

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Кузнецова Эмилия Васильевна  
Должность: Исполнительный директор  
Дата подписания: 10.12.2025 21:30:06  
Уникальный программный ключ:  
01e1762d0c8e29c265b7a093e027b08786

ЧАСТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ БИЗНЕСА И УПРАВЛЕНИЯ»

Рассмотрено и одобрено на заседании

Ученого совета Протокол № 8 от 17

апреля 2023 года, с изменениями и  
дополнениями, одобренными протоколами  
Ученого совета №23/24-02 от 26 января  
2024 года, №25/6 от 21 апреля 2025 года,  
№25/11 от 28 ноября 2025 года

УТВЕРЖЕНО



Проректор по учебно-воспитательной  
работе и качеству образования

Ю.Н.Паничкин

«28» ноября 2025 года

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Дополнительные главы физики»

Направление подготовки **23.03.01 ТЕХНОЛОГИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ**

Направленность  
подготовки (профиль) **«Организация перевозок и безопасность движения»**

Уровень программы **бакалавриат**

Форма обучения **очная**

Рязань 2025 г.

## 1. Общие положения

Дисциплина «Дополнительные главы физики» относится к факультативной части учебного плана, входящего в состав образовательной программы высшего образования 23.03.01 - Технология транспортных процессов (профиль - Организация перевозок и безопасность движения).

Нормативно-методической базой для разработки рабочей программы учебной дисциплины «Дополнительные главы физики» являются:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ;

- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 06.04.2021 г. № 245;

- Приказ Министерства труда и социальной защиты от 08.09.2014 № 616н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по логистике на транспорте»;

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 23.03.01 «Технология транспортных процессов» (уровень бакалавриат), утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 07.08.2020 № 911;

- Учебные планы ОПОП ВО 23.03.01 «Технология транспортных процессов» направленность (профиль) «Организация перевозок и безопасность движения» по очной форме обучения, одобренные Ученым советом РИБИУ (протокол № 23/2 от 23 августа 2023)

Обучение по образовательной программе 23.03.01 - Технология транспортных процессов (профиль - Организация перевозок и безопасность движения) осуществляется на русском языке.

## 2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы                          | Всего академических часов |
|---|---------------------------|
|   | очная форма               |
| <b>Контактная работа с преподавателем*:</b> | <b>68,25</b>              |
| лекции (Л)                                  | 16                        |
| практические занятия (ПЗ)                   | 28                        |
| лабораторные работы (ЛР)                    | 24                        |
| иные виды контактной работы                 | 0,25                      |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>  | <b>3,75</b>               |
| изучение теоретического курса               | 1                         |
| подготовка к текущему контролю              | 1                         |
| подготовка к промежуточной аттестации       | 1,75                      |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b>        | <b>зачет</b>              |
| <b>Общая трудоемкость</b>                   | <b>2/72</b>               |

\*Контактная работа обучающихся с преподавателем, в том числе с применением дистанционных образовательных технологий, включает занятия лекционного типа, и (или) занятия семинарского типа, и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающегося с преподавателем, а также аттестационные

испытания промежуточной аттестации. Контактная работа может включать иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Часы контактной работы определяются Положением об организации и проведении контактной работы при реализации образовательных программ высшего образования, утвержденным Ученым советом РИБИУ от 25 февраля 2020 года.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются знания, умения, владения и/или опыт деятельности, характеризующие этапы/уровни формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы в целом.

**Цель освоения дисциплины** - обучить грамотному и обоснованному применению накопленных в процессе развития фундаментальной физики экспериментальных и теоретических методик при решении прикладных и системных проблем, связанных с профессиональной деятельностью.

#### **Задачи дисциплины:**

- познакомить с фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач;
- сформировать навыки применения положений фундаментальной физики для грамотного научного анализа ситуаций, с которыми бакалавру придется сталкиваться при создании или использовании новой техники и новых технологий;
- научить применять основные физические теории и методы, позволяющие описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий и методов для решения задач профессиональной деятельности;
- познакомить с компьютерными методами обработки результатов.

**Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей общепрофессиональной компетенции:**

**ОПК-1** - Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей

#### **В результате изучения дисциплины обучающийся должен: знать:**

- основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях;
- основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;
- фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки;
- назначение и принципы действия важнейших физических приборов **уметь:**
- объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий;
- указать, какие физические законы описывают данное явление или эффект;
- работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории;
- использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных;
- использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа при решении конкретных естественнонаучных и технических задач;

#### **владеть:**

- навыками использования основных общепрофессиональных законов и принципов в важнейших практических приложениях;
- навыками применения основных методов физико-математического анализа для

решения естественнонаучных задач;

- навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории;
- навыками обработки и интерпретирования результатов эксперимента;
- использования методов физического моделирования в профессиональной деятельности.

