

**Приложение 1 к РПД Электрические машины  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Направленность (профиль) – Высоковольтные  
электроэнергетика и электротехника  
Форма обучения – заочная  
Год набора - 2017**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Электрические машины
5.	Форма обучения	заочная
6.	Год набора	2017

**1. Методические рекомендации.**

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и лабораторные / семинарские занятия.

**1.1. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий.**

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа

или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

## **1.2. Методические рекомендации по подготовке к семинарским (практическим занятиям)**

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля

подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе семинарских занятий может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

При подготовке к семинару студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

### **1.3. Методические рекомендации по работе с литературой.**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано

указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

#### **1.4. Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзамена**

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, обучающийся ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене обучающийся демонстрирует то, что он приобрел в процессе изучения дисциплины.

В условиях применяемой в МАГУ балльно-рейтинговой системы подготовка к экзамену включает в себя самостоятельную и аудиторную работу обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену по разделам и темам дисциплины.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать не только материалы лекций, а и рекомендованные преподавателем основную и дополнительную литературу.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

#### **1.5. Методические рекомендации по подготовке доклада**

Алгоритм создания доклада:

1 этап – определение темы доклада

- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

### **1.6. Методические рекомендации по составлению глоссария**

1. Внимательно прочитайте и ознакомьтесь с текстом. Вы встретите в нем много различных терминов, которые имеются по данной теме.

2. После того, как вы определили наиболее часто встречающиеся термины, вы должны составить из них список. Слова в этом списке должны быть расположены в строго алфавитном порядке, так как глоссарий представляет собой не что иное, как словарь специализированных терминов.

3. После этого начинается работа по составлению статей глоссария. Статья глоссария - это определение термина. Она состоит из двух частей: 1. точная формулировка термина в именительном падеже; 2. содержательная часть, объемно раскрывающая смысл данного термина.

При составлении глоссария важно придерживаться следующих правил:

- стремитесь к максимальной точности и достоверности информации;
- старайтесь указывать корректные научные термины и избегать всякого рода жаргонизмов. В случае употребления такового, давайте ему краткое и понятное пояснение;
- излагая несколько точек зрения в статье по поводу спорного вопроса, не принимайте ни одну из указанных позиций. Глоссарий - это всего лишь констатация имеющихся фактов;
- также не забывайте приводить в пример контекст, в котором может употребляться данный термин;
- при желании в глоссарий можно включить не только отдельные слова и термины, но и целые фразы.

### **1.7 Рекомендации по составлению опорного конспекта**

Опорный конспект – это развернутый план ответа на теоретический вопрос. Правильно составленный опорный конспект должен содержать все то, что в процессе ответа будет устно обозначено. Это могут быть схемы, графики, таблицы.

Основные требования к содержанию опорного конспекта: полнота (в нем должно быть отражено все содержание вопроса) и логически обоснованная последовательность изложения.

*Основные требования к форме записи опорного конспекта:*

1) Лаконичность.

Опорный конспект должен быть минимальным, чтобы его можно было воспроизвести за 6 – 8 минут. По объему он должен составлять примерно один полный лист.

2) Структурность.

Весь материал должен располагаться малыми логическими блоками, т.е. должен содержать несколько отдельных пунктов, обозначенных номерами или строчными пробелами.

3) Акцентирование.

Для лучшего запоминания основного смысла опорного конспекта, главную идею выделяют рамками различных цветов, различным шрифтом, различным расположением слов (по вертикали, по диагонали).

4) Унификация.

При составлении опорного конспекта используются определённые аббревиатуры и условные знаки, часто повторяющиеся в курсе данного предмета.

5) Автономия.

Каждый малый блок (абзац), наряду с логической связью с остальными, должен выражать законченную мысль, должен быть аккуратно оформлен (иметь привлекательный вид).

6) Оригинальность.

Опорный конспект должен быть оригинален по форме, структуре, графическому исполнению, благодаря чему, он лучше сохраняется в памяти. Он должен быть наглядным и понятным.

