

Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального  
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий  
Кафедра «Атомная энергетика»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине «Автоматизированный электрический привод»

**Направления подготовки**

«13.03.02 Электроэнергетика и электротехника»

**Основная профессиональная образовательная программа**

«Электроснабжение»

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

Очная

### Цели освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование, развитие и совершенствование у обучающихся профессиональных компетенций, позволяющих выпускнику осуществлять оформление технической документации на различных стадиях разработки проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства

Профессиональный стандарты:

- «16.147. «Специалист по проектированию систем электроснабжения объектов капитального строительства»»,
- «24.089. Специалист в области электротехнического обеспечения атомной станции»,
- «24.033. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики атомной станции».

### Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина входит в профессиональный модуль и участвует в формировании компетенций во взаимосвязи с дисциплинами и практиками образовательной программы:

При освоении данной дисциплины студент сможет частично продемонстрировать трудовые функции:

- В/02.6. Разработка текстовой и графической частей проектной документации системы электроснабжения объектов капитального строительства
- В/01.6. Обеспечение эксплуатации СИ, СА и аппаратуры СУЗ на АС .
- А/02.6. Контроль оперативного обслуживания и режимов ЭТО и устройств в соответствии с требованиями ЛНА и НТД АС ,
- С/04.6. Организация оперативного обслуживания ЭТО и устройств с производством сложных переключений АС ,
- D/03.6. Разработка мероприятий по продлению сроков эксплуатации, модернизации и техническому переоснащению АС .

### Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции: профессиональные

| Задачи профессиональной деятельности (ЗПД)                                                                                                                                                                                                                           | Объект или область знания                                                                                                                                                                   | Код и наименование компетенции                                                                                                                                                                                                  | Индикаторы достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных решений | Электрические станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети; системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объекты | ПК-1 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования | З-ПК-1 Знать: методы разработки технической документации и нормативную базу для составления информационных обзоров, рецензий, отзывов, заключений на техническую документацию<br>У-ПК-1 Уметь: осуществлять взаимодействие с проектными, конструкторскими организациями и организациями изготовителями электро-технического оборудования, выполнять анализ проектной документации<br>В-ПК-1 Владеть: навыками использования типовых проектов и анализ применимости указанного в проекте электро-технического оборудования для объекта профессиональной деятельности |
| Контроль                                                                                                                                                                                                                                                             | Электрические                                                                                                                                                                               | ПК-4 Способен                                                                                                                                                                                                                   | З-ПК-4 Знать: главные схемы и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| соблюдения заданных параметров режимов оборудования                                                                                                                                                                                                                  | станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети; системы электроснабжения промышленных предприятий и их объекты               | соблюдать и оценивать параметры пусковых режимов оборудования с обеспечением своевременного и безопасного включения его в работу                                                                           | схемы собственных нужд электростанции, способов обеспечения нормальных режимов работы оборудования и предотвращения и/или ликвидации ненормальных и аварийных режимов<br>У-ПК-4 Уметь: выполнять требования нормативно-технической документации, организовывать и контролировать процесс выполнения работ подчиненным оперативным персоналом смены цеха при вводе в работу турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов<br>В-ПК-4 Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа                                                                                                                                                                                                                                          |
| Участие в расчетах и проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования; проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных решений | Электрические станции и подстанции; электроэнергетические системы и сети; системы электроснабжения промышленных предприятий и их объекты | ПК-7.1 Способен анализировать и рассчитывать режимы работы, принимать участие в проектировании, модернизации и реконструкции объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием. | 3-ПК-7.1 Знать: основы проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий и их объектов; алгоритм выбора номинальных напряжений, выбора конфигурации сети и оборудования электрических сетей при их модернизации и реконструкции; методы расчета режимов электрических сетей промышленных предприятий и их объектов<br>У-ПК-7.1 Уметь: производить выбор электрооборудования систем электроснабжения промышленных предприятий и их объектов; рассчитывать технико-экономические показатели систем электроснабжения; выбирать оптимальный вариант схемы электрической сети; рассчитывать параметры нормальных и послеаварийных режимов систем электроснабжения объектов профессиональной деятельности; работать с нормативной и справочной документацией.<br>В-ПК-7.1 Владеть навыками выбора электрооборудования систем электроснабжения промышленных предприятий и их объектов; |

|  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  | навыками расчета технико-экономических показателей систем электроснабжения; навыками работы с нормативной и справочной документацией; навыками анализа результатов расчета режимов работы систем электроснабжения объектов профессиональной деятельности |
|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины реализуются следующие задачи воспитания:

| Направление/цели                   | Создание условий, обеспечивающих                                                                                            | Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Профессиональное воспитание</b> | - формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(B18)</b> | Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.                                                                                                          | 1. Организация научно-практических конференций, круглых столов, встреч с ведущими специалистами предприятий экономического сектора города по вопросам технологического лидерства России.<br>2. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых рецензируемых научных изданиях |
| <b>Профессиональное воспитание</b> | - формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b>                                              | 1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и | 1. Организация научного подхода и чувства «Все в одной команде» через участие студентов в проведении круглых столов и семинаров.<br>2. Формирование вертикальных связей и формальных правил жизни при проведении студенческих конкурсов                                           |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | подготовку ВКР.<br>2.Использование<br>воспитательного потенциала<br>дисциплин<br>профессионального модуля<br>для:<br>- формирования<br>производственного<br>коллективизма в ходе<br>совместного решения как<br>модельных, так и<br>практических задач, а также<br>путем подкрепление<br>рационально-<br>технологических навыков<br>взаимодействия в проектной<br>деятельности эмоциональным<br>эффектом успешного<br>взаимодействия, ощущением<br>роста общей эффективности<br>при распределении<br>проектных задач в<br>соответствии с сильными<br>компетентностными и<br>эмоциональными свойствами<br>членов проектной группы. |  |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### Структура и содержание учебной дисциплины

Дисциплина изучается студентами в 7-ом семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 ак. часа.