#### 4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к факультативным дисциплинам учебного плана, что позволяет сформировать в процессе обучения у бакалавра основные общепрофессиональные знания и компетенции в рамках выбранного профиля и профессионального стандарта.

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин ОПОП и написания выпускной квалификационной работы.

##### *Перечень обеспечивающих, сопутствующих и обеспечиваемых дисциплин*

| Обеспечивающие | Сопутствующие                   | Обеспечиваемые                                       |
|----------------|---------------------------------|--|
| Математика     | Сопротивление материалов        | Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена |
| Физика         | Гидравлика и гидро-пневмопривод |  |
|                | Дополнительные главы математики |  |
|                | Теоретическая механика          |  |
|                | Теплотехника                    |  |

Указанные связи дисциплины дают обучающемуся системное представление о комплексе изучаемых дисциплин в соответствии с ФГОС ВО, что обеспечивает требуемый теоретический уровень и практическую направленность в системе обучения и будущей деятельности выпускника.

#### 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов

##### 5.1. Трудоемкость разделов дисциплины

##### **очная форма обучения**

| № п/п                     | Наименование раздела дисциплины                   | Л         | ПЗ        | ЛР        | Всего контактной работы | Самостоятельная работа |
|---------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-------------------------|------------------------|
| 1                         | Межмолекулярное взаимодействие                    | 4         | 8         | 8         | 20                      | 1                      |
| 2                         | Формирование полос сдвига и мартенсита деформации | 6         | 10        | 8         | 24                      | 0,5                    |
| 3                         | Низкотемпературный ядерный синтез                 | 6         | 10        | 8         | 24                      | 0,5                    |
| <b>Итого по разделам:</b> |   | <b>16</b> | <b>28</b> | <b>24</b> | <b>68</b>               | <b>4</b>               |
| Промежуточная аттестация  |   | х         | х         | х         | 0,25                    | 1,75                   |
| <b>Всего</b>              |   | <b>72</b> |           |           |                         |                        |

##### 5.2. Темы и формы занятий семинарского типа

Учебным планом по дисциплине предусмотрены практические и лабораторные занятия

| № | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Форма проведения занятия | Трудоемкость, час |
|---|--|--------------------------|-------------------|
|   |  |                          | очная             |

|               |   |  |           |
|---------------|---|--|-----------|
| 1             | Раздел 1. Межмолекулярное взаимодействие                    | <i>практическая работа № 1</i> Силы Ван-дер-Ваальса <i>практическая работа № 2</i>   | 8         |
|               |   | Реальные газы  |           |
|               |   | лабораторная работа (работа в малых группах)   | 8         |
| 2             | Раздел 2. Формирование полос сдвига и мартенсита деформации | <i>практическая работа №3</i> Основные положения кристонной модели формирования полос сдвига   | 10        |
|               |   | лабораторная работа (работа в малых группах)   | 8         |
| 3             | Раздел 3. Низкотемпературный ядерный синтез                 | <i>практическая работа №4</i> Основные понятия <i>практическая работа №5</i> Теоретическое обоснование низкотемпературного ядерного синтеза) | 10        |
|               |   | лабораторная работа (работа в малых группах)   | 8         |
| <b>Итого:</b> |   |  | <b>52</b> |

### 5.3. Детализация самостоятельной работы

| №             | Наименование раздела дисциплины (модуля)                    | Вид самостоятельной работы  | Трудоемкость, час |
|---------------|---|---|-------------------|
|               |   |   | очная             |
| 1             | Раздел 1. Межмолекулярное взаимодействие                    | Подготовка к практическим занятиям - решение задач по теме.<br>Подготовка к тестовому контролю              | 1                 |
| 2             | Раздел 2. Формирование полос сдвига и мартенсита деформации | Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка к практическим занятиям - решение задач по теме | 0,5               |
| 3             | Раздел 3. Низкотемпературный ядерный синтез                 | Подготовка к опросу по темам лабораторных работ, подготовка к практическим занятиям - решение задач по теме | 0,5               |
| 4             | Промежуточная аттестация                                    | Подготовка к зачету   | 1,75              |
| <b>Итого:</b> |   |   | <b>3,75</b>       |

### 5.4. Содержание занятий лекционного типа

#### 1. Межмолекулярное взаимодействие.

1.1. *Силы Ван-дер-Ваальса.* Виды межмолекулярных сил притяжения и отталкивания. Потенциалы межмолекулярного взаимодействия.

1.2. *Реальные газы.* Уравнение Ван-дер-Ваальса, изотермы уравнения Ван-дер-Ваальса, внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса.

#### 2. Формирование полос сдвига и мартенсита деформации.

2.1. *Основные положения кристонной модели формирования полос сдвига.* Кристон как носитель сдвига, устойчивость кристонов, критическое напряжение генерации кристонов.

