

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/04-577

от 27.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ВАКУУМНАЯ ТЕХНИКА**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

| Семестр | Трудоемкость,<br>кред. | Общий объем<br>курса, час. | Лекции, час. | Практич.<br>занятия, час. | Лаборат. работы,<br>час. | В форме<br>практической<br>подготовки/В | СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы)<br>контроля,<br>экс./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|---|-----------|-----------|--|
| 6       | 5                      | 180                        | 34           | 34                        | 0                        |   | 58        | 0         | Э  |
| Итого   | 5                      | 180                        | 34           | 34                        | 0                        | 34                                      | 58        | 0         |  |

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина содержит изложение теоретических основ физики и техники ионных источников, систем формирования ионных пучков, применяемых в электрофизическом аппаратостроении. Изложение курса ориентировано на изучение различных физических механизмов генерации ионов, законов отбора и формирования ионных пучков с плазменной поверхности, конструктивных особенностей ионных источников и их применение в различных областях физики и техники. Освоение данной дисциплины базируется на изучении студентами общих технических дисциплин

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются получение и закрепление теоретических и практических знаний по вопросам основ физики процессов технического вакуума, физики разреженного газа, процессам течения газа в вакуумных системах, устройств и работы вакуумного оборудования и вакуумных систем.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения данной дисциплины необходимы сведения из высшей математики, общей физики, общей химии и физической электроники.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|--|
|--------------------------------|--|

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД)   | Объект или область знания  | Код и наименование профессиональной компетенции;<br>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)                      | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции   |
|--|--|---|---|
| научно-исследовательский   |  |   |   |
| изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое | математические модели для теоретического и экспериментального исследований объектов, установок и систем в области физики ядра, частиц, | ПК-2 [1] - Способен проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного | З-ПК-2[1] - знать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| <p>моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок</p>  | <p>ядерно-физических установок.</p>  | <p>проектирования и исследований</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 40.011</p>   | <p>проектирования и исследований; ;<br/>У-ПК-2[1] - уметь использовать методы математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;;<br/>В-ПК-2[1] - владеть навыками математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;</p>                         |
| <p>изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований; проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок</p> | <p>математические модели для теоретического и экспериментального исследований объектов, установок и систем в области физики ядра, частиц, ядерно-физических установок.</p> | <p>ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 40.011</p> | <p>3-ПК-3[1] - знать основные физические законы и методы обработки данных ;<br/>У-ПК-3[1] - уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций;<br/>В-ПК-3[1] - владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией</p> |

| проектный  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования приборов и установок; расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; оформление законченных проектно-конструкторских работ | ускорители заряженных частиц, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления ядерно-физическими установками, радиационные технологии в медицине | ПК-4 [1] - Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 40.011 | З-ПК-4[1] - знать типовые методики планирования и проектирования систем ;<br>У-ПК-4[1] - уметь использовать стандартные средства автоматизации проектирования;;<br>В-ПК-4[1] - владеть методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием , требованиями безопасности и принципами CDIO |

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код) | Воспитательный потенциал дисциплин |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|
|                             |                         |                                    |

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практ. (семинары )/ Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции        |
|-------|---|--------|---|---|-------------------------------|-------------------------------------|--|
|       | <i>6 Семестр</i>                        |        |   |   |                               |                                     |  |
| 1     | Часть 1                                 | 1-8    | 17/17/0   |   | 25                            | КИ-8                                | З-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>З-ПК- |

|   |   |      |         |  |    |       |  |
|---|---|------|---------|--|----|-------|--|
|   |   |      |         |  |    |       | 3,<br>У-<br>ПК-3,<br>В-<br>ПК-3,<br>3-ПК-<br>4,<br>У-<br>ПК-4,<br>В-<br>ПК-4   |
| 2 | Часть 2                                     | 9-15 | 17/17/0 |  | 25 | КИ-15 | 3-ПК-<br>2,<br>У-<br>ПК-2,<br>В-<br>ПК-2,<br>3-ПК-<br>3,<br>У-<br>ПК-3,<br>В-<br>ПК-3,<br>3-ПК-<br>4,<br>У-<br>ПК-4,<br>В-<br>ПК-4 |
|   | <i>Итого за 6 Семестр</i>                   |      | 34/34/0 |  | 50 |       |  |
|   | <b>Контрольные мероприятия за 6 Семестр</b> |      |         |  | 50 | Э     | 3-ПК-<br>2,<br>У-<br>ПК-2,<br>В-<br>ПК-2,<br>3-ПК-<br>3,<br>У-<br>ПК-3,<br>В-<br>ПК-3,<br>3-ПК-<br>4,<br>У-<br>ПК-4,<br>В-<br>ПК-4 |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

|                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| <b>Обозначение</b> | <b>Полное наименование</b> |
| КИ                 | Контроль по итогам         |
| Э                  | Экзамен                    |

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели     | Темы занятий / Содержание  | Лек., час.             | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|------------|--|------------------------|----------------|------------|
|            | <i>6 Семестр</i>   | 34                     | 34             | 0          |
| <b>1-8</b> | <b>Часть 1</b>   | 17                     | 17             | 0          |
| 1          | <b>тема 1</b><br>Физико-технологические аспекты высокого вакуума. Основные процессы и области применения современной высоковакуумной технологии.   | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |  | 2                      | 2              | 0          |
|            |  | Онлайн                 |                |            |
|            |  | 0                      | 0              | 0          |
| 2          | <b>тема 2</b><br>Требования к вакуумным системам. Конфигурации систем, функциональное назначение основных элементов. Методика построения и характеристики. Откачные параметры установок.   | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |  | 2                      | 2              | 0          |
|            |  | Онлайн                 |                |            |
|            |  | 0                      | 0              | 0          |
| 3          | <b>тема 3</b><br>Состояние вакуумной среды. Влияние условий работы элементов вакуумной системы на состав остаточного газа. Углеводородные за-грязнения.  | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |  | 2                      | 2              | 0          |
|            |  | Онлайн                 |                |            |
|            |  | 0                      | 0              | 0          |
| 4          | <b>тема 4</b><br>Взаимодействие рабочих поверхностей с вакуумной средой. Источники газовых нагрузок. Парциальный состав вакуумной среды.   | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |  | 2                      | 2              | 0          |
|            |  | Онлайн                 |                |            |
|            |  | 0                      | 0              | 0          |
| 5          | <b>тема 5</b><br>Вакуумные конструкционные материалы. Критерии выбора. Общие и специальные требования. Классификация. Модели механизма газо-выделения. Испарение. Массоперенос.  | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |  | 2                      | 2              | 0          |
|            |  | Онлайн                 |                |            |
|            |  | 0                      | 0              | 0          |
| 6          | <b>тема 6</b><br>Закономерности сорбционных явлений. Кинетика сорбционных процессов. Растворимость газов в твёрдых телах. Газонасыщенность. Процессы стационарной и нестационарной диффузии. Состав продуктов десорбции.           | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |  | 2                      | 2              | 0          |
|            |  | Онлайн                 |                |            |
|            |  | 0                      | 0              | 0          |
| 7          | <b>тема 7</b><br>Вакуумные свойства конструкционных материалов. Давление насыщенного пара, проницаемость, уровень газовой выделенности. Стекло, ме-таллы, керамика и другие материалы. Особенности применения в вакуумной технике. | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |  | 3                      | 2              | 0          |
|            |  | Онлайн                 |                |            |
|            |  | 0                      | 0              | 0          |
| 8          | <b>тема 8</b><br>Процессы очистки и обезгаживания. Традиционные и специальные методы обработки в вакуумной технике. Классификация. Законо-мерности обезгаживания. Обратимость сорбционных процессов. Сборка вакуумных              | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |  | 2                      | 3              | 0          |
|            |  | Онлайн                 |                |            |
|            |  | 0                      | 0              | 0          |

|             |   |                        |    |   |
|-------------|---|------------------------|----|---|
|             | систем.   |                        |    |   |
| <b>9-15</b> | <b>Часть 2</b>  | 17                     | 17 | 0 |
| 9           | <b>тема 9</b><br>Требования к вакууму в электрофизических установках. Характеристики вакуумных условий. Сверхвысокий вакуум. Радиационные нагрузки. Газодинамические процессы. Устойчивость вакуума.  | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |   | 2                      | 2  | 0 |
|             |   | Онлайн                 |    |   |
| 10          | <b>тема 10</b><br>Взаимодействие ускоренных частиц с остаточным газом. Особенности. Виды взаимодействий. Время жизни пучка. Влияние вакуумных условий.  | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |   | 2                      | 2  | 0 |
|             |   | Онлайн                 |    |   |
| 11          | <b>тема 11</b><br>Явление стимулированной десорбции. Динамические газовые нагрузки. Испарение и диссоциация окисных пленок при нагреве. Излучение и бомбардировка поверхности заряженными частицами. Эффекты электронно- и ионно-стимулированной десорбции. Потoki десорбции. | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |   | 2                      | 2  | 0 |
|             |   | Онлайн                 |    |   |
| 12          | <b>тема 12</b><br>Радиационные методы очистки поверхностей. Обработка сверхвысоковакуумных систем. Тренировка поверхности в рабочих условиях электрофизических установок. Обезгаживание в плазме. Эффекты ионной обработки.   | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |   | 2                      | 2  | 0 |
|             |   | Онлайн                 |    |   |
| 13          | <b>тема 13</b><br>Установки высокого напряжения. Состояние поверхностей вакуумных изолирующих промежутков. Инициирование вакуумного пробоя. Десорбция электрическим полем. Тренировка поверхностей электродов.  | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |   | 2                      | 2  | 0 |
|             |   | Онлайн                 |    |   |
| 14          | <b>тема 14</b><br>Вакуумные системы электрофизических установок. Распределенные газовые нагрузки и протяженные вакуумные системы. Ограниченная проводимость. Интеграция вакуумного тракта.  | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |   | 3                      | 3  | 0 |
|             |   | Онлайн                 |    |   |
| 15          | <b>тема 15</b><br>Распределенные насосы. Технология нераспыляемых геттеров. Физика поглощения газов в геттерах. Режимы эксплуатации. Особенности криогенной откачки. Принцип работы "холодного канала".   | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |   | 2                      | 2  | 0 |
|             |   | Онлайн                 |    |   |
| 15          | <b>тема 16</b><br>Обзор вакуумно-технологических процессов и установок. Вакуумная аппаратура электрофизических установок, технологии микроэлектроники, анализа поверхности.   | Всего аудиторных часов |    |   |
|             |   | 2                      | 2  | 0 |
|             |   | Онлайн                 |    |   |
|             |   | 0                      | 0  | 0 |

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование     |
|-------------|-------------------------|
| ЭК          | Электронный курс        |
| ПМ          | Полнотекстовый материал |
| ПЛ          | Полнотекстовые лекции   |
| ВМ          | Видео-материалы         |

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| АМ  | Аудио-материалы                  |
| Прз | Презентации                      |
| Т   | Тесты                            |
| ЭСМ | Электронные справочные материалы |
| ИС  | Интерактивный сайт               |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы используются следующие образовательные технологии: Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и практических. Самостоятельная работа студентов предполагает подготовку материала доклада или реферата на заданную тему с привлечением рекомендованной и дополнительной литературы.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|
| ПК-2        | З-ПК-2              | Э, КИ-8, КИ-15                    |
|             | У-ПК-2              | Э, КИ-8, КИ-15                    |
|             | В-ПК-2              | Э, КИ-8, КИ-15                    |
| ПК-3        | З-ПК-3              | Э, КИ-8, КИ-15                    |
|             | У-ПК-3              | Э, КИ-8, КИ-15                    |
|             | В-ПК-3              | Э, КИ-8, КИ-15                    |
| ПК-4        | З-ПК-4              | Э, КИ-8, КИ-15                    |
|             | У-ПК-4              | Э, КИ-8, КИ-15                    |
|             | В-ПК-4              | Э, КИ-8, КИ-15                    |

## Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины  |
|--------------|-------------------------------|-------------|--|
| 90-100       | 5 – «отлично»                 | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его |

|         |                           |   |   |
|---------|---------------------------|---|---|
|         |                           |   | излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.  |
| 85-89   | 4 – «хорошо»              | В | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.   |
| 75-84   |                           | С |   |
| 70-74   |                           | Д |   |
| 65-69   | 3 – «удовлетворительно»   | Е | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.  |
| 60-64   |                           |   |   |
| Ниже 60 | 2 – «неудовлетворительно» | Ф | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 533 Ш51 Вакуумная техника. Концепция разреженного газа : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
2. ЭИ Ш51 Вакуумная техника. Концепция разреженного газа : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. 621.5 Ш28 Вакуумная техника : учебное пособие, В. Л. Шатохин, Москва: МИФИ, 2011
4. 621.5 Ш28 Вакуумная техника : лабораторный практикум, В. Л. Шатохин, В. П. Шестак, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
5. ЭИ Ш28 Вакуумная техника : лабораторный практикум, В. Л. Шатохин, В. П. Шестак, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
6. 621.5 Р64 Вакуумная техника : учебник для вузов, Л. Н. Розанов, Москва: Высшая школа, 2007

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.5 Ш54 Вакуумные технологии : , Е. П. Шешин, Долгопрудный: Интеллект, 2009

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

## LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

### 1. Рекомендации по работе с лекционной частью дисциплины.

Перед началом занятий необходимо внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы. Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач. В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности чаще возвращаться к основным понятиям и методам решения задач. Желательно использовать в конспектах лекций систему обозначений, к которой прибегает преподаватель. Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными и вновь появляющимися литературными источниками.

### 2. Рекомендации для проведения практических занятий.

Перед посещением практического занятия уясните его тему и самостоятельно изучите связанные с ней понятия и методы решения задач. Перед решением задач активно участвуйте в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия. В процессе решения задач ведите дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения. По возможности самостоятельно доводите решение предлагаемых задач до окончательного итога. В конце практического занятия при необходимости выясните у преподавателя неясные вопросы.

### 3. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Получите у преподавателя задание и список рекомендованной литературы в самом начале семестра. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю. Подготовьте письменный отчет о проделанной работе. При выполнении фронтальных заданий по усмотрению

преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **1. Чтение лекций.**

Первая лекция должна быть введением к дисциплине (разделу дисциплины, читаемому в начинающемся семестре). Она должна содержать общий обзор содержания дисциплины. В ней следует отметить методические инновации в решении задач, рассматриваемых в дисциплине, дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников, обратив внимание студентов на обязательную и дополнительную литературу. Изложению текущего лекционного материала должна предшествовать вводная часть, содержащая краткий перечень вопросов, рассмотренных на предыдущих лекциях. На этом этапе полезно задать несколько вопросов аудитории, осуществить выборочный контроль знания студентов. При изложении лекционного материала следует поощрять вопросы непосредственно в процессе изложения, внимательно относясь к вопросам студентов и при необходимости давая дополнительные, более подробные пояснения. При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, опуская простые математические выкладки, либо рекомендуя выполнить их самим студентам, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям. В процессе лекционного курса необходимо возможно чаще возвращаться к основным вопросам дисциплины, проводя выборочный экспресс-контроль знаний студентов. Принятая преподавателем система обозначений должна четко разъясняться в процессе её введения и использоваться в конспектах лекций. В лекциях, предшествующих практическим занятиям, следует кратко излагать содержание и основные задачи практического занятия, дать рекомендации студентам для подготовки к нему. На последней лекции важно найти время для обзора основных положений, рассмотренных в дисциплине, перечню и формулировке вопросов, выносимых на экзамен или зачет.

### **2. Указания для проведения практических занятий.**

Тема практического занятия и его цели должны быть четко обозначены. В начале практического занятия полезно обсудить основные понятия, связанные с его темой. В ходе решения задач следует вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний на отдельных этапах решения. Рекомендуется отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях, как вслух, так и в книжке преподавателя и передавать эту информацию ответственному по текущей успеваемости. В конце практического занятия предложить аудитории несколько контрольных вопросов.

### **3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов.**

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным. При использовании индивидуальных заданий необходимо требовать от студента письменный отчет о проделанной работе, проводить его обсуждение. При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений. Требовать индивидуальные отчеты с целью контроля качества выполнения самостоятельной работы.

Автор(ы):

Кулевой Тимур Вячеславович, к.ф.-м.н.