### Календарный план

| № Раздела    | № Темы | Наименование раздела<br>(темы)<br>дисциплины | Виды учебной<br>деятельности (час.) |           |              |              |           | Аттестация<br>раздела<br>(форма) | Максимальны<br>й балл за<br>раздел |
|--------------|--------|----------------------------------------------|-------------------------------------|-----------|--------------|--------------|-----------|----------------------------------|------------------------------------|
|              |        |                                              | Всего                               | Лекции    | Лабораторные | Практические | СРС/КРС   |                                  |                                    |
| 1            | 2      | 3                                            | 4                                   | 5         | 6            | 7            | 8         | 9                                | 10                                 |
| 1            | 1      | Основы динамики электропривода               | 6                                   | 4         | -            |              | 2         | Тест1                            | 30                                 |
|              | 2      | Двигатели постоянного тока                   | 4                                   | 2         | -            |              | 2         |                                  |                                    |
|              | 3      | Асинхронные двигатели                        | 6/4                                 | 4         | -            |              | 2         |                                  |                                    |
| 2            | 4      | Управление электроприводами                  | 36/2                                | 4         | 16           |              | 16        | Тест2                            | 30                                 |
|              | 5      | Основы выбора мощности электродвигателя      | 20/2                                | 2         | -            |              | 18        |                                  |                                    |
| <b>Всего</b> |        |                                              | <b>72/8</b>                         | <b>16</b> | <b>16/8</b>  |              | <b>40</b> |                                  | <b>60</b>                          |
| <b>Зачет</b> |        |                                              |                                     |           |              |              |           |                                  | <b>40</b>                          |
| <b>Итого</b> |        |                                              |                                     |           |              |              |           |                                  | <b>100</b>                         |

### Содержание лекционного курса

| № темы | Всего часов | № лекции | Тема лекции.<br>Вопросы, отрабатываемые на лекции                                                                                                                                                                                 | Учебно-методическое обеспечение |
|--------|-------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1      | 2           | 3        | 4                                                                                                                                                                                                                                 | 5                               |
| 1      | 4           | 1-2      | Основные понятия и основные элементы электропривода (ЭП). Классификация типов ЭП. Основное уравнение электропривода. Механические характеристики производственных механизмов и электродвигателей. Время ускорения и замедления ЭП | [1, 2, 5, 6, 7]                 |
| 2      | 2           | 3        | Классификация электродвигателей постоянного тока по способу возбуждения. Механические и электромеханические характеристики двигателей постоянного тока (ДПТ). Режимы работы двигателей постоянного тока.                          | [1, 5, 6, 7]                    |
| 3      | 4           | 4-5      | Схемы включения асинхронных двигателей. Механические характеристики асинхронных двигателей. Режимы асинхронных двигателей.                                                                                                        | [1, 2, 5, 6, 7]                 |
| 4      | 4           | 6-7      | Основные понятия регулирования. Показатели качества регулирования угловой скорости ЭП. Регулирование угловой скорости ЭП постоянного тока и асинхронного ЭП.                                                                      | [1, 2, 3, 5, 6, 7]              |
| 5      | 2           | 8        | Задачи, решаемые при выборе мощности двигателя. Нагрев и охлаждение двигателей. Режимы работы двигателей. Выбор мощности двигателей. Формирование графика нагрузки двигателя. Выбор двигателя по условиям работы.                 | [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]           |

### Перечень практических занятий не предусмотрен учебным планом

#### Перечень лабораторных работ

| № темы | Всего часов | Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии                                                           | Учебно-методическое обеспечение |
|--------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1      | 2           | 3                                                                                                                                                    | 4                               |
| 4      | 4           | Электропривод системы «Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока независимого возбуждения с регулированием по скорости»               | [1, 5, 6]                       |
| 4      | 4           | Электропривод системы «Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока независимого возбуждения с подчиненным регулированием по скорости»   | [1, 5, 6]                       |
| 4      | 4           | Электропривод системы «Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока независимого возбуждения с подчиненным регулированием по напряжению» | [1, 5, 6]                       |
| 4      | 4           | Электропривод системы «Преобразователь частоты - асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором с регулированием по скорости»                      | [1, 2, 5, 6]                    |

### Задания для самостоятельной работы студентов

| № темы | Всего часов | Вопросы для самостоятельного изучения (задания)          | Учебно-методическое обеспечение |
|--------|-------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1      | 2           | 3                                                        | 4                               |
| 1      | 2           | Прикладное применение основного уравнения электропривода | [1, 2, 5, 6, 7-10]              |
| 2      | 2           | Способы регулирования скорости электродвигателей         | [1, 5, 6, 7-10]                 |

|   |    |                                                                                            |                          |
|---|----|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |    | постоянного тока                                                                           |                          |
| 3 | 2  | Способы регулирования скорости электродвигателей переменного тока                          | [1, 2, 5, 6, 7-10]       |
| 4 | 6  | Современные разомкнутые и замкнутые системы автоматизированных электроприводов.            | [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7-10] |
| 4 | 6  | Электрические аппараты и элементы систем электропривода.                                   | [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7-10] |
| 4 | 4  | Преобразователи для питания и управления электродвигателями.                               | [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7-10] |
| 5 | 18 | Современные системы автоматизированных электроприводов типовых производственных механизмов | [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7-10] |

**Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом**

**Курсовая работа/проект не предусмотрена учебным планом**

### **Образовательные технологии**

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

Практическая подготовка при реализации учебной дисциплины организуется путем проведения лабораторных занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка также включает в себя занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций, практических занятий с использованием ПК и компьютерного проектора. Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к практическим занятиям.

### **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:

| № п/п                                                     | Наименование контролируемых разделов (темы) | Код и наименование индикатора достижения компетенций                               | Наименование оценочного средства      |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>Входной контроль</b>                                   |                                             |                                                                                    |                                       |
| 1                                                         | Входной контроль                            |                                                                                    | Вопросы входного контроля (письменно) |
| <b>Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости</b> |                                             |                                                                                    |                                       |
| 2                                                         | Раздел 1                                    | 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1,<br>3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4,<br>3-ПК-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1 | Тестирование (письменно)              |
| 3                                                         | Раздел 2                                    | 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1,<br>3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4,<br>3-ПК-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1 | Тестирование (письменно)              |
| <b>Промежуточная аттестация</b>                           |                                             |                                                                                    |                                       |
| 4                                                         | Зачет                                       | 3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1,<br>3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4,<br>3-ПК-7.1, У-ПК-7.1, В-ПК-7.1 | Вопросы к зачету (устно)              |

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в письменной форме.

### **Перечень вопросов входного контроля**

Вопросы входного контроля.

- 1) Что такое электродвигатель?
- 2) Какие типы электродвигателей существуют?
- 3) Что такое привод?
- 4) Какие виды приводов существуют?
- 5) Какие преимущества и недостатки свойственны электрическому приводу?
- 6) Что вы понимаете под управлением электроприводом?
- 7) Какими параметрами характеризуется электропривод?
- 8) От чего зависит скорость вращения электропривода?
- 9) Что такое коэффициент полезного действия?
- 10) Какова область применения привода?

Текущий контроль успеваемости – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на лабораторных занятиях, проверка отчетов по выполненным лабораторным работам.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории транспортных устройств. Рабочей программой предусмотрено выполнение шести лабораторных работ по следующим темам:

- Электропривод системы «Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока независимого возбуждения с регулированием по скорости»;
- Электропривод системы «Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока независимого возбуждения, с подчиненным регулированием по скорости»;
- Электропривод системы «Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока независимого возбуждения с подчиненным регулированием по напряжению»;
- Электропривод системы «Преобразователь частоты - асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором с регулированием по скорости».

Для выполнения лабораторных работ студенты делятся на подгруппы по 3-4 человека, подгруппы выполняют разные лабораторные работы.

Выполнение лабораторной работы включает в себя следующие этапы: устный опрос по теоретическому материалу по теме лабораторной работы, выполнение эксперимента, статистическую обработку результатов эксперимента (при необходимости), подготовку и защиту письменного отчета по лабораторной работе.

Примерный перечень вопросов, задаваемых при устном отчете:

1. Опишите конструкцию устройства, рассматриваемого в лабораторной работе.
2. Раскройте классификацию и маркировку рассматриваемых в лабораторной работе устройств.
3. Опишите принцип действия устройства, рассматриваемого в лабораторной работе.
4. Опишите преимущества и недостатки рассматриваемого устройства.
5. Раскройте область применения рассматриваемого устройства.
6. Перечислите основные характеристики рассматриваемого устройства.
7. Раскройте, от каких параметров зависят основные характеристики устройства.
8. Опишите особенности настройки и технического обслуживания рассматриваемого устройства.
9. Опишите конструкцию лабораторного стенда (при наличии)
10. Раскройте последовательность выполнения эксперимента.
11. Раскройте требования безопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении эксперимента.

Отчет по лабораторной работе оформляется на подгруппу. Отчет по лабораторной работе должен содержать название и цель лабораторной работы, фамилии и инициалы студентов, выполнивших лабораторную работу, краткое изложение основных понятий, схему лабораторной установки, результаты эксперимента, их статистическую обработку (при необходимости), вывод.

Вывод должен характеризовать результаты проведенного эксперимента, их соответствие теоретическим данным, при необходимости объяснение причин расхождения.

По результатам выполнения лабораторной работы студент может заработать от 3 до 5 баллов.

#### Шкала оценивания лабораторных работ

| Оценка<br>(стандартная) | Баллы<br>рейтинговой<br>оценки | Требования                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                       | 5,0                            | выставляется студенту, если он демонстрирует свободное владение теоретическим материалом по теме лабораторной работы, самостоятельно провел эксперимент и выполнил обработку полученных результатов, грамотно сформулировал вывод по работе                               |
| 4                       | 4,0                            | выставляется студенту, если он демонстрирует владение теоретическим материалом по теме лабораторной работы, в большей части самостоятельно провел эксперимент и выполнил обработку полученных результатов, самостоятельно сформулировал вывод по работе                   |
| 3                       | 3,0                            | выставляется студенту, если он демонстрирует владение большей частью теоретического материала по теме лабораторной работы, провел эксперимент и выполнил обработку полученных результатов с помощью преподавателя, не смог самостоятельно сформулировать вывод по работе. |
| н/з                     | 0                              | выставляется студенту, если он не демонстрирует владения большей частью теоретического материала по теме лабораторной работы, не смог провести экспериментальную часть работы или обработку полученных данных.                                                            |

Аттестация раздела по дисциплине проводится в форме тестирования. На выполнение задания отводится 30 минут. Тест – это форма контроля, направленная на проверку уровня освоения контролируемого теоретического и практического материала по дидактическим единицам дисциплины (терминологический аппарат, основные методы).

Примерный перечень тестовых заданий:

#### Тест - 1

**1. Если, один двигатель приводит в движение несколько рабочих органов то это:**

- 1) Одиночный привод;
- 2) Многодвигательный привод;
- 3) Следящий привод;
- 4) Трансмиссионный привод.

**2. Основное уравнение движения электропривода имеет вид:**

$$1) \underline{M_{\varepsilon} = M_c + M_j = \frac{M_c \cdot \partial}{\eta} + J \frac{dw}{dt}}$$

$$2) M_{\varepsilon} = M_c + M_j = \frac{M_c \cdot \partial}{\eta} + J \frac{dI}{dt}$$

$$3) M_{\varepsilon} = M_c + M_j = \frac{M_c \cdot \partial}{\eta} + \frac{dJ}{dt}$$

$$4) M_{\varepsilon} = M_c + M_j = \frac{M_c \cdot \partial}{\eta} + \frac{dJ}{dw}$$

**3. Режиму разгона двигателя соответствует условие:**

$$1) \frac{dw}{dt} = 1 \quad 2) \frac{dw}{dt} \geq 0 \quad 3) \frac{dw}{dt} < 0 \quad 4) \frac{dw}{dt} = 0$$

**4. Скоростной характеристикой электропривода называется зависимость вида:**

$$1) \omega = f(M) \quad 2) \omega = f(I) \quad 3) U = f(I) \quad 4) M = f(I)$$

**5. Для асинхронного двигателя жёсткость будет равна:**

$$1) \beta = \text{var} < 0 \quad 2) \beta = \text{var} \begin{matrix} > 0 \\ < 0 \end{matrix} \quad 3) \beta = \text{const} < 0 \quad 4) \beta = \infty$$

**6. В двигателе постоянного тока жёсткость остаётся постоянной при:**

- 1) Изменении напряжения питания;
- 2) Изменении сопротивления якорной цепи;
- 3) Изменении потока возбуждения;
- 4) Для всех искусственных характеристик.

**7. Уравнение механической характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением имеет вид:**

$$\begin{aligned} 1) \omega &= \frac{U}{\kappa\Phi} - \frac{R_{\text{я}} + R_{\text{н.я}}}{\kappa\Phi} M & 2) \omega &= \frac{U}{(\kappa\Phi)^2} - \frac{R_{\text{я}} + R_{\text{н.я}}}{(\kappa\Phi)^2} M \\ 3) \omega &= \frac{U}{\kappa\Phi} - \frac{R_{\text{я}} + R_{\text{н.я}}}{(\kappa\Phi)^2} M & 4) \omega &= \frac{I}{\kappa\Phi} - \frac{R_{\text{я}} + R_{\text{н.я}}}{(\kappa\Phi)^2} M \end{aligned}$$

**8. Механическую характеристику вида имеет:**

- 1) Электропривод с двигателем постоянного тока с параллельным возбуждением;
- 2) Электропривод с двигателем постоянного тока с последовательным возбуждением;
- 3) Электропривод с асинхронным двигателем
- 4) Электропривод с шаговым двигателем



**9. Режим короткого замыкания соответствует условию:**

$$1) M_{\text{нагр.}} = M_{\text{ном.}} \quad 2) M_{\text{нагр.}} = 0 \quad 3) M_{\text{нагр.}} < 0 \quad 4) \underline{M_{\text{нагр.}} = M_{\text{двиг.}}}$$

**10. Двигатель с возбуждением от постоянных магнитов является частным случаем:**

- 1). Двигателя с независимым возбуждением;
- 2). Асинхронного двигателя;
- 3). Двигателя с последовательным возбуждением;
- 4) Двигателя со смешанным возбуждением.

**11. Рекуперативное торможение не реализуется для:**

- 1) В электроприводе с двигателем постоянного тока с параллельным возбуждением;
- 2) В электроприводе с двигателем постоянного тока с последовательным возбуждением;
- 3) В электроприводе с асинхронным двигателем;
- 4) В электроприводе с синхронным двигателем.

**12. Граничная характеристика представляют собой:**

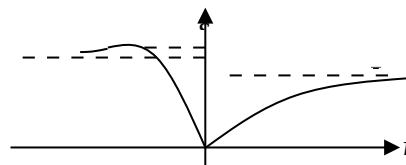
- 1) Естественную характеристику идеализированного двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением, последовательная цепь которого не имеет сопротивления;
- 2) Естественную характеристику идеализированного двигателя постоянного тока с независимым возбуждением, цепь якоря которого не имеет сопротивления;
- 3) Естественную характеристику идеализированного асинхронного двигателя, цепь ротора которого не имеет сопротивления;
- 3) Естественную характеристику идеализированного асинхронного двигателя, цепь статора которого не имеет сопротивления.

**13. Скольжение асинхронного двигателя определяется как:**

$$1) \frac{\omega - \omega_0}{\omega_0} \quad 2) \frac{\omega_0 + \omega}{\omega_0} \quad 3) \frac{\omega_0 - \omega}{\omega} \quad 4) \underline{\frac{\omega_0 - \omega}{\omega_0}}$$

**14. На рис. представлены:**

- 1) Скоростные характеристики асинхронного двигателя;
- 2) Универсальные характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением;



- 3) Переходные характеристики асинхронного двигателя;  
4) Переходные характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением;

**15. В режиме рекуперативного торможения асинхронного двигателя скольжению соответствует условие:**

- 1)  $s=0$       2)  $s<0$       3)  $s>0$       4)  $s=1$

**16. В асинхронном двигателе жёсткость остаётся постоянной при:**

- 1) Изменении напряжения питания;  
2) Изменении сопротивления ротора;  
3) Изменении частоты;  
4) Изменении сопротивления статора.

## Тест- 2

**1. Датчиком скорости является:**

- 1) Сельсин;    2) Микросин;    3) Тахогенератор;    4) Емкостной датчик.

**2. Сельсин предназначен для:**

- 1) Контроля скорости;  
2) Контроля тока;  
3) Контроля мощности;  
4) Контроля угла поворота

**3. Система «Генератор-Двигатель» осуществляет регулирование путём изменения**

- 1) Сопротивления главной цепи;  
2) Магнитного потока;  
3) Частоты питания;  
4) Питающего напряжения.

**4. В асинхронном двигателе скорость холостого хода меняется при:**

- 1) Изменении напряжения питания;  
2) Изменении сопротивления ротора;  
3) Изменении частоты;  
4) Изменении сопротивления статора.

**5. Величина  $\frac{U}{k\Phi}$  в уравнении механической характеристики двигателя**

**постоянного тока - это:**

- 1) частота вращения идеального холостого хода двигателя  
2) номинальная частота вращения двигателя  
3) минимальная частота вращения двигателя  
4) максимальная частота вращения двигателя

**6. Регулирование скорости АД изменением числа полюсов используется**

- 1) только для двигателей с фазным ротором  
2) только для двигателей с короткозамкнутым ротором  
3) и для двигателей с фазным ротором, и с короткозамкнутым ротором

**7. Регулирование скорости синхронного двигателя осуществляется:**

- 1) Изменением активного сопротивления цепи;  
2) Изменением питающего напряжения;  
3) Изменением реактивного сопротивления цепи;  
4) Изменением частоты.

**8. Периодическим переключением двигателя с двигательного режима в генераторный реализуется:**

- 1) Реостатное регулирование;  
2) Регулирование в системе «Генератор - Двигатель»;  
3) Регулирование с помощью магнитного усилителя;  
4) Импульсное регулирование.

**9. Регулирование с помощью шунтирующего сопротивления реализуется для:**

- 1) Двигателей постоянного тока;  
2) Асинхронного двигателя;  
3) Синхронного двигателя;

4) Всех типов двигателей.

**10. Регулирование скорости переключением числа пар полюсов реализуется для:**

- 1) Двигателей постоянного тока;
- 2) Двигателя постоянного тока с независимым возбуждением;
- 3) Асинхронного двигателя;
- 4) Синхронного двигателя.

**11. Коэффициентом относительности продолжительности рабочего периода характеризуется:**

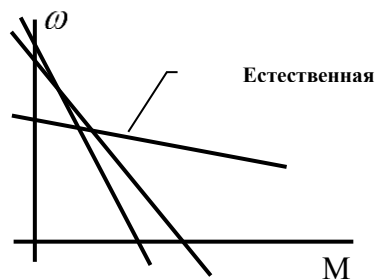
- 1) Повторно – кратковременный режим;
- 2) Кратковременный режим;
- 3) Длительный режим;
- 4) Все режимы.

**12. Коэффициент относительности продолжительности рабочего периода равен:**

$$1) \varepsilon = \frac{t_p}{t_p + t_0}; \quad 2) \varepsilon = \frac{t_p + t_0}{t_p}; \quad 3) \varepsilon = \frac{t_p}{t_p - t_0}; \quad 4) \varepsilon = \frac{t_p + t_0}{t_0}.$$

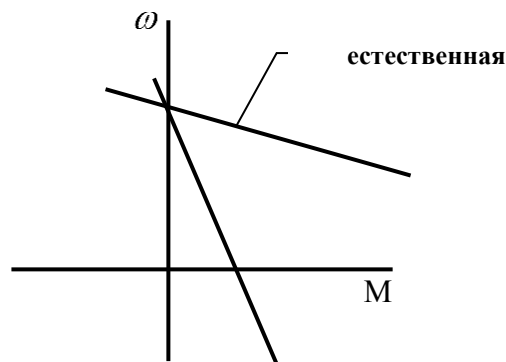
**13. Представленное семейство характеристик соответствует:**

- 1) Реостатному регулированию скорости электропривода
- 2) Регулированию скорости электропривода изменением магнитного потока
- 3) Частотному регулированию скорости электропривода
- 4) Регулированию скорости электропривода изменением питающего напряжения



**14. Представленная характеристика соответствует:**

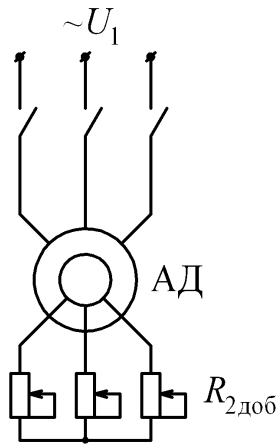
- 1) Режиму рекуперативного торможения;
- 2) Торможению изменением полярности;
- 3) Динамическому торможению с использованием добавочного сопротивления;
- 4) Динамическому торможению при условии  $M_{нагр.} > M_{к.з.}$ .



**15. На рисунке представлена схема включения двигателя при**

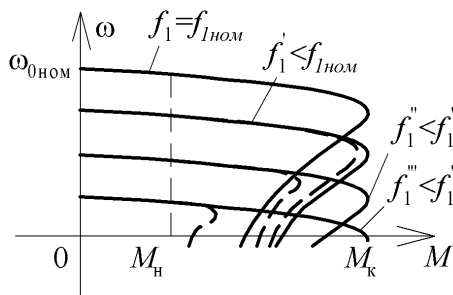
- 1) Регулирование угловой скорости АД изменением напряжения на статоре
- 2) реостатном способе регулирования угловой скорости АД
- 3) Регулирование угловой скорости Изменением числа пар полюсов АД

#### 4) Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя



#### 16. Представленное семейство характеристик соответствует:

- 1) Реостатному регулированию скорости электропривода
- 2) Регулированию скорости электропривода изменением магнитного потока
- 3) Частотному регулированию скорости электропривода
- 4) Регулированию скорости электропривода изменением питающего напряжения



Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета.

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету:

1. Классификация электроприводов по характеристике движения, по количеству двигателей, по степени управляемости.
2. Основное уравнение движения электропривода одномассовой системы для постоянного момента инерции.
3. Приведение моментов статической нагрузки, моментов инерции и жесткостей.
4. Механические характеристики
5. Виды моментов, действующих в электроприводе: движущие и тормозные. Типовые статические нагрузки: активные – нагрузки грузоподъемных механизмов, упругих тел; реактивные – нагрузки сухого, вязкого и смешанного трения, а также вентиляционная нагрузка.
6. Установившееся движение. Понятие об устойчивости установившегося движения. Графический и аналитический методы определения устойчивости.
7. Уравнение движения электропривода для двухмассовой системы. Преобразование двухмассовой системы к одномассовой системе.
8. Общие сведения о регулировании
9. Показатели качества регулирования угловой скорости электроприводов
10. Классификация электродвигателей постоянного тока (ЭПТ) по способу возбуждения
12. Тормозные режимы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением
13. Реостатное регулирование угловой скоростью двигателей постоянного тока
14. Регулирование координат изменением магнитного потока.
15. Регулирование скорости изменением напряжения на якоре
16. Система УП-Д, замкнутая по скорости
17. Замкнутая система источник тока - двигатель
18. Система УП-Д с нелинейной обратной связью по моменту.
19. Система генератор-двигатель

20. Система тиристорный преобразователь-двигатель
21. Асинхронный электродвигатели. Принцип работы
22. Механические характеристики асинхронного двигателя
23. Влияние параметров на вид механической характеристики асинхронного двигателя.
24. Тормозные режимы асинхронного двигателя.
25. *Реостатное регулирование* скорости асинхронного двигателя
26. Регулирование угловой скорости АД изменением напряжения на статоре
27. Изменение числа пар полюсов асинхронного двигателя
28. Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя
29. Потери энергии в электродвигателе
30. Нагрев и охлаждение двигателей
31. Классификация режимов работы двигателей по нагреву
32. Расчёт мощности и проверка по нагреву двигателя для *продолжительного режима работы*
33. *Расчёт мощности двигателя при неизменной нагрузке*
34. *Проверка двигателя по нагреву при переменной нагрузке*
35. Метод средних потерь
36. Методы эквивалентных величин: тока, момента, мощности
37. Проверка двигателя по нагреву для повторно-кратковременного режима работы

На зачете студент может заработать от 24 до 40 баллов.

#### Шкалы оценки образовательных достижений

| Оценка по 5-балльной шкале | Сумма баллов | Требования к знаниям на зачете                                                                                                                                                                            |
|----------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «Зачтено»                  | 36 ÷ 40      | выставляется студенту, если он полно, грамотно и без ошибок ответил на все вопросы, в том числе и дополнительные                                                                                          |
|                            | 29 ÷ 35      | выставляется студенту, если он без существенных ошибок ответил на все вопросы, однако допускал отдельные неточности или не демонстрировал достаточно глубокого знания материала                           |
|                            | 24 ÷ 28      | выставляется студенту, если он в ответах на вопросы продемонстрировал только знание основного материала, допускал существенные неточности в ответах, недостаточно технически грамотно формулировал ответы |
| «Не зачтено»               | менее 24     | выставляется студенту, если допускал неправильные ответы на поставленные вопросы или не смог ответить на часть вопросов, не смог подтвердить знание значительной части материала.                         |

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего, рубежного (по разделам) и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

| Оценка по 5-балльной шкале | Сумма баллов за разделы и зачет | Оценка ECTS |
|----------------------------|---------------------------------|-------------|
| «Зачтено»                  | 90-100                          | A           |
|                            | 85-89                           | B           |
|                            | 75-84                           | C           |
|                            | 70-74                           | D           |
|                            | 65-69                           |             |
|                            | 60-64                           | E           |

|              |          |   |
|--------------|----------|---|
| «Не зачтено» | Менее 60 | Ф |
|--------------|----------|---|

## Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### Основная литература

1. Васильев, Б. Ю. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства : учебник / Б. Ю. Васильев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-4420-5. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/139295>
2. Фролов, Ю. М. Регулируемый асинхронный электропривод : учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-2177-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102251>
3. Фурсов, В.Б. Моделирование электропривода: учебное пособие / В.Б. Фурсов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-3566-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121467>

### Дополнительная литература

4. Фролов, Ю.М. Проектирование электропривода промышленных механизмов : учебное пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1571-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/44766>
5. Епифанов, А.П. Электропривод: учебник / А.П. Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гушинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1234-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3812>
6. Никитенко, Г.В. Электропривод производственных механизмов: учебное пособие / Г.В. Никитенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-1468-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5845>
7. Фролов, Ю. М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу : учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1141-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3185>

### Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

8. <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>. Справочник электрика и энергетика.
9. <https://docplan.ru/list0.htm>. Государственные стандарты. База ГОСТ от ФГУП "Стандартинформ"
10. <https://docplan.ru/list2.htm>. База нормативно-технических документов.

### Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Занятия проводятся в учебной аудитории, предназначенной для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория оснащена необходимым оборудованием. Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях, оснащенных необходимым оборудованием.

В распоряжении обучающихся студентов имеются электронно-библиотечные системы.

### Учебно-методические рекомендации для студентов

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий 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. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

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 часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

## 2. Указания для участия на лабораторных занятиях.

Перед посещением уяснить тему лабораторного занятия и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методику проведения испытания по методическому указанию.

Перед испытанием активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой занятия.

В процессе испытания строго соблюдать правила техники безопасности.

После испытания по возможности самостоятельно проводить обработку результатов эксперимента до окончательного итога и сделать вывод по работе.

В конце занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

## 3. Самостоятельная работа студентов обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, историческими первоисточниками, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к зачету непосредственно перед ним.

Таким образом, самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом получения полноценного высшего образования.

## **Методические рекомендации для преподавателей**

### Методические указания к проведению лекций

Лекция – играет важнейшую роль в организации учебного процесса, однако, она не может оставаться в современных условиях неизменной, ни по содержанию, ни по направленности, ни по форме.

В связи с расширением и углублением содержания лекций изменяется методика их проведения, основанная на использовании различного рода структурно-логических схем, каждая из которых имеет свою содержательную суть и назначение в построении вузовской лекции. Так, функциональные схемы, раскрывающие логику того или иного педагогического процесса, явления, позволяют придать лекции демонстрационно-развивающий или установочно-нацеливающий характер. Принципиальные схемы, отражающие блочное построение материала, способствуют превращению лекции из информационно-репродуктивной в структурно-нацеливающую (или проблемно-поисковую, или обзорно-тематическую – в зависимости от темы). Мнемознаки придают лекции четкость, конкретность, краткость во введении понятийного аппарата.

Лекция – весьма экономный способ изложения основ знаний, закладывает основы понимания студентами сущности этих знаний, эмоциональное отношение к знаниям, направляет пути и способы приобретения этих знаний.

Основная дидактическая цель лекции – формирование ориентировочной основы для последующего усвоения студентами учебного материала.

Лекция, как форма преподавания в высшем учебном заведении, обладает рядом функций: обучающая; воспитывающая; развивающая; информативная.

Можно выделить и преимущества лекции:

- творческое общение лектора с аудиторией, сотворчество, эмоциональное взаимодействие;
- лекция – весьма экономный способ получения в общем виде основ знаний; лекция активизирует мысленную деятельность, если хорошо понята и внимательно прослушана, поэтому задача лектора – развивать активное внимание студентов, вызывать движение их мысли вслед за мыслью лектора.

От мастерства преподавателя зависит максимальное использование потенциальных возможностей этой ведущей формы вузовского обучения. Но процесс обучения, начинаясь на лекции, продолжается на практических занятиях и углубляется самостоятельной работой. В зависимости от места в лекционном или предметном учебном курсе выделяют вводную лекцию. Она знакомит студентов с целью и назначением курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин. Далее дается краткий обзор курса (вехи развития данной науки, имена известных ученых). В такой лекции ставятся научные проблемы, выдвигаются гипотезы, намечаются перспективы развития науки и ее вклада в практику. Во вводной лекции важно связать теоретический материал с практикой будущей работы специалистов. Далее целесообразно рассказать об общей методике работы над курсом, дать характеристику учебника и учебных пособий, ознакомить слушателей с обязательным списком литературы, рассказать об экзаменационных требованиях. Подобное введение помогает студентам получить общее представление о предмете, ориентирует их на систематическую работу над конспектами и литературой, знакомит с методикой работы над курсом.

При подготовке указанной лекций целесообразно учесть пробелы в знаниях студентов, выявленные на практических занятиях, в процессе фронтальных опросов и, как минимум, дать им установку на пути устранения пробелов, а также дальнейшее усовершенствование своей подготовки в данной области. На итоговой лекции преподаватель выделяет основные идеи курса, показывает, каким образом можно использовать полученные знания на практике и при изучении других дисциплин. Подводятся итоги изучения дисциплины, показывается ее значение в формировании научного мировоззрения, обсуждаются особенности зачета или экзамена по предмету.

Лекция-визуализация возникла как результат поиска новых возможностей реализации принципа наглядности. Психолого-педагогические исследования показывают, что наглядность не только способствует более успешному восприятию и запоминанию учебного материала, но и позволяет проникнуть глубже в существо познаваемых явлений. Это происходит за счет работы обоих полушарий, а не одного левого, логического, привычно работающего при освоении точных наук. Правое полушарие, отвечающее за образно-эмоциональное восприятие предъявляемой информации, начинает активно работать именно при ее визуализации. Визуализованная лекция представляет собой устную информацию, преобразованную в визуальную форму. Видеоряд, будучи воспринятым и осознанным, сможет служить опорой адекватных мыслей и практических действий. Преподаватель должен выполнить такие демонстрационные материалы, такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но сами выступают носителями содержательной информации. Подготовка такой лекции состоит в реконструировании, перекодировании содержания лекции или ее части в визуальную форму для предъявления студентам через ТСО или вручную (слайды, пленки, планшеты, чертежи, рисунки, схемы и т.д.).

Лекция с заранее запланированными ошибками активизировать внимание студентов; развивать их мыслительную деятельность; формировать умения выступать в роли экспертов, рецензентов и т.д. Подготовка к лекции с заранее запланированными ошибками состоит в том, чтобы заложить в нее определенное количество ошибок содержательного, методического, поведенческого характера, их список преподаватель приносит на лекцию и предъявляет студентам в конце. Подбираются наиболее типичные ошибки, которые, обычно, не выпячиваются, а, как бы, затушевываются. Задача студентов состоит в том, чтобы по ходу лекции отмечать ошибки, фиксировать их на полях и называть их в конце. На разбор ошибок отводится 5–10 минут. При этом правильные ответы называют и студенты, и преподаватель. Такая лекция одновременно выполняет стимулирующую, контрольную и диагностическую функцию, помогая диагностировать трудности усвоения предыдущего материала.

Структура зависит от особенностей учебного материала и дидактической цели; должна включать элемент целеполагания и подведения итогов. Структура лекции состоит из трех основных моментов: вводная часть, основная часть и заключительная.

Вводную часть лекции целесообразно начинать с формулировки ее темы и цели, чтобы избежать ее декларативности и неопределенности в изложении материала. Сообщение плана лекции обеспечивает на 10-12% более полное запоминание материала, чем на той же лекции, но без оглашения плана. Существует мнение, что лекция удается или проваливается в первые 10 минут. Поэтому умение овладеть вниманием слушателей уже во вводной части очень важно. Нередко, особенно в начале чтения курса, студенты настороженно встречают преподавателя,

поэтому опытные лекторы начинают вводную часть с ярких, понятных фактов, связанных с содержанием предмета и способных пробудить интерес к своей личности и читаемой дисциплине.

В основной части преподавателю необходимо излагать материал в соответствии со структурой лекции, учитывать психологические особенности восприятия лекции. Необходимо максимально использовать первые 15-20 минут – период «глубокого» внимания слушателей, далее наступают утомление и снижение внимания (максимальное падение работоспособности на 40-й минуте лекции). Наиболее, важный материал в лекции должен повторяться, создавая некоторую избыточность учебной информации, так как колебания внимания происходят каждые 2-3 мин у каждого слушателя. Целесообразно предварительно рассчитывать скорость подачи информации. Существуют правила подачи материала. Они опираются на психологическую особенность человека – восприятие. Во время основной части помогает удерживать внимание слушателей возвращение к стержневой идее. В арсенале лектора должны быть свои приемы: возможен переход на шутливый тон изложения; можно задать вопрос аудитории и попросить любого студента ответить на него; можно прочесть какую-либо цитату и в это время позволить слушателям сделать минутную гимнастику для пальцев и даже поговорить с соседом; привести интересный (или даже чаще анекдотичный) случай из практики, который вызывал бы дружный смех слушателей, моментально снимал у них усталость, давал разрядку, возможность и желание воспринимать лекционный материал дальше, но она должна быть короткой, тактичной и к месту.

Тщательно надо продумать заключительную часть лекции, повторить ее положения, а на следующей лекции начать именно с них. Заключительная часть лекции предполагает: подведение итогов; обобщение прочитанного и уже знакомого, из самостоятельно изученного студентами, материала, формулировку выводов и т.д. Здесь преследуется цель ориентировать студентов на самостоятельную работу. Для этого может быть рекомендована литература по изучаемой проблематике, разъяснено, какие вопросы выносятся на практические занятия, а какие необходимо изучить самостоятельно.

В самом конце лекции следует ответить на вопросы студентов, возможно поступившие в форме записок (о такой возможности надо предупредить студентов заранее). Со студентами, проявившими интерес к теме лекции, желательно побеседовать после ее окончания, пригласить их на консультацию для продолжения разговора. Отвечая на наивные или нелепые вопросы надо щадить самолюбие студента, малейшая бестактность при этом может привести к потере контакта с аудиторией.

Следует требовать, чтобы на лекцию в аудиторию студенты приходили за несколько минут до ее начала. Опаздывать на лекцию и входить в аудиторию после лектора большинство опытных преподавателей не разрешают. Начиная лекцию, не рекомендуется делать длительное вступление, не относящееся к теме лекции.

#### Методические указания к проведению лабораторных занятий

Лабораторные занятия интегрируют теоретико-методологические знания и практические навыки и умения студентов в едином процессе деятельности учебно-исследовательского характера. Практически все выпускники вуза должны быть подготовлены к исследовательской работе. Лабораторные работы имеют особенно ярко выраженную специфику в зависимости от конкретной специализации. На лабораторных занятиях одной из эффективных форм работы является совместная групповая работа. Такие практические занятия должны вести студентов к дальнейшей углубленной самостоятельной работе, активизировать их мыслительную деятельность, вооружать методами практической работы.

Проведением лабораторных занятий со студентами достигаются следующие цели:

- углубление и закрепление знания теоретического курса экспериментальной проверкой в лабораторных условиях изложенных в лекциях законов, положений и формул;
- приобретение навыков в научном экспериментировании, анализе полученных результатов;
- формирование первичных навыков организации, планирования и проведения научных исследований.

Формы организации лабораторного занятия зависят, прежде всего, от числа студентов, содержания и объема программного материала, числа лабораторных работ, а также от вместимости учебных помещений и наличия оборудования. В зависимости от этих условий применяют следующие формы проведения лабораторных занятий: фронтальную, по циклам, индивидуальную и смешанную (комбинированную). Фронтальная форма проведения лабораторных занятий предполагает одновременное выполнение работы всеми обучающимися. Ее

применение способствует более глубокому усвоению учебного материала, поскольку график выполнения лабораторных работ поставлен в четкое соответствие с лекциями и упражнениями. При этом обеспечивается высокий методический уровень проведения работ, так как на каждом занятии внимание преподавателя сосредоточивается лишь на одной работе. Однако эта форма требует большого количества однотипного, иногда дорогостоящего оборудования и универсальных стендов, а для их размещения - значительных лабораторных площадей. Иногда в вузах используется организация лабораторных работ по циклам. При этом работы делятся на несколько циклов, соответствующих определенным разделам лекционного курса. В один цикл объединяются 3—5 работ, осуществляемых, как правило, на однотипных стендах. Обучающиеся выполняют работы по графику, переходя от одного цикла к другому. Применительно к цикловой форме организации создаются лабораторные практикумы по дисциплинам, имеющим в программах четко обозначенные разделы примерно одинаковой продолжительности по времени. Вузы, располагающие большими возможностями по лабораторной базе, внедряют индивидуальную форму организации работ, при которой каждый студент выполняет все намеченные программой работы в определенной последовательности, устанавливаемой графиком. В этом случае студенты одновременно могут работать над различными темами. Наиболее часто в вузах используется смешанная (комбинированная) форма организации лабораторных занятий, позволяющая использовать преимущества каждой из рассмотренных выше форм.

Лабораторные работы выполняются студентами самостоятельно. Это значит, что преподаватель и состав учебной лаборатории (кафедры) в ходе занятия должны не столько контролировать, сколько осуществлять научное и методическое руководство действиями обучающихся. Руководство действиями ведется так, чтобы, с одной стороны, обеспечить проявление инициативы и самостоятельности студентов, а с другой, — держать непрерывно в поле зрения работу каждого, лишь в самых необходимых случаях приходить на помощь.

### 3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Рабочую программу составил профессор Кобзев Р.А.

Рецензент: профессор Разуваев А.В.

Программа одобрена на заседании УМКН 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Председатель учебно-методической комиссии профессор Кобзев Р.А.