2.2. *Мартенсит деформации*. Формирование нанокристалла мартенсита деформации при контактном взаимодействии на примере ГЦК решетки.

### **3. Низкотемпературный ядерный синтез.**

3.1. *Основные понятия*. Состав ядра, сильное взаимодействие, кулоновское отталкивание, история развития представлений о низкотемпературном ядерном синтезе.

3.2. *Эксперименты по наблюдению низкотемпературного ядерного синтеза*. Низкотемпературный ядерный синтез в клетках живого организма, низкотемпературный ядерный синтез в электролитической ячейке.

3.3. *Теоретическое обоснование низкотемпературного ядерного синтеза*. Ядерные реакции, условия наблюдения.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

### **6.1 Общие методические рекомендации по освоению дисциплины, образовательные технологии**

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде института (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При проведении учебных занятий по дисциплине обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплины в форме курса, составленного на основе результатов научных исследований, проводимых институтом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- *балльно-рейтинговая технология оценивания;*
- *электронное обучение;*
- *проблемное обучение.*

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости. Максимальное количество баллов в семестре - 100.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

**Результат обучения считается сформированным (повышенный уровень)**, если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний, использует в ответе дополнительный материал; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом

баллов от 86 до 100, что соответствует повышенному уровню сформированности результатов обучения.

**Результат обучения считается сформированным (пороговый уровень),** если теоретическое содержание курса освоено полностью; при устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий, качество их выполнения оценено числом баллов от 61 до 85,9, что соответствует пороговому уровню сформированности результатов обучения.

**Результат обучения считается несформированным,** если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже 61, что соответствует допороговому уровню.

## **6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала. Возможно ведение конспекта лекций в виде интеллект-карт.

## **6.3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

## **6.4 Методические указания по подготовке к контрольным мероприятиям**

Текущий контроль осуществляется в виде устных, тестовых опросов по теории, тестирования. При подготовке к опросу студенты должны освоить теоретический материал по темам, выносимым на этот опрос.

При подготовке к аудиторной контрольной работе студентам необходимо повторить материал лекционных и практических занятий по отмеченным преподавателям темам.

## **6.5 Методические указания для самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль в контроле за работой студентов и магистрантов).

Самостоятельная работа студентов в вузе является важным видом их учебной и научной деятельности. Самостоятельная работа играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. В связи с этим, обучение в вузе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части - процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому самостоятельная работа должна стать эффективной и целенаправленной работой студентов.

*Формы самостоятельной работы* бакалавров разнообразны. Они включают в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;

В процессе изучения дисциплины *основными видами самостоятельной работы* являются:

- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям и практическим занятиям)
- самостоятельная работа над отдельными темами учебной дисциплины в соответствии с учебно-тематическим планом;
- подготовка докладов;
- выполнение контрольной работы обучающимися заочной формы
- подготовка к зачетному мероприятию.

*Подготовка докладов* по выбранной тематике предполагает подбор необходимого материала и его анализ, определение его актуальности и достаточности, формирование плана доклада, таким образом, чтобы тема была полностью раскрыта. Изложение материала должно быть связным, последовательным, доказательным. Способ изложения материала для выступления должен носить конспективный или тезисный характер. Подготовленная в PowerPoint презентация должна иллюстрировать доклад и быть удобной для восприятия.

Самостоятельное выполнение *тестовых заданий* по всем разделам дисциплины сформированы в фонде оценочных средств (ФОС).

Данные тесты могут использоваться:

- бакалаврами при подготовке к зачету с оценкой в форме самопроверки знаний;
- преподавателями для проверки знаний в качестве формы промежуточного контроля на практических занятиях;

Тестовые задания рассчитаны на самостоятельную работу без использования вспомогательных материалов. То есть при их выполнении не следует пользоваться учебной и другими видами литературы.

Для выполнения тестового задания, прежде всего, следует внимательно прочитать поставленный вопрос. После ознакомления с вопросом следует приступить к прочтению предлагаемых вариантов ответа. Необходимо прочитать все варианты и в качестве ответа следует выбрать индекс (цифровое обозначение), соответствующий правильному ответу.

На выполнение теста отводится ограниченное время. Оно может варьироваться в зависимости от уровня тестируемых, сложности и объема теста. Как правило, время выполнения тестового задания определяется из расчета 45-60 секунд на один вопрос.

Содержание тестов по дисциплине ориентировано на подготовку бакалавров по основным вопросам курса. Уровень выполнения теста позволяет преподавателям судить о ходе самостоятельной работы студентов в межсессионный период и о степени их подготовки к экзамену.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлены в «Фонде оценочных средств по дисциплине»**

### **7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

| Формируемые компетенции | Вид и форма контроля |
|-------------------------|----------------------|
|-------------------------|----------------------|



|   |  |
|---|--|
| <b>ОПК - 1</b> - способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей | <b>Промежуточный контроль:</b> контрольные вопросы к зачету<br><b>Текущий контроль:</b> опрос, выполнение практических работ, защита задач, тестирование |
|---|--|

## 7.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Для проверки хода и качества усвоения учебного материала, стимулирования учебной работы обучающихся и совершенствования методики преподавания рекомендуется проводить текущий контроль на всех видах учебных занятий путем выборочного или фронтального опроса.

