



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

20.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕОРИЯ РАСПЛАВОВ***

Направление подготовки (специальность)  
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы  
Технология литейных процессов

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

|                     |   |
|---------------------|---|
| Институт/ факультет | Институт металлургии, машиностроения и материалообработки |
| Кафедра             | Литейных процессов и материаловедения                     |
| Курс                | 4   |

Магнитогорск  
2024 год

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

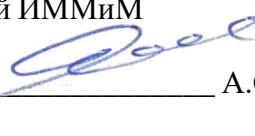
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

08.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой  Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

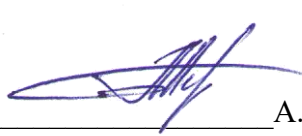
20.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ЛПИМ, д-р техн. наук  В.П. Чернов

Рецензент:

зав. кафедрой ПЭиБЖД, канд. техн. наук  А.Ю. Перятинский

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Н.А. Феоктистов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью учебной дисциплины "Теория расплавов" является овладение студентами знаниями по вопросам строения жидких расплавов, их свойств и их связи со свойствами в твердом состоянии.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Теория расплавов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Математика

Физика

Физическая химия

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

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория расплавов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции   |
|----------------|--|
| ПК-2           | Способен контролировать выполнение технологических процессов и принимать решения по устранению причин их нарушений |
| ПК-2.1         | Обладает теоретическими знаниями основ и практическими навыками производства литых изделий из различных материалов |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 8,4 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 95,7 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

– подготовка к зачёту – 3,9 акад. час

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины  | Курс | 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. Введение  |      |  |           |             |                                 |  |   |                 |
| 1.1 Значение теории плавления и строения жидких металлов, сплавов и шлаков | 4    | 0,5  |           |             | 12                              | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций | Самоконтроль  | ПК-2.1          |
| Итого по разделу   |      | 0,5  |           |             | 12                              |  |   |                 |
| 2. Строение и характеристика свойств твердых металлов и сплавов            |      |  |           |             |                                 |  |   |                 |
| 2.1 Строение твердых тел   | 4    | 0,25   |           |             | 10                              | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций | Самоконтроль  | ПК-2.1          |
| 2.2 Строение реальных металлов и сплавов                                   |      | 0,25   |           |             | 7,3                             | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций | Самоконтроль  | ПК-2.1          |
| Итого по разделу   |      | 0,5  |           |             | 17,3                            |  |   |                 |
| 3. Нагрев и плавление металлов   |      |  |           |             |                                 |  |   |                 |
| 3.1 Процессы, происходящие в металлах при нагреве                          | 4    |  |           |             | 10                              | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций | Самоконтроль  | ПК-2.1          |
| 3.2 Плавление металлов   |      |  |           |             | 5                               | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций | Самоконтроль  | ПК-2.1          |

|   |   |      |  |   |    |  |                                |        |
|---|---|------|--|---|----|--|--------------------------------|--------|
| Итого по разделу                                  |   |      |  |   | 15 |  |                                |        |
| 4. Модели строения расплавов металлов и сплавов   |   |      |  |   |    |  |                                |        |
| 4.1 Модели на основе строения газов               | 4 |      |  |   | 10 | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций                                   | Самоконтроль                   | ПК-2.1 |
| 4.2 Модели на основе сходства с твердыми телами   |   | 0,25 |  |   | 5  | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций                                   | Самоконтроль                   | ПК-2.1 |
| Итого по разделу                                  |   | 0,25 |  |   | 15 |  |                                |        |
| 5. Свойства сплавов в жидком и твердом состояниях |   |      |  |   |    |  |                                |        |
| 5.1 Теплофизические свойства                      | 4 | 0,25 |  |   | 5  | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций, выполнение практического задания | Проверка практического задания | ПК-2.1 |
| 5.2 Кинетические свойства                         |   |      |  | 1 | 5  | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций, выполнение практического задания | Проверка практического задания | ПК-2.1 |
| 5.3 Поверхностные свойства                        |   |      |  | 2 | 5  | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций, выполнение практического задания | Проверка практического задания | ПК-2.1 |
| Итого по разделу                                  |   | 0,25 |  | 4 | 15 |  |                                |        |
| 6. Шлаки и оксидные расплавы                      |   |      |  |   |    |  |                                |        |
| 6.1 Общая характеристика шлаков                   | 4 |      |  |   | 5  | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций                                   | Проверка контрольной работы    | ПК-2.1 |
| 6.2 Строение шлаков                               |   | 0,25 |  |   | 5  | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций                                   | Самоконтроль                   | ПК-2.1 |

|                                       |  |      |   |      |  |                      |        |
|---------------------------------------|--|------|---|------|--|----------------------|--------|
| 6.3 Физико-химические свойства шлаков |  |      | 2 | 5    | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций, выполнение практического задания | Практическое задание | ПК-2.1 |
| 6.4 Взаимодействие металла и шлака    |  | 0,25 |   | 6,4  | Изучение технической литературы, чтение конспекта лекций, выполнение практического задания | Самоконтроль         | ПК-2.1 |
| Итого по разделу                      |  | 0,5  | 2 | 21,4 |  |                      |        |
| Итого за семестр                      |  | 2    | 6 | 95,7 |  | зачёт                |        |
| Итого по дисциплине                   |  | 2    | 6 | 95,7 |  | зачет                |        |