7) Взаимосвязь.

Текст опорного конспекта должен быть взаимосвязан с текстом учебника, что также влияет на усвоение материала.

*Примерный порядок составления опорного конспекта*

- 1) Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.
- 2) Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.
- 3) Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.
- 4) Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.
- 5) Составление опорного конспекта.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме проверки выполнения графика самостоятельной работы студента, тестовых заданий, курсовой работы, промежуточный контроль в форме зачета и экзамена. Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

*Общие рекомендации*

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

*Работа с конспектом лекций*

Просмотрите конспект сразу после занятий. Отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.

Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости студентов оформлены в виде контрольных заданий по дисциплине электрические машины.

Образец теста:

Какое уравнение соответствует рабочему режиму генератора постоянного тока:

1.  $U = E + I_a \sum R_a$ ;
2.  $U = E - I_a \sum R_a$ ;
3.  $U = E_0$ ;
4.  $U = 0$ .

Для промежуточной аттестации студентов используются следующие вопросы:

- Внешние характеристики генераторов постоянного тока. Как изменится внешняя характеристика генератора с независимым возбуждением, если ее снять при условии  $n = 0,5 \cdot n_{ном}$ ,  $I_B = I_{B ном}$ .
- Нагрузочные характеристики генераторов постоянного тока. Как изменится нагрузочная характеристика генератора с параллельным возбуждением, если ее снять при условии  $n = n_{ном}$ ,  $I_a = 0,5 \cdot I_{a ном}$ .

- Регулировочные характеристики генераторов постоянного тока. Как изменится регулировочная характеристика генератора с параллельным возбуждением, если ее снять при условии  $n = 0,5 \cdot n_{\text{ном}}$ ,  $U = U_{\text{ном}}$ .
- Рабочие характеристики двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.
- Рабочие характеристики двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.
- Рабочие характеристики двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением.
- Рабочие характеристики двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.
- Способы пуска двигателей постоянного тока с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением.
- Способы регулирования частоты вращения вала двигателей с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением.
- Режим короткого замыкания силового трансформатора. Объяснить изменение характеристик короткого замыкания при изменении питающего напряжения.
- Внешние характеристики силового трехфазного трансформатора. пояснить их изменения от величины и характера нагрузки.
- Схема замещения двухобмоточного силового трехфазного трансформатора в рабочем режиме, в режиме холостого хода, в режиме короткого замыкания.
- Режим холостого хода силового трансформатора. Схема замещения трансформатора и векторная диаграмма в режиме холостого хода.
- Режим короткого замыкания силового трансформатора. Объяснить изменение характеристик короткого замыкания при изменении питающего напряжения.
- Потери в трансформаторе и коэффициент полезного действия трансформатора.
- Механическая характеристика асинхронного двигателя, как она изменится, если ее снять при  $f_1 > f_{\text{ном}}$ ,  $U = U_{\text{ном}}$ .
- Рабочая характеристика асинхронного двигателя, как она изменится, если ее снять при  $f_1 < f_{\text{ном}}$ ,  $U = U_{\text{ном}}$ .
- Рабочая характеристика асинхронного двигателя  $n_2 = f(P_2)$ , как она изменится, если ее снять при  $f_1 < f_{\text{ном}}$ ,  $U = U_{\text{ном}}$ .
- Рабочая характеристика асинхронного двигателя  $\cos\varphi_1 = f(P_2)$ , как она изменится, если ее снять при  $f_1 > f_{\text{ном}}$ ,  $U = U_{\text{ном}}$ .
- Механическая характеристика асинхронного двигателя, как она изменится, если ее построить при  $f_1 = f_{\text{ном}}$ ,  $U_1 < U_{\text{ном}}$ .
- Рабочая характеристика асинхронного двигателя  $n_2 = f(P_2)$ , как она изменится, если ее снять при  $f_1 = f_{\text{ном}}$ ,  $U_1 < U_{\text{ном}}$ .
- Упрощенная векторная диаграмма синхронного генератора с явнополюсным ротором, работающим параллельно с сетью и находящимся в перевозбужденном состоянии.
- Упрощенная векторная диаграмма синхронного генератора с неявнополюсным ротором, работающим параллельно с сетью и находящимся в недовозбужденном состоянии.
- Упрощенная векторная диаграмма синхронного генератора с явнополюсным ротором, работающим параллельно с сетью и находящимся в недовозбужденном состоянии.
- Регулировочная характеристика синхронного генератора при индуктивной нагрузке, как она изменится, если ее снять при  $U < U_{\text{ном}}$ ,  $f_1 = f_{\text{ном}}$ ,  $\varphi = \text{const}$ .
- Внешняя характеристика синхронного генератора при активно-емкостной нагрузке, как она изменится, если ее снять при  $I_B > I_{B \text{ ном}}$ ,  $n = n_{\text{ном}}$ ,  $\varphi = \text{const}$ .
- Регулировочная характеристика синхронного генератора при активной нагрузке, как она изменится, если ее снять при  $U < U_{\text{ном}}$ ,  $f_1 = f_{\text{ном}}$ ,  $\varphi = \text{const}$ .

- Статическая устойчивость синхронной машины. Как изменится статическая устойчивость, если  $I_B > I_{B \text{ ном}}$ .
- Способы регулирования частоты вращения вала синхронного двигателя.
- Способы пуска синхронных двигателей.

## Планы практических занятий

### Занятие 1. Асинхронные машины

Приобретение практических навыков расчета параметров асинхронных машин на примере следующих задач.

Задача 1. Определить значения эдс, индуцируемые вращающимся магнитным потоком  $\Phi$  в обмотке статора  $E_1$ , в неподвижном вращающемся роторах  $E_2$  и  $E_2s$ , частоту вращения ротора  $n_2$  и частоту тока в роторе  $f_2$ , если известны число последовательно соединенных витков фазы обмотки статора  $w_1$ , обмоточный коэффициент  $k_{об1}$ , число полюсов  $2p$ , частота тока  $f_1 = 50$  Гц и номинальное скольжение  $s_{ном}$ .

Величины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\Phi$ , вб $10^{-3}$	45	34	28	82	55	45	58	48	40	75
$w_1$ ,	96	100	128	48	66	46	60	80	84	40
$k_{об1}$ ,	0.96	0.9	0.94	0.86	0.9	0.96	0.84	0.9	0.96	0.9
$s_{ном}$	0.02	0.03	0.02	0.04	0.06	0.01	0.04	0.03	0.03	0.02
$2p$	4	6	8	12	2	4	6	8	6	10

Задача 2.

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, работающий от сети с частотой 50 Гц и напряжением  $U_1$  (фазное), имеет параметры, приведенные в табл. 5: номинальные мощность  $P_{ном}$ , коэффициент мощности  $\cos \phi_{1ном}$ , магнитные потери  $P_m$ , механические потери  $P_{мех}$ , активное сопротивление фазы обмотки статора  $r_1$  при рабочей температуре, активное приведенное сопротивление обмотки ротора  $r_2$ . Рассчитать данные и построить данные и построить график зависимости КПД от относительного значения полезной мощности  $\eta = f(P_2/P_{ном})$ . При этом принять добавочные потери равным  $P_{доб} = 0.005P_2$ , а коэффициент мощности считать изменяющимся в функции  $P_2/P_{ном}$ .

Величины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{ном}$ , кВт	4.0	15	45	5.5	11	30	4.0	15	110	250
$\cos \phi_{1ном}$	0.89	0.91	0.9	0.86	0.87	0.89	0.84	0.88	0.9	0.92
$U_1$ , В	220	220	220	220	220	380	220	380	380	380
$r_1$ , Ом	1.62	0.40	0.083	1.5	0.53	0.16	1.62	1.1	0.11	0.03
$r_2$ , Ом	1.4	0.2	0.043	1.2	0.28	0.06	1.4	0.4	0.02	0.01
$P_m$ . Вт	129	270	730	145	230	680	129	264	1230	1670
$P_{мех}$ . Вт	80	250	370	40	100	320	30	125	550	900

Литература: [2-10-120].

Вопросы для самоконтроля

1. Формулы для нахождения электромагнитного момента и механической характеристики асинхронной машины.
2. Как выглядят рабочие характеристики асинхронного двигателя?
3. Способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей.

Занятие 2. Синхронные машины.



Изучение конструкции и практический расчет параметров синхронных электродвигателей на примере следующих задач:

1. Имеется трехфазный синхронный генератор мощностью  $S_{ном}$  с напряжением на выходе  $U_{1ном}$  (обмотка статора соединена звездой) при частоте тока 50 Гц и частоте вращения  $n_1$ . КПД генератора при номинальной нагрузке  $\eta_{ном}$  (табл.6). Генератор работает на нагрузку с  $\cos\varphi_{ном}=0.9$ . Требуется определить активную мощность генератора при номинальной нагрузке  $P_{ном}$ , ток в обмотке статора  $I_{ном}$  требуемую первичному двигателю мощность  $P_1$  и вращающий момент  $M_1$  при непосредственном механическом соединении валов генератора и первичного электродвигателя.

Таблица 6.

Величины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S_{ном}$ , кВ А	330	400	270	470	230	600	780	450	700	500
$U_{1ном}$ , кВ	6.3	3.2	0.4	6.3	0.7	3.2	6.3	0.4	6.3	3.2
$\eta_{ном}$ , %	92	92	90	91	90	93	93	91	93	92
$n_1$ , об/мин.	1000	750	600	1000	600	500	1000	500	1000	600

Задача 2.

Трехфазный синхронных двигатель номинальной мощностью  $P_{ном}$  и числом полюсов  $2p$  работает от сети напряжением  $U_{1ном}$  (обмотка статора соединена звездой). КПД двигателя  $\eta_{ном}$ , коэффициент мощности  $\cos\varphi_{ном}$  при опережающем токе статора. Перегрузочная способность электродвигателя  $\lambda$ , а его пусковые параметры определены кратностью пускового тока  $I_{п}/I_{ном}$  и кратностью пускового момента  $M_{п}/M_{ном}$ . Значения этих величин приведены в таблице. Требуется определить: потребляемую из сети двигателем активную мощность  $P_1$  и ток  $I_{ном}$ , развиваемый двигателем при номинальной нагрузке вращающий момент  $M_{ном}$ , суммарные потери  $\Sigma P$ , пусковой момент  $M_{п}$  и пусковой ток  $I_{п}$ , а так же вращающий момент  $M_{max}$ , при котором двигатель выпадает из синхронизма.

Таблица 7.

Варианты	$P_{ном}$ . кВт	$U_{1ном}$ , кВ	$2p$	$\cos\varphi_{ном}$	$\eta_{ном}$ , %	$I_{п}/I_{ном}$	$M_{п}/M_{ном}$	$M_{max}/M_{ном}$
1	575	6.0	6	0.8	93	5	1.4	1.5
2	600	3.0	10	0.9	92	5.5	1.7	1.5
3	325	3.0	8	0.9	90	4.5	1.7	1.6
4	60	0.38	6	0.8	89	4.5	2.2	1.6
5	160	0.38	6	0.8	90	4.8	2.4	1.5

*Литература: [2-121-185].*

*Вопросы для самоконтроля*

1. Характеристика холостого хода синхронного генератора.
2. Что такое реакция якоря в синхронном генераторе и ее зависимость от характера нагрузки?
3. Охарактеризуйте параметры синхронной машины в установившемся режиме.

*Занятие 3. Машины постоянного тока.*

Определение параметров генератора постоянного тока на примере следующих задач.

Генератор постоянного тока независимого возбуждения с номинальным напряжением  $U_{ном}$  и номинальной частотой вращения  $n_{ном}$  имеют простую волновую обмотку якоря, состоящую из  $N$  проводников. Число полюсов генератора  $2p=4$ , сопротивление обмоток в цепи якоря при рабочей температуре  $\Sigma r$ , основной магнитный поток  $\Phi$ . Требуется для номинального режима генератора определить: ЭДС  $E_a$ , ток нагрузки  $I_{ном}$  полную мощность  $P_{ном}$ , электромагнитную мощность  $P_{эм}$  и электромагнитный момент  $M_{ном}$ .

Таблица 8.

Величины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
U <sub>ном</sub> , в	230	230	460	460	460	115	460	230	230	230
N <sub>ном</sub> , об/мин.	1500	2300	3000	2300	1500	1000	2300	1000	3000	2300
Σ <sub>r</sub> , Ом	0.175	0.08	0.17	0.3	0.7	0.09	0.27	0.35	0.08	0.14
N	100	118	273	234	200	80	252	114	100	138
Φ, вб 10 <sup>-2</sup>	4.8	2.6	1.7	2.6	4.8	4.5	2.4	6.1	2.4	2.2

У генератора постоянного тока параллельного возбуждения мощностью P<sub>ном</sub> и напряжением U<sub>ном</sub> сопротивление обмоток в цепи якоря Σ<sub>r</sub>. Необходимо определить электрические потери якоря и обмотки возбуждения, если в генераторе применены щетки марки ЭГ., а так же определить КПД в режиме номинальной нагрузки. Ток возбуждения принять равным I<sub>v</sub>=kI<sub>ном</sub>, где k – коэффициент тока возбуждения, а сумма магнитных и механических потерь принять равной P<sub>мех</sub>+P<sub>мех</sub> = k<sub>p</sub>P<sub>ном</sub>, где k- коэффициент постоянных потерь.

#### Двигатели постоянного тока

Знакомство с конструкцией и приобретение навыков расчета параметров двигателя постоянного тока на примере задачи:

По данным приведенным в таблице 3. Рассчитать параметры и начертить развернутую схему простой волновой (ПВ) либо простой петлевой (ПП) обмотки якоря. На схеме обозначить полюсы расставить щетки и, задавшись направлением вращения якоря, определить полярность щеток в двигательном режиме. Выполнить схему параллельных ветвей обмотки якоря и определить ее сопротивление, считая при этом сопротивление одной секции равным 0.02, (секции одновитковые).

Таблица 9.

Величины	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число пазов Z	20	25	33	32	23	24	29	30	27	28
Число полюсов, 2p	4	6	8	4	4	8	4	6	4	6
Тип обмотки	пп	пв	пв	пп	пв	пп	пв	пп	пв	пп

*Литература: [1-80-153].*

#### Вопросы для самоконтроля

1. Принцип действия и конструкция двигателя и генератора.
2. Как индуцируется ЭДС в обмотке якоря?
3. Характеристика холостого хода генератора.
4. Что такое реакция якоря?

#### Занятие 4. Актуальные проблемы электромеханики и тенденции развития электрических машин

Обретение студентами практических навыков расчета электрических машин по обобщенным уравнениям. Составление уравнений для процесса преобразования энергии в различных типах электромеханических преобразователей. Практическое построение схемы замещения обобщенной машины в координатах α,β по заданным параметрам машины.

Практический расчет главных размеров электродвигателя. Размеров активной части электродвигателя. Обмотки статора и ротора. По заданным параметрам, требуется определить основные размеры элементов электродвигателя. Знакомство с различными способами определения КПД электродвигателя. Определение КПД электродвигателя аналитическим методом по заданным параметрам.

*Литература: [1-10-79].*

*Вопросы для самоконтроля*

1. Охарактеризуйте вращающееся магнитное поле в электрических машинах и условия его создания?
2. Какие вы знаете разновидности обмоток машин переменного тока?
3. Что такое ЭДС в обмотке, обмоточный коэффициент?