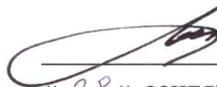


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»  
Институт физики, нанотехнологий и телекоммуникации

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИФНиТ



С.Б. Макаров

« 28 » сентября 2018 г.

## ПРОГРАММА

**вступительного испытания для поступающих в магистратуру по  
направлению подготовки/ образовательной программе:  
03.04.02 Физика/ 03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

Санкт-Петербург

2018

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров по направлению «03.03.02 Физика», вошедших в содержание билетов вступительных испытаний в магистратуру.

Составители:

заф. каф. ЭЯФ

 /Я.А. Бердников/

Руководитель ОП 03.04.02\_03

 /В.В. Журихина/

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию методическим советом ИФНиТ (протокол № 2 от «25» сентября 2018 г.).

# 1. ДИСЦИПЛИНЫ, ВКЛЮЧЁННЫЕ В ПРОГРАММУ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ

1.1. Физика

1.2. Ядерная физика

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

### 2.1. «Физика»

Темы (вопросы):

#### *1. Физические основы механики.*

Скорость и ускорение материальной точки. Однородность пространства и закон сохранения импульса для замкнутой системы. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Работа и кинетическая энергия. Работа и потенциальная энергия. Однородность времени и закон сохранения энергии. Изотропность пространства и закон сохранения момента импульса. Задача двух тел. Движение в центральном поле.

#### *2. Молекулярная физика и термодинамика.*

Основные понятия теории вероятностей. Закон возрастания энтропии. Внутренняя энергия макросистемы. Абсолютная температура. Первое начало термодинамики. Распределение Гиббса. Статистическая сумма. Распределение Максвелла. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Теплоемкость твердых тел. Уравнение состояния идеального газа. Фазовые превращения. Явления переноса. Соотношение Эйнштейна. Диффузия в твердых телах.

#### *3. Электричество и магнетизм.*

Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в вакууме. Закон сохранения заряда и уравнение непрерывности. Связь между напряженностью и потенциалом. Электрическое поле системы зарядов. Дипольный момент системы зарядов. Проводники в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Поляризуемость и диэлектрическая проницаемость. Граничные условия для векторов  $E$  и  $D$ . Электрическая емкость проводников и конденсаторов. Энергия электрического поля. Пьезо- и сегнетоэлектрики. Стационарный электрический ток. Законы Ома и Джоуля - Ленца. Векторный потенциал магнитного поля. Магнитное поле системы токов. Магнитный момент системы движущихся зарядов. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Граничные условия для векторов  $B$  и  $H$ . Самоиндукция и взаимная индукция. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм. Сверхпроводящее состояние вещества.

### *3. Колебания и волны.*

Гармонические колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Сложение колебаний. Упругие волны. Дисперсия. Групповая скорость. Вектор Пойнтинга.. Классическая теория дисперсии. Рассеяние света. Законы излучения абсолютно черного тела. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры. Нелинейные оптические явления.

### *4. Оптика.*

Соотношение между волновой и геометрической оптикой. Интерференция световых волн. Дифракция света. Дифракционная решетка. Просветление оптики. Линейная и круговая поляризация . Поляризация при отражении и преломлении света Формулы Френеля. Двойное лучепреломление. Пластика в четверть и половину волны. Призма Николя. Закон Кирхгоффа. Формула Планка. Кванты света.

### *5 Атомная и ядерная физика.*

Волновые свойства микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Принцип суперпозиции состояний. Квантование энергии на примере прямоугольной одномерной ямы. Среднее значение измеряемой физической величины. Водородоподобный атом в стационарном состоянии. Спин. Принцип неразличимости одинаковых частиц. Фермионы и бозоны. Запрет Паули. Периодическая система элементов. Ядерные силы. Энергия связи ядра. Общие понятия о ядерной и термоядерной реакциях.

### *Литература для подготовки:*

1. Д.В. Сивухин. Курс общей физики ( в пяти томах). М.: Физматлит, 2012.
2. А.А. Матышев Атомная физика. М: Юрайт, 2016.
3. Г.С. Ландсберг Оптика М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. - 848 с.

## **2.2. «Ядерная физика»**

Темы (вопросы):

### *1. Свойства ядер.*

Радиус ядра. Спин и магнитный момент ядер. Четность и закон сохранения четности.

### *2. Модели ядер.*

Капельная модель ядра. Деление ядер. Модель ядерных оболочек. Модель ферми-газа. Обобщенная модель ядра.

### *3. Радиоактивные превращения ядер.*

Законы радиоактивного распада.

Альфа-распад. Бета распад. Гамма-излучение ядер.

### *4. Эффект Мессбауэра.*

### *5. Нуклон-нуклонные взаимодействия.*

Элементарная теория дейтрона. Рассеяние медленных нейтронов на протонах.

Рассеяние медленных нейтронов на молекулах водорода. Вид дифференциального сечения рассеяния нейтронов на протонах. Зарядовообменное рассеяние.

*6. Физика нейтронов.*

Длина свободного пробега нейтронов до взаимодействия. Закон Фика. Диффузное уравнение. Дина диффузии. Альbedo. Замедление нейтронов. Упругое рассеяние и замедление. Замедление на водороде. Пространственное распределение замедляющихся нейтронов. Модель непрерывного замедления. Метод групп.

*9. Сильные взаимодействия при низких энергиях.*

Мезонная теория ядерного взаимодействия. Нуклон-нуклонные взаимодействия при низких энергиях.

*10. Ядерные реакции.*

Общие сведения о ядерных реакциях. Законы сохранения в ядерных реакциях. Закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения момента, закон сохранения четности, закон сохранения изоспина.

*11. Реакции с образованием составного ядра.*

Уровни составного ядра. Резонансные ядерные реакции. Резонансное и потенциальное упругое рассеяние. Ядерные реакции с образованием составного ядра в непрерывном спектре. Модель взрывного распада.

*12. Упругое рассеяние быстрых частиц ядрами.*

Оптическая модель ядерных взаимодействий. Прямые ядерные реакции. Прямые ядерные реакции под действием дейтрона: реакции срыва и подхвата.

*13. Модель внутриядерного каскада. Модель Глаубера-Ситенко.*

*Литература для подготовки:*

1. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Э.И. Кэбин

«Частицы и ядра. Основные понятия.»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/enc/index.html>

2. В.В. Варламов, Б.С. Ишханов, С.Ю. Комаров

«Атомные ядра. Основные характеристики»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/anuc/index.html>

3. Б.С. Ишханов, Э.И. Кэбин

«Шпаргалка для отличника»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/spargalka/index.html>

4. Б.С. Ишханов, Э.И. Кэбин

«Физика ядра и частиц. XX век»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/introduction/index.html>

5. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, В.Н. Орлин.

«Модели атомных ядер»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/nucmod/index.html>

6. Б.С. Ишханов,, Э.И. Кэбин

«Ядерные реакции»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/react/index.html>

7. В.В. Балашов.

«Квантовая теория столкновений».

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/qti/index.html>

см. также

В.В. Балашов

«Квантовая теория столкновений». М.: МАКС Пресс, 2012. 292 с.

© МГУ имени М.В. Ломоносова, 2012

©НИИЯФ МГУ, 2012 © Балашов В.В.,2012.

8. Б.С. Ишханов,, Э.И. Кэбин

«Деление ядер»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/fission/index.html>

9. Б.С. Ишханов,,

«Радиоактивность»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/radioactivity/index.html>

10. Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Э.И. Кэбин

«Эксперимент»

<http://nuclphys.sinp.msu.ru/experiment/index.html>

Web-публикация на основе учебного пособия Б.С. Ишханов, И.М. Капитонов, Э.И. Кэбин. "Частицы и ядра. Эксперимент", М.: Издательство МАКС Пресс, 2013.

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Выразить энергию связи ядра через его массу и массы нуклонов. (10 баллов)
2. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля в вакууме. (45 баллов)
3. Модели ядер. Капельная модель ядра. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2**

1. Чему равна масса покоя протона, нейтрона в МэВ? (10 баллов)
2. Однородность пространства и закон сохранения импульса для замкнутой системы. (45 баллов)
3. Свойства ядер. Радиус ядра. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**

**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3**

1. Как зависит удельная энергия связи стабильных ядер от массового числа  $A$ ? Нарисовать зависимость. (10 баллов)
2. Однородность времени и закон сохранения энергии. (45 баллов)
3. Модели ядер. Модель ядерных оболочек. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**

**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4**

1. Почему при делении тяжелых ядер выделяется энергия? (10 баллов)
2. Изотропность пространства и закон сохранения момента импульса. (45 баллов)
3. Свойства ядер. Спин и магнитный момент ядра. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**

**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5**

1. Почему в реакциях синтеза легких ядер выделяется энергия? (10 баллов)
2. Задача двух тел. Движение в центрально-симметричном поле. (45 баллов)
3. Модели ядер. Модель Ферми-газа. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**

**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6**

1. Возможен ли  $\beta^+$ -распад для свободного протона, пояснить ответ. (10 баллов)
2. Закон возрастания энтропии. (45 баллов)
3. Модели ядер. Обобщенная модель ядра. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7**

1. Чему равен характерный радиус действия ядерных сил. (10 баллов)
2. Первое начало термодинамики. Распределение Гиббса. Статистическая сумма. (45 баллов)
3. Радиоактивные превращения ядер. Законы радиоактивного распада. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8**

1. Как связаны между собой радиус ядра и массовое число  $A$ ? (10 баллов)
2. Распределение Максвелла. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. (45 баллов)
3. Радиоактивные превращения ядер. Альфа-распад. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9**

1. Чему равно характерное время сильного взаимодействия? (10 баллов)
2. Уравнение состояния идеального газа. Фазовые переходы. (45 баллов)
3. Радиоактивные превращения ядер. Бета-распад. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10**

1. Написать закон радиоактивного распада. (10 баллов)
2. Закон сохранения заряда и уравнение непрерывности. (45 баллов)
3. Радиоактивные превращения ядер. Гамма-излучение ядер. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11**

1. Чему равно среднее время жизни свободных протона и нейтрона? (10 баллов)
2. Электрическое поле системы зарядов. Дипольный момент системы зарядов. (45 баллов)
3. Эффект Мессбауэра. (45 баллов).

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12**

1. Как связаны между собой постоянная распада, среднее время жизни и период полураспада? (10 баллов)
2. Законы излучения абсолютно черного тела. (45 баллов)
3. Элементарная теория дейтрона. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**

**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13**

1. Что такое ядра-изотопы? Привести примеры. (10 баллов)
2. Уравнение Шредингера. (45 баллов)
3. Физика нейтронов. Длина свободного пробега нейтронов до взаимодействия. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**

**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14**

1. Что такое ядра-изобары? Привести примеры. (10 баллов)
2. Квантование энергии на примере прямоугольной одномерной ямы. (45 баллов)
3. Ядерные реакции. Общие сведения о ядерных реакциях. Законы сохранения в ядерных реакциях. Закон сохранения энергии, закон сохранения импульса, закон сохранения момента, закон сохранения четности, закон сохранения изоспина. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15**

1. Что такое ядра-изотоны? Привести примеры. (10 баллов)
2. Водородоподобный атом в стационарном состоянии. (45 баллов)
3. Реакции с образованием составного ядра. Уровни составного ядра. Резонансные ядерные реакции (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16**

1. Состав, спин и четность  $\alpha$ -частицы. Стабильна ли  $\alpha$ -частица? (10 баллов)
2. Фермионы и бозоны. Статистика Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. (45 баллов)
3. Резонансное и потенциальное упругое рассеяние. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**

**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17**

1. Какой процесс используется в атомных электростанциях для получения энергии? (10 баллов)
2. Принцип Паули. Периодическая система элементов. (45 баллов)
3. Оптическая модель ядерных взаимодействий. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**

**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18**

1. В чем заключается принцип запрета Паули? К каким частицам он применим? (10 баллов)
2. Волновые свойства микрочастиц. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. (45 баллов)
3. Прямые ядерные реакции. Прямые ядерные реакции под действием дейтрона: реакции срыва и подхвата. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19**

1. Как связаны между собой время жизни и ширина резонансного состояния? (10 баллов)
2. Интерференция световых волн. Дифракция света. (45 баллов)
3. Модель внутриядерного каскада. (45 баллов)

**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**  
**ВСТУПИТЕЛЬНОЕ ИСПЫТАНИЕ**

**по направлению подготовки/ образовательной программе:**

**03.04.02 Физика /03.04.02\_03 Физика ядра и элементарных частиц**

---

Код и наименование направления подготовки / образовательной программы

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОП

\_\_\_\_\_ В.В. Журихина

«20» июня 2018 г.

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20**

1. Что такое Коллайдер? (10 баллов)
2. Функция Лагранжа и Гамильтона свободно движущейся частицы. (45 баллов)
3. Модель Глаубера-Ситенко. (45 баллов)