На практических занятиях рекомендуется применять различные формы и методы контроля: устный опрос, фронтальный контроль как теоретических знаний путем проведения собеседований, так и умений, и навыков путем наблюдения за выполнением заданий самостоятельной работы.

Текущий и промежуточный контроль по изучаемой дисциплине осуществляется преподавателями согласно кафедральной системе рейтинговой оценки качества освоения дисциплины.

Устный опрос (УО) позволяет оценить знания и кругозор студента, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. УО обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя, т.к. при непосредственном контакте создаются условия для его неформального общения со студентом. Воспитательная функция УО имеет ряд важных аспектов: нравственный, дисциплинирующий (систематизация материала при ответе), дидактический (лучшее запоминание материала при интеллектуальной концентрации), эмоциональный и др. Обучающая функция УО состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту. УО обладает также мотивирующей функцией: правильно организованное собеседование, может стимулировать учебную деятельность студента, его участие в научной работе.

### **Контроль знаний осуществляется по следующим направлениям:**

*Входной контроль знаний студента*

Цель контроля: выявить наиболее слабо подготовленных студентов.

Рекомендации: студентам выдать темы, которые необходимо им проработать для дальнейшего успешного изучения дисциплины.

*Текущий контроль знаний студента*

Текущий контроль знаний студента осуществляется по вопросам, составленным преподавателем по прошедшим темам.

Цель контроля: проверка усвоения рассмотренных тем студентом. При текущем контроле успеваемости акцент делается на установлении подробной, реальной картины студенческих достижений и успешности усвоения ими учебной программы на данный момент времени.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины. Подобный контроль помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений, в некоторых случаях - даже формирование определенных профессиональных компетенций.

### **Шкала оценивания тестов**

(за правильный ответ дается 1 балл)

«незачет» - 60% и менее «зачет» - 61-100%

## **7.2.1 Методические рекомендации по проведению зачета/экзамена**

### **1. Цель проведения**

Основной целью проведения зачета/экзамена является определение степени достижения целей по учебной дисциплине или ее разделам. Осуществляется это проверкой и оценкой уровня теоретических знаний, полученных студентами, умения применять их к решению практических задач, степени овладения студентами компетенций в объеме требований рабочей программы по дисциплине, а также их умение самостоятельно работать с учебной литературой.

### **2. Форма проведения**

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине в соответствии с учебным графиком является зачет/экзамен.

### **3. Метод проведения**

Зачет/экзамен проводится по билетам либо без билетов по перечню вопросов.

Зачет/экзамен допускается проводить с помощью технических средств контроля (компьютерное тестирование), а также методом индивидуального собеседования, в ходе которого преподаватель ведет со студентом обсуждение одной проблемы или вопроса изученной дисциплины (части дисциплины). При собеседовании допускается ведение дискуссии, аргументированное отстаивание своего решения (мнения). При необходимости могут рассматриваться дополнительные вопросы и проблемы, решаться задачи и примеры.

### **4. Критерии допуска студентов к зачету/экзамену**

В соответствии с требованиями руководящих документов и согласно Положению о текущем контроле знаний и промежуточной аттестации студентов института, к зачету/экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы.

### **5. Организационные мероприятия**

#### **5.1. Назначение преподавателя, принимающего зачет/экзамен**

Зачет/экзамен принимается лицами, которые читали лекции по данной дисциплине. Решением заведующего кафедрой определяются помощники основному экзаменатору из числа преподавателей, ведущих в данной группе практические занятия, а если лекции по разделам учебной дисциплины читались несколькими преподавателями, то определяется состав комиссии для приема зачета/экзамена.

#### **5.2. Конкретизация условий, при которых студенты освобождаются от сдачи зачета/экзамена (основа - результаты рейтинговой оценки текущего контроля).**

По представлению преподавателя, ведущего занятия в учебной группе, заведующий кафедрой может освободить от сдачи зачета/экзамена студентов, показавших отличные и хорошие знания по результатам рейтинговой оценки текущего контроля.

**Количество одновременно находящихся экзаменуемых в аудитории.** В аудитории, где принимается зачет/экзамен, может одновременно находиться студентов из расчета не более пяти на одного преподавателя. В случае проведения зачета/экзамена с помощью технических средств контроля в аудитории допускается количество студентов, равное количеству компьютеров в аудитории.

