : ил., схемы, табл., граф., эскизы, черт. - ISBN 978-5-9967-1165-9. — URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3632.pdf&show=dcatalogues/1/1524778/3632.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

Периодическая печать (журналы):

1. Научно-технический и научно-производственный журнал "Известия Высших Учебных Заведений. Черная Металлургия". — URL: <https://fermet.misis.ru/jour/index>

2. Научно-технический и производственный журнал «Металлург». — URL: <http://www.metallurgizdat.com/index.php>

3. Научно-технический, производственный и учебно-методический журнал «Производство проката». — URL: http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=7

4. Научный журнал «Сталь». — URL: <http://www.imet.ru/STAL/>

5. Научно-технический и производственный журнал «Чёрная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации». — URL: <https://chermetinfo.elpub.ru/jour>

6. Научный журнал «Чёрные металлы». — URL: <https://www.rudmet.ru/catalog/journals/5/>

7. Journal of Chemical technology and metallurgy (журнал химической технологии и металлургии). — URL: <https://dl.uctm.edu/journal/web/home>

8. Научный журнал «Вестник МГТУ им. Г.И. Носова». — URL: <http://vestnik.magtu.ru/>

9. Специализированный научно-технический журнал «Литейное производство. — URL: <http://www.foundrymag.ru/>

10. Научно-технический журнал «Литейщик России». — URL: <http://www.ruscastings.ru/work/396/6988>

11. Ежемесячный научно-технический и производственный журнал «Металловедение и термическая обработка металлов». — URL: <http://mitom.folium.ru/>

12. Ежемесячный рецензируемый производственный, научно-технический и учебно-методический журнал "Технология металлов". — URL:

14. Научно-технический журнал «Моделирование и развитие процессов обработки металлов давлением». – URL: <https://omd-club.com/>

15. Журнал «Теория и технология металлургического производства». – URL: <http://tmp.magtu.ru/ru/>

в) Методические указания:

Колесников Ю.А., Буданов Б.А., Столяров А.М. Металлургические технологии в высокопроизводительном конвертерном цехе: - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|--|------------------------------|------------------------|
| MS Windows 7 Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| FAR Manager | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|--|--|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» | https://dlib.eastview.com/ |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | URL: https://scholar.google.ru/ |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам | URL: http://window.edu.ru/ |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: http://www1.fips.ru/ |

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Вопросы для самопроверки представлены в виде практико-ориентированных заданий для выполнения расчетов по применению численных методов для оценки использования производственных и технологических данных. Также вопросы для самопроверки представлены теоретическими вопросами, требующие развернутого устного ответа, позволяющие проверить уровень усвоения знаний и освоения общих и профессиональных компетенций по дисциплине.

По дисциплине «Электрометаллургия стали и сплавов» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

Перечень контрольных вопросов к устному опросу и экзамену:

1. Когда и кем было открыто явление электрической дуги?
2. Какую вместимость имеет ДСП ПАО «ММК»?
3. Какое оборудование предназначено для заливки жидкого чугуна в печь?
4. Какие задачи решаются при вакуумировании стали?
5. Какие преимущества имеет вариант расположения основных агрегатов ЭСПЦ в здании бывшего мартеновского цеха?
6. Какие недостатки имеет вариант расположения основных агрегатов ЭСПЦ в здании бывшего мартеновского цеха?
7. Какое оборудование расположено во вспомогательном пролете ЭСПЦ?
8. Где размещен шихтовый участок ЭСПЦ?
9. Какие задачи решаются в процессе выплавки стали в ДСП?
10. Какие материалы входят в состав металлической шихты ДСП?
11. Что относится к шлакообразующим материалам?
12. Какие окислители применяются в ДСП?
13. В каком виде применяются раскислители и легирующие материалы?
14. Каковы могут быть потери железа при плавки стали в ДСП?
15. По каким реакциям происходит окисление железа?
16. Какова степень окисления кремния по ходу плавки в ДСП?
17. Из каких периодов состоит плавка стали в современной ДСП?

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

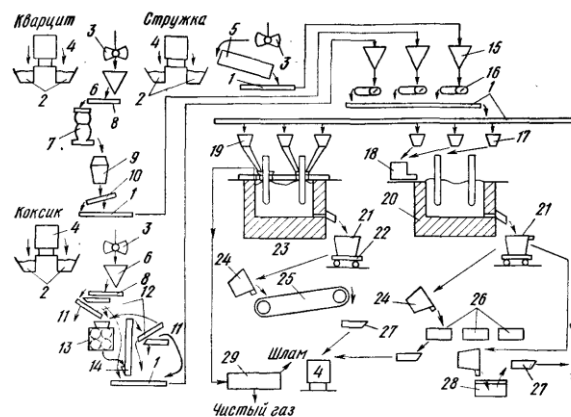
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|--|---|
| ПК-1 Способен выполнять технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке | | |
| ПК-1.1 | Осуществляет технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке | Примерные теоретические вопросы: Роль ферросплавного производства в металлургии. Классификация способов производства ферросплавов. Шихтовые материалы, используемые в производстве ферросплавов. Производство углеродистого ферромарганца. Производство низкоуглеродистого ферромарганца. Производство металлического марганца. Производство феррохрома. Производство низкоуглеродистого феррохрома. Производство феррованадия. Производство ферросилиция. Производство ферроникеля. |

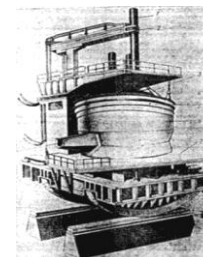
| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|

Примерные практические задания при сдаче экзамена:

1. Составить технологическую последовательность производства углеродистого ферромарганца с указанием используемого оборудования
2. Определить типы ферросплавов по представленным образцам
3. Описать технологию производства ферросплава по представленной схеме. Дать расшифровку позиций.



4. Описать конструкцию и принцип действия представленного оборудования



б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электрометаллургия стали и сплавов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач