

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**  
**(национальный исследовательский университет)»**  
**(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

УТВЕЖДАЮ  
Первый проректор -  
проректор по учебной работе  
МГТУ им. Н.Э. Баумана

\_\_\_\_\_ Б.В. Падалкин  
«\_\_\_\_\_» 2018 г.

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ**  
по направлению подготовки

**16.04.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки**  
код и наименование направления подготовки

Факультет  
**Энергомашиностроение (Э)**  
полное наименование факультета (сокращенное наименование)

Кафедра  
**Плазменные энергетические установки (Э-8)**  
Полное наименование кафедры (сокращенное наименование)

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

К вступительным испытаниям в магистратуру допускаются лица, имеющие документ государственного образца о высшем образовании любого уровня (диплом бакалавра или специалиста).

Лица, предъявившие диплом магистра, могут быть зачислены только на договорной основе.

Прием осуществляется на конкурсной основе по результатам вступительных испытаний.

Программа вступительных испытаний в магистратуру по направлению подготовки:

### **16.04.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки**

---

код и наименование направления подготовки

составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования подготовки бакалавра по направлению:

### **16.03.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки**

---

код и наименование направления подготовки

и охватывает базовые дисциплины подготовки бакалавров по названному направлению.

Программа содержит описание формы вступительных испытаний, перечень вопросов для вступительных испытаний и список литературы рекомендуемой для подготовки.

## **2. ЦЕЛЬ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Вступительные испытания призваны определить степень готовности поступающего к освоению основной образовательной программы магистратуры по направлению:

### **16.04.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки**

---

код и наименование направления подготовки

## **3. ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Вступительные испытания проводятся в письменной форме в соответствии с установленным приемной комиссией МГТУ расписанием.

Поступающему предлагается ответить письменно на 10 вопросов и задач

билета, расположенных в порядке возрастания трудности и охватывающих содержание разделов и тем программы соответствующих вступительных испытаний.

На ответы по вопросам и задачам билета отводится **210 минут**.

Результаты испытаний оцениваются по **стобалльной** шкале.

Результаты испытаний оглашаются не позднее, чем через три рабочих дня.

#### **4. ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ**

Письменное испытание проводится по программе, базирующейся на основной образовательной программе бакалавриата по направлению

##### **16.03.02 Высокотехнологические плазменные и энергетические установки**

---

код и наименование направления подготовки

**Перечень разделов и тем дисциплины, включенные в письменное испытание**

##### **ДИСЦИПЛИНА 1. Плазменная техника**

###### **Общая физика**

Строение атома и атомного ядра. Типы фундаментальных взаимодействий. Законы геометрической оптики. Коэффициент преломления. Работа. Энергия. Мощность. Закон сохранения энергии и импульса. Распределение Максвелла-Больцмана. Законы Ньютона. Полупроводники, металлы, диэлектрики. Способы измерения твердости. Основные понятия молекулярно-кинетической теории. Понятие идеального газа. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Первый закон термодинамики.

###### **Электрическое и магнитное поле**

Электрический заряд. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Силовые линии. Принцип суперпозиции. Потенциал электростатического поля. Закон Ома для участка цепи. Закон Джоуля-Ленца. Магнитное поле и его характеристики. Сила Лоренца. Проводник в магнитном поле. Сила Ампера. Движение частицы в постоянном электрическом поле. Движение частицы в однородном магнитном поле. Движение заряженных частиц в скрещенных электрическом и магнитном полях. Эффект Холла. Диамагнетизм. Парамагнетизм. Ферромагнетизм. Закон электромагнитной индукции. Электрическая емкость.

Конденсаторы. Уравнения Максвелла.

### **Основные свойства ионизованного газа.**

Определение плазмы. Квазинейтральность плазмы. Радиус Дебая. Плазменная частота. Сечения столкновений. Кулоновские столкновения. Частота столкновений и длина свободного пробега. Энергия и потенциал ионизации атомов. Степень ионизации плазмы. Уравнение Саха. Понятие температуры плазмы. Термодинамически равновесная и неравновесная плазмы. Понятие средней скорости частицы в газе или в плазме. Определение кинетической энергии частицы в газе или в плазме. Циклотронный радиус. Циклотронная частота. Параметр Холла. Условия дрейфового приближения. Траектория и скорость дрейфа. Дрейф заряженной частицы в скрещенных электрическом и магнитном полях. Плазменные системы с замкнутым дрейфом электронов. Проводимость плазмы. Уравнение движения плазмы (модель однокомпонентной жидкости). МГД- приближение. Обобщенный закон Ома.

### **Плазма в технике**

Понятие об электрических разрядах. Классификация. Основные характеристики разрядов, характерные области и условия существования. Электрический пробой в газе. Кривые Пащена. Дуговой разряд. Общие свойства дугового разряда. Характерные области разряда. Основные процессы в столбе. Приэлектродные области и их роль в существовании разряда. Основные процессы на катоде и в прианодной областях. Плазмотроны с газовой стабилизацией столба дуги. Плазмотроны со стабилизацией разряда стенкой. Назначение и возможности таких плазмотронов, характерные параметры. Линейный плазмotron и плазмotron с кольцевыми электродами.

Структурная схема и назначение узлов и агрегатов ионно-пламенных установок. Основные процессы - получение технологического вакуума, генерация рабочего вещества, ускорение плазменных потоков, их транспортировка к поверхности обрабатываемых изделий, взаимодействие с поверхностью. Натекатели. Системы подачи газа. Типовые вакуумные схемы ионно-плазменной технологической установки. Системы катодного распыления. Тлеющий разряд. Диодная система с магнитным полем. Распыление диэлектриков.

Магнетронные распылительные системы. Основные типы магнетронных распылительных систем. Магнитные системы на постоянных магнитах. Магнитные

системы на электромагнитах. Сбалансированные и несбалансированные магнитные системы. Реактивное распыление. Распыление ферромагнитных материалов. Распыление диэлектриков.

### **Основная учебная литература**

1. Л.К. Мартинсон, А.Н. Морозов, Е.В. Смирнов. Электромагнитное поле. Серия: Физика в техническом университете. 2013. 424 с.
2. Ю. П. Райзер. Физика газового разряда. М.: Наука, Физматлит, Издательство Интеллект, Долгопрудный, 2009.
3. О.С. Литвинов. В.С. Горелик. Электромагнитные волны и оптика. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2006. 448 с.
4. Учебное пособие для поступающих в вузы. Физика (2-е издание)/ Под общей редакцией А.Ю. Луценко. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2013. 368 с.
5. Г.К. Клименко, А.А. Ляпин. Генераторы плазмы. Методические указания. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2010. 64 с.
6. М.К. Марахтанов, Д.В. Духопельников, Е.В. Воробьев. Основы конструирования вакуумных плазменных установок. Учебное пособие. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. 94 с.

### **Дополнительная учебная литература**

1. Кузьмичёв А.И. Магнетронные распылительные системы. Кн. 1. Введение в физику и технику магнетронного распыления. - К.: Аверс, 2008. - 244 с.
2. К.В. Глаголев, А.Н. Морозов. Физическая термодинамика. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2003. - 272 с.
3. А.М. Зимин. Математическое моделирование процессов в плазменных установках. Учебное пособие. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2006. - 116 с.
4. Д.В. Духопельников. Магнетронные распылительные системы. Учебное пособие. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2014. - 55 с.

Автор(ы) программы:

Ивахненко С.Г., к.т.н.

Декан факультета

А.А. Жердев

Заведующий кафедрой

А.В. Семенкин

Начальник УСП

Т.А. Гузева