**Время, отведенное на подготовку ответа по билету,** не должно превышать: для зачета/экзамена в письменной форме - 20 минут, для компьютерного тестирования - по 2 мин на вопрос. По истечению данного времени после получения билета (вопроса) студент должен быть готов к ответу.

**Организация практической части зачета/экзамена.** Практическая часть организуется так, чтобы обеспечивалась возможность проверить умение студентов применять теоретические знания при решении практических заданий. Она проводится путем постановки экзаменуемым отдельных задач, упражнений, заданий, требующих практических действий по решению заданий. Каждый студент выполняет задание самостоятельно путем производства расчетов, решения задач, работы с документами и др. При выполнении заданий студент отвечает на дополнительные вопросы, которые может ставить экзаменатор.

### **Действия преподавателя на зачете/экзамене.**

Студенту на экзамене разрешается брать один билет.

Во время испытания промежуточной аттестации для подготовки к ответу студенты не могут пользоваться рабочими программами учебных дисциплин, а также необходимым нормативными документами.

Использование материалов, не предусмотренных указанным перечнем, а также попытка общения с другими студентами или иными лицами, в том числе с применением электронных средств связи, несанкционированные преподавателем перемещение по аудитории и т.п. не разрешается и являются основанием для удаления студента из аудитории.

Задача преподавателя на зачете/экзамене заключается в том, чтобы внимательно заслушать студента, предоставить ему возможность полностью изложить ответ. Заслушивая ответ и анализируя методы решений практических заданий, преподаватель постоянно оценивает, насколько полно, системно и осмысленно осуществляется ответ, решается практическое задание.

Считается бестактностью прерывать ответ студента, преждевременно давать оценку его ответам и действиям.

В тех случаях, когда ответы на вопросы или практические действия были недостаточно полными или допущены ошибки, преподаватель после ответов студентом на все вопросы задает дополнительные вопросы с целью уточнения уровня освоения дисциплины. Содержание индивидуальных вопросов не должно выходить за рамки рабочей программы. Если студент затрудняется сразу ответить на дополнительный вопрос, он должен спросить разрешения предоставить ему время на подготовку и после подготовки отвечает на него.

### **7.2.2 Шкала и критерии оценивания на зачете**

| <b>Критерии</b>              | <b>Оценка</b>  |   |
|------------------------------|--|---|
|                              | <b>«зачтено»</b>   | <b>«не зачтено»</b>   |
| Объем                        | Твердые знания в объеме основных вопросов, в основном правильные решения практических заданий, освоены все компетенции | Нет твердых знаний в объеме основных вопросов, освоены не все компетенции |
| Системность                  | Ответы на вопросы в пределах учебного материала, вынесенного на контроль.  | Нет ответов на вопросы учебного материала, вынесенного на контроль.       |
| Осмысленность                | Допускает незначительные ошибки при ответах и практических действиях.  | Допускает значительные ошибки при ответах и практических действиях.       |
| Уровень освоения компетенций | Осваиваемые компетенции сформированы   | Осваиваемые компетенции не сформированы                                   |

### **7.3 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах**

#### **их формирования, описание шкал оценивания**

#### **7.3.1. Пятибалльная шкала для текущего контроля, для промежуточного контроля в форме экзамена, зачета с оценкой.**

##### **Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы.**

«5» (*отлично*) - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных

связей. Ответ изложен литературным языком в терминах науки, показана способность быстро реагировать на уточняющие вопросы;

«4» (*хорошо*) - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью «наводящих» вопросов;

«3» (*удовлетворительно*) - дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

«2» (*неудовлетворительно*) - студент демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

#### **Критерии оценки выполнения практических заданий:**

«5» (*отлично*). Выполнены все задания практических работ, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (*хорошо*). Выполнены все задания практических работ, обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (*удовлетворительно*). Выполнены все задания практических работ с замечаниями, обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (*неудовлетворительно*).

#### **Критерии оценки выполнения тестовых заданий**

5» (*отлично*). Даны верные ответы не менее, чем на 86% тестовых заданий

Обучающийся на высоком уровне

- способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально историческом, этическом и философском контекстах.

«4» (*хорошо*). Даны верные ответы не менее, чем на 71% тестовых заданий.

«3» (*удовлетворительно*). Даны верные ответы не менее, чем на 51% тестовых заданий.

«2» (*неудовлетворительно*). Даны верные ответы менее, чем на 51% тестовых заданий.

#### **Критерии оценки подготовки докладов, сообщений:**

«5» (*отлично*). Обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

«4» (*хорошо*). Обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

«3» (*удовлетворительно*). Обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает недостаточно свободное владение монологической речью, терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

«2» (*неудовлетворительно*). Обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет

отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

Успешность изучения дисциплины предполагает две составляющие. Первая составляющая - усредненная оценка, полученная студентом по итогам текущего контроля. Вторая составляющая - оценка знаний студента по итогам промежуточного контроля. Усредненный итог двух частей балльной оценки освоения дисциплины выставляется в ведомость и зачетную книжку обучающегося.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в ФОС по данной дисциплине.

### **7.3.2. Двухбалльная шкала оценивания (зачтено/не зачтено) для текущего контроля и промежуточного контроля в форме зачета.**

**Критерии оценивания выполнения заданий в тестовой форме на зачете (промежуточный контроль формирования компетенций):**

По итогам выполнения тестовых заданий оценка производится по двухбалльной шкале. При правильных ответах на:

61-100% заданий - оценка *«зачтено»*;

менее 61% заданий - оценка *«не зачтено»*.

**Критерии оценивания устного ответа на контрольные вопросы опроса (текущий контроль формирования компетенции):**

*«зачтено»* - дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки.

*«не зачтено»* - обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем, отказывается отвечать на занятии.

**Критерии оценивания докладов и презентаций (текущий контроль формирования компетенции):**

*«зачтено»* - работа выполнена в соответствии с требованиями, выбранная тема раскрыта, материал актуален и достаточен, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

*«не зачтено»* - обучающийся не подготовил работу или подготовил работу, не отвечающую требованиям, ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на конкретные вопросы.

**Критерии оценивания защиты лабораторных работ (текущий контроль формирования компетенции):**

*«зачтено»* - обучающийся решил поставленные задачи, связанные с обеспечением безопасности дорожного движения на транспорте.

*«не зачтено»* - обучающийся не решил поставленные задачи, связанные с обеспечением безопасности дорожного движения на транспорте.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы представлены в ФОС по данной дисциплине.

## **7. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### Контрольные вопросы к зачету (текущий контроль)

1. Что называют межмолекулярным взаимодействием?
2. Перечислите все виды межмолекулярных сил притяжения.
3. Как зависит от расстояния потенциальная энергия ориентационного межмолекулярного взаимодействия?
4. О каком взаимодействии идет речь в случае притяжения полярной и неполярной молекулы?
5. Как называют силы притяжения, которые обычно превосходят другие виды сил притяжения на порядок и даже два?
6. Как зависит от расстояния сила межмолекулярного отталкивания?
7. Чему равна сила взаимодействия молекул, на расстоянии, соответствующем минимуму потенциальной энергии?
8. Запишите уравнение Ван-дер-Ваальса. Сформулируйте причины, вызвавшие необходимость введения поправок в уравнение состояния идеального газа.
9. За какие эффекты отвечают постоянные  $L$  в уравнении Ван-дер-Ваальса?
10. Постройте семейство реальных изотерм. Отметьте участки однофазных и двухфазных состояний.
11. Каким образом рассчитываются критические параметры системы?
12. Объясните устаревшее понятие «абсолютный газ». Почему его ввели?
13. Как называется эффект, с помощью которого можно существенно понизить температуру в системе и достичь критических параметров.
14. Понятие «кристаллическая решетка», схемы ГЦК и ОЦК решеток.
15. Что такое дислокация и вектор Бюргерса?
16. Запишите вектора Бюргерса полных дислокаций для ГЦК и ОЦК решеток.
17. Перечислите плоскости «легкого» скольжения для ГЦК и ОЦК кристаллов.
18. Дайте определение фактора Шмида, какова роль этого фактора в выборе систем скольжения?
19. Дайте определение упругой и неупругой деформации, упругого и контактного взаимодействия.
20. Источник Франка-Рида, барьер Ломера-Коттрелла, обобщенный источник Франка-Рида.
21. Ристон, вектор Бюргерса кристона.
22. Критерий Франка для устойчивости кристона.
23. Различие условий образования мартенсита охлаждения, напряжения и деформации.
24. Сценарии формирования кристаллов мартенсита деформации.
25. Атомное ядро «составили» из  $N$  нуклонов (масса каждого нуклона равна  $m$ ). Чему равны масса и удельная энергия связи ядра?
26. Чем отличаются изобары от изотопов?
27. Почему прочность ядер уменьшается у тяжелых элементов?
28. Как и во сколько раз изменится число ядер радиоактивного вещества за время, равное трем периодам полураспада?
29. По какому закону изменяется со временем активность нуклида?
30. Как объясняется  $\alpha$ -распад на основе квантовой теории?
31. Как изменится положение химического элемента в Периодической системе элементов после двух  $\alpha$ -распадов ядер его атомов? после последовательных одного  $\alpha$ -распада и двух  $\beta$ -распадов?
32. Изменится ли химическая природа элемента при испускании его ядром  $\gamma$ -кванта?
33. Какие явления сопровождают прохождение гамма-излучения через вещество и в чем их суть?
34. Под действием каких частиц ( $\alpha$ -частиц, нейтронов) ядерные реакции более эффективны? Почему?

35. Объясните выброс нейтрино (антинейтрино) при  $\rho^*$ -распадах.
36. По каким признакам классифицируются ядерные реакции?
37. Запишите схему  $e^-$ -захвата. Что сопровождает  $e^-$ -захват? В чем его отличие от  $\rho^+$ -распадов?
38. Что представляет собой реакция деления ядер? Примеры.
39. Охарактеризуйте нейтроны деления. Какие они бывают?
40. В результате какой реакции происходит превращение ядер  ${}^2_{13}\text{Z}$  в ядра Рн? Каковы ее перспективы?
41. Что можно сказать о характере цепной реакции деления, если: 1)  $k > 1$ ; 2)  $k = 1$ ; 3)  $k < 1$ ?

### **Примеры задач, выносимые на практические работы (текущий контроль)**

*Задачи решаются по вариантам, номер варианта соответствует последней цифре шифра студента*

#### **Вариант 1**

42. Какой ток плазмы необходимо поддерживать в токамаке с параметрами  $R = 5$  м,  $a = 1,5$  м и полем на оси 5 Тл?
43. Чему равна скорость дрейфа плазмы во внешнем скреп слое токамака с параметрами  $R = 5$  м,  $a = 0,5$  м и полем на оси 5 Тл, при напряженности азимутального электрического поля  $E = 50$  В/см?

#### **Вариант 2**

44. Какие неустойчивости стабилизирует медный кожух толщиной 1,5 см.?
45. Чему равен коэффициент боровской диффузии на внешнем обводе тороидальной магнитной ловушки с параметрами  $R = 1,5$  м,  $a = 0,5$  м и полем на оси 3,5 Тл при температуре плазмы 100 эВ?

#### **Вариант 3**

46. Какая сила действует на каждую из 16 катушек тороидального поля в токамаке  $R = 3$  м,  $a = 1$  м,  $B = 2$  Тл?
47. С какой длиной волны надо использовать гиротроны для нагрева плазмы в установке с магнитным полем 3 Тл.?

#### **Вариант 4**

48. Найти силу, действующую на расположенный в центральном горизонтальном сечении токамака на расстоянии 1 м от тороидальной оси токоподвод длиной 20 см с током 5 кА при токе в плазме 500 кА.
49. Какой частоты возмущения замороженной в магнитное поле установки стабилизирует стенка вакуумной камеры из нержавеющей стали толщиной 15 мм (сопротивление нерж. стали в 70 раз больше сопротивления меди)?

#### **Вариант 5**

50. На какой длине волны надо нагревать ионы дейтерия в плазме токамака с магнитным полем 3,5 Тл?
51. Какую мощность дополнительного нагрева плазмы пучком нейтронов надо ввести в токамак с  $n = 10^{14}$  см $^{-3}$ ,  $R = 5$  м для создания тока 5 МА?

### Вариант 6

52. Найти энергию инжекции нейтральных атомов дейтерия для нагрева плазмы в токамаке с  $a = 1$  м и  $n = 5 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$

53. Какую мощность дополнительного нагрева плазмы пучком нейтралов надо ввести в токамак с  $n = 2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$ ,  $R = 1,5$  м,  $a = 0,5$  м для нагрева плазмы на 10 кэВ?

### Вариант 7

54. Что больше и во сколько примерно раз: энергия, содержащаяся в термоядерной плазме токамака или запасенная в магнитном поле?

55. Какой предельный ток можно поддерживать в токамаке с параметрами  $R = 6$  м,  $a = 2$  м,  $H = 5$  Тл?

56. Как изменятся радиационные потери энергии из изотермической термоядерной плазмы при увеличении среднего заряда ионов в ней в 2 раза и таком же уменьшении температуры?

### Задания в тестовой форме (текущий контроль)

#### Фрагмент тестовых заданий к разделу «Межмолекулярное взаимодействие»

*К силам межмолекулярного притяжения относятся (выберите один или несколько правильных ответов)*

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| a) ориентационные    | d) дисперсионные |
| b) интерференционные | e) дифракционные |
| c) индукционные      |                  |

*Потенциальная энергия межмолекулярного притяжения зависит от расстояния по закону*

- |              |             |             |
|--------------|-------------|-------------|
| a) $r^{-12}$ | c) $r^{-8}$ | e) $r^{-4}$ |
| b) $r^{-10}$ | d) $r^{-6}$ |             |

*Силы притяжения двух неполярных молекул называют*

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| a) ориентационные    | d) дисперсионные |
| b) интерференционные | e) дифракционные |
| c) индукционные      |                  |

*Сила межмолекулярного отталкивания зависит от расстояния по закону*

- |              |              |             |
|--------------|--------------|-------------|
| a) $r^{-15}$ | c) $r^{-11}$ | e) $r^{-6}$ |
| b) $r^{-13}$ | d) $r^{-8}$  |             |

*Как называется формула наиболее часто используемая для расчета потенциальной энергии межмолекулярного взаимодействия?*

- a) потенциал Леннарда-Джонса
- b) уравнение Менделеева - Клайперона
- c) потенциал диполя
- d) уравнение Эйнштейна
- e) потенциал Морзе

*Поправка  $\gg^1$  в уравнении Ван-дер-Ваальса отвечает за*

- a) это поправка к давлению, связанная с наличием сил притяжения
- b) это поправка к объему, связанная с наличием собственного объема молекул газа
- в) это поправка к давлению, связанная с наличием сил отталкивания
- г) это поправка к давлению, связанная с наличием сил межмолекулярного взаимодействия

*Изотерма газа Ван-дер-Ваальса при температуре выше критической имеет вид а)*

- а) монотонной функции без точки перегиба б) монотонной функции с точкой перегиба
- в) немонотонной функции с одним экстремумом г) немонотонной функции с двумя экстремумами

*При температуре 50° С в жидкую фазу можно перевести*

- а) углекислый газ б) кислород



- в) соляную кислоту г) гелий

*Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса определяется*

- а) только температурой  
б) температурой и объемом  
в) температурой и давлением  
г) температурой, объемом и давлением

*Газ Ван-дер-Ваальса при расширении охлаждается, если*

- а) силы притяжения превышают силы отталкивания  
б) силы отталкивания превышают силы притяжения  
в) всегда  
г) никогда

*Устройство для сжигания газа, разработанное П.Л. Капицей называется*

- а) турбодетандером в) дроссель  
б) турбиной г) нет специального названия

### Тестовые задания (фрагмент) к разделу

#### «Формирование полос сдвига и мартенсита деформации» (текущий контроль)

*Для плоскости (111) в ГЦК кристалле вектор Бюргерса полной дислокации это*

- а) [112] б) [11-2] в) [1-12] г) [-112]

*Линия пересечения плоскостей скольжения (11-1) и (111) в ГЦК кристалле это*

- а) [110] б) [10-1] в) [1-10] г) [-100]

*Согласно критерию Франка кристон будет устойчив, если угол между векторами Бюргерса взаимодействующих систем будет*

- а) острым в) прямым  
б) тупым г) от угла не зависит

*Стандартная ориентировка границ полос сдвига в ГЦК кристалле для активных систем скольжения (110) и (112) при  $n=t$  имеет вид*

- а) [110] б) [10-1] в) [1-10] г) [00-1]

### Тестовые задания (фрагмент) к разделу

#### «Низкотемпературный ядерный синтез» (текущий контроль)

*Найдите правильное определение ядерной реакции.*

- а) Процесс взаимодействия атомного ядра с элементарными частицами  
б) Процесс взаимодействия атомного ядра с другим ядром или элементарной частицей  
в) Процесс взаимодействия нуклонов друг с другом  
г) Процесс взаимодействия атомных ядер друг с другом

*Найдите правильную запись ядерной реакции поглощения кадмием-113 (номер в таблице Менделеева 48) нейтрона, с выделением гамма-кванта.*

- а)  $^{113}\text{Cd}_{48} (n, \gamma) ^{114}\text{Cd}_{48}$  в)  $^{48}\text{Cd}_{113} (y, n) ^{48}\text{Cd}_{11}$   
б)  $^{113}\text{Cd}_{48} (\gamma, n) ^{114}\text{Cd}_{48}$  г)  $^{113}\text{Cd}_{48} (n, \gamma) ^{114}\text{Cd}_{49}$

*Какой прибор позволяет фотографировать треки ядерных частиц в магнитном поле?*

- а) ионизационная камера в) черенковский счетчик  
б) сцинтиляционный детектор г) камера Вильсона

*Какой из законов сохранения в ядерных реакциях не выполняется?*

- а) закон сохранения энергии  
б) закон сохранения числа протонов  
в) закон сохранения заряда  
г) закон сохранения числа нуклонов

*Определите корректное определение сечения ядерной реакции.*

- а) величина, характеризующая вероятность осуществления данной реакции  
б) площадь поперечного сечения образца, подвергающегося облучению, при попадании на которую частицы происходит гарантированное взаимодействие

- с) поперечное сечение ядра, которое взаимодействует с налетающей частицей
- d) площадь поверхности ядра, на которую может попасть частица, участвующая во взаимодействии

*Что физики понимают под термином «кулоновский барьер»?*

- a) максимальную величину заряда ядра, которая препятствует ядерному взаимодействию с положительно заряженной частицей
- b) минимальный заряд, которым должно обладать лёгкое ядро, чтобы оно могло вступить во взаимодействие с тяжёлым ядром-мишенью
- с) величину сил гравитационного взаимодействия, которое должен преодолеть нейтрон, чтобы вылететь из ядра
- d) величину энергии электромагнитного взаимодействия, которую должна преодолеть заряженная частица, чтобы вступить в ядерное взаимодействие