## **5 Образовательные технологии**

На первом занятии следует детально рассказать об образовательных целях и задачах изучения дисциплины. Следует представить структуру курса и программу его изуче-с указанием первоисточников. Поэтапно описать способы достижения заданных результатов-целей. Дать информацию об объеме практических занятий и об условиях сдачи экзамена.

Лекции проходят в традиционной форме. Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной самостоятельной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

На практических занятиях студенты совместно с преподавателем по индивидуальным заданиям разбирают практические задания, предусмотренные в ходе изучения дисциплины.

## **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. Пикунов, М.В. Теоретические основы литейных процессов : учебное пособие / М.В. Пикунов, Т.А. Базлова, С.В. Матвеев. — Москва : МИСИС, 2009. — 99 с. — ISBN 978-5-87623-285-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117027> (дата обращения: 20.01.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. 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: 20.01.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Термодинамика, кинетика и расчеты металлургических процессов / С.Н. Падерин, Д.И. Рыжонков, Г.В. Серов [и др.]. — Москва : МИСИС, 2010. — 235 с. — ISBN 978-5-87623-312-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117022> (дата обращения: 14.01.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Михалина, Е.С. Термодинамика и кинетика металлургических процессов : учебное по-сobie / Е.С. Михалина, А.Л. Петелин. — Москва : МИСИС, 2011. — 56 с. — ISBN 978-5-87623-461-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117017> (дата обращения: 20.01.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Серов, Г.В. Процессы получения и обработки материалов: теория и расчеты металлургических процессов и систем : учебное пособие / Г.В. Серов. — Москва : МИСИС, 2017. — 118 с. — ISBN 978-5-906847-76-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105289> (дата обращения: 20.01.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Белов, В.Д. Литейное производство : учебник / В.Д. Белов ; под редакцией



**в) Методические указания:**

1. Чернов В.П. Теория расплавов [Электронный ресурс]: Учебное пособие для практических работ / В.П. Чернов - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск.гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2016. - 79 с.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:****Программное обеспечение**

| Наименование ПО             | № договора                   | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007          | бессрочно              |
| 7Zip                        | свободно распространяемое 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»                  | <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>                          |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)   | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a> |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar)   | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>                     |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам                             | URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                               |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>                                 |

## **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;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

По дисциплине «Теория расплавов» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

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

**На практических занятиях** каждый обучающийся получает индивидуальное задание в виде состава сплава и шлака и для этих составов определяет:

- температуру ликвидус и солидус на основе анализа двойных диаграмм состояния;
- физические свойства сплава в твердом и жидком состояниях (молярная масса, плотность, коэффициент термического расширения, вязкость, поверхностное натяжение);
- теплофизические свойства (теплоемкость, теплота плавления, теплопроводность, свободный объем, доля разупорядоченной зоны при различных температурах);
- составы безусадочных сплавов для заданной системы элементов на принципе равенства плотностей в жидком и твердом состояниях;
- физические и теплофизические свойства шлака;
- равновесное содержание фосфора в металле;
- равновесное содержание серы в металле.

**Вопросы для самоконтроля обучающихся:**

1. Строение твердых тел
2. Типы кристаллических решеток
3. Плотность упаковки кристаллов
4. Что такое координационное число ?
5. Химическая связь в кристаллах
6. Дефекты кристаллической решетки
7. Анизотропия
8. Предплавление
9. Характер плавления вещества
10. Отличие и сходство жидких и твердых тел.
11. Температура плавления металлов.
12. Плотность.
13. Изменение теплоемкости.
14. Изменение электропроводности.
15. Изменение теплопроводности.
16. Теории плавления.
17. Строение жидкости по модели жестких сфер.
18. Дырочная теория строения жидкости.
19. Кластерная модель строения жидкости.
20. Строение жидкости по модели сиботаксисов.
21. Квазиполикристаллическая модель жидкости.
22. Ближний порядок.
23. Диффузия.
24. Вязкость жидких металлов плотность.
25. Теплоемкость.
26. Теплосодержание.
27. Поверхностная энергия.
28. Электрическое сопротивление.
29. Коэффициент термического расширения.
30. Молекулярная теория строения шлаков.

31. Строение шлака по теории совершенных ионных растворов.
32. Строение шлака по теории регулярных ионных растворов.
23. Строение силикатных расплавов.
33. Строение стекла.
34. Плотность оксидных расплавов.
35. Вязкость оксидных расплавов.
36. Факторы, влияющие на вязкость шлаков.
37. Теплоемкость оксидных расплавов.
38. Электропроводность оксидных расплавов.
39. Теплопроводность оксидных расплавов.
40. Распределение фосфора между металлом и шлаком.
41. Распределение серы между металлом и шлаком.

### **Контрольная работа**

#### **Перечень вопросов для контрольной работы:**

1. Провести сравнительный анализ на предмет отличий и сходства жидких и твердых тел.
2. Охарактеризовать анизотропию. Описать сущность этого явления.
3. Определить составы безусадочных сплавов для заданной преподавателем системы элементов на принципе равенства плотностей в жидком и твердом состояниях.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала; выполнения домашних заданий.

**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы указаны в разделах 3 и 4.

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

| Структурный элемент компетенции   | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства  |
|---|--|---|
| <b>ПК-2: Способен контролировать выполнение технологических процессов и принимать решения по устранению причин их нарушений</b> |  |   |
| 2.1   | Обладает теоретическими знаниями основ и практическими навыками производства литых изделий из различных материалов | <p style="text-align: center;"><b>Вопросы для зачета:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Типы кристаллических решеток</li> <li>2. Плотность упаковки кристаллов</li> <li>3. Что такое координационное число ?</li> <li>4. Химическая связь в кристаллах</li> <li>5. Дефекты кристаллической решетки</li> <li>6. Анизотропия</li> <li>7. Предплавление</li> <li>8. Характер плавления вещества</li> <li>9. Отличие и сходство жидких и твердых тел</li> <li>10.Строение твердых тел.</li> <li>1. Температура плавления металлов.</li> <li>2. Плотность.</li> <li>3.Изменение теплоемкости.</li> <li>4. Изменение электропроводности.</li> <li>5. Изменение теплопроводности.</li> <li>6. Теории плавления.</li> <li>7. Строение жидкости по модели жестких сфер.</li> <li>8.Дырочная теория строения жидкости.</li> <li>9. Кластерная модель строения жидкости.</li> <li>10. Строение жидкости по модели сиботаксисов.</li> <li>11. Квазиполикристаллическая модель жидкости.</li> <li>12. Ближний порядок.</li> <li>13. Диффузия.</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства   |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
|                                 |                                 | <p>14. Вязкость и плотность жидких металлов.<br/> 15. Теплоемкость.<br/> 16. Теплосодержание.<br/> 17. Поверхностная энергия.<br/> 18. Электрическое сопротивление.<br/> 19. Коэффициент термического расширения.<br/> 20. Молекулярная теория строения шлаков.<br/> 21. Строение шлака по теории совершенных ионных растворов.<br/> 22. Строение шлака по теории регулярных ионных растворов.<br/> 23. Строение силикатных расплавов.<br/> 24. Строение стекла.<br/> 25. Плотность оксидных расплавов.<br/> 26. Вязкость оксидных расплавов.<br/> 27. Факторы, влияющие на вязкость шлаков.<br/> 28. Теплоемкость оксидных расплавов.<br/> 29. Электропроводность оксидных расплавов.<br/> 30. Теплопроводность оксидных расплавов.<br/> 31. Распределение фосфора между металлом и шлаком.<br/> 32. Распределение серы между металлом и шлаком.</p> <p style="text-align: center;"><b>Примерный перечень практических заданий к зачету:</b></p> <p>Преподаватель выдает индивидуальное задание в виде состава сплава и шлака и для этих составов:<br/> - Определить метод исследования при определении свойств расплавов.<br/> Определить на основе заданного химического состава:</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства  |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
|                                 |                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- мольную массу сплава (шлака);</li> <li>- плотность сплава (шлака);</li> <li>- удельную теплоемкость сплава (шлака);</li> <li>- теплоту плавления сплава (шлака);</li> <li>- электропроводность сплава (шлака);</li> <li>- теплопроводность сплава (шлака);</li> <li>- коэффициент термического расширения сплава.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Решение комплексной задачи<br/>(практическое задание на зачете)</b><br/><i>Пример комплексной задачи</i></p> <p>На основе заданного состава сплава (шлака):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Выбрать метод для определения его свойств (например, анализ двойных диаграмм для определения температуры ликвидус и солидус);</li> <li>- определить свойства с использованием этих методов.</li> <li>- Применять принцип равенства плотностей в жидком и твердом состояниях для получения безусадочного сплава для определенной системы элементов;</li> <li>- Рассчитать равновесное содержание фосфора и серы в металле.</li> </ul> |

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

Аттестация по дисциплине «Теория расплавов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и сдачи практических работ.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме вопросам, включающим 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания зачета:**

на оценку «зачтено» обучающийся должен показать высокий уровень знания материала по дисциплине не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и продемонстрировать интеллектуальные навыки решения проблем, нахождения уникальных ответов, вынесения критических суждений; продемонстрировать знание и понимание законов дисциплины, умение оперировать этими знаниями в профессиональной деятельности;

на оценку «не зачтено» обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации по дисциплине, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, умение критически оценивать свои личностные качества, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков.