Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра электромеханики

# Паспорт экзамена

по дисциплине «Электрические машины», 5 семестр

## 1. Методика оценки

Экзамен проводится в (письменной) форме, по билетам. Билет состоит из 6 вопросов и формируется по следующему правилу:

- Первые три вопроса выбираются из вопросов по дидактической единице «Трансформаторы»;
- Вторые три вопроса из вопросов по дидактической единице «Машины постоянного тока»;

Таким образом, проверяются результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе индикаторами достижения компетенций.

На экзамене преподаватель вправе задавать студенту уточняющие и дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

## **Форма** экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

**Билет № _____**
к экзамену по дисциплине «Электрические машины»

---

1. С какой целью магнитопровод трансформатора выполняется из электротехнической стали. Можно ли выполнить трансформатор на частоту 50 Гц без стального сердечника?
2. Приведите основные комплексные уравнения трансформатора и его схему замещения. Объясните физический смысл параметров схемы замещения.
3. Поясните работу автотрансформатора. Как происходит передача энергии из первичной сети во вторичную?
4. Напишите уравнение электромагнитного момента МПТ. Как он зависит от тока якоря двигателей с последовательным возбуждением?
5. Перечислите обмотки, которые может иметь МПТ. Их назначение, изображение на схеме.
6. Изобразите и поясните ход скоростных характеристик двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением при различных токах возбуждения.

Утверждаю: зав. кафедрой _ЭМ___ _____ Доцент Топорков Д.М.
(подпись)
(дата)

## 2. Критерии оценки результатов обучения, соотнесенных с уровнями освоения индикаторов достижения компетенций

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент проводит сравнительный комплексный анализ материала, выявляет проблемы, предлагает механизмы их решения, представляет количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры, не допускает ошибок. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций не содержит пробелов. Установленные в программе компетенции сформированы в полном объеме. Оценка составляет *от 35 до 40 баллов.*

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, способен представить количественные и качественные характеристики процессов. Совокупность результатов обучения по дисциплине соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит несущественные пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на базовом уровне. Оценка составляет *от 34 до 27 баллов.*

Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит пробелы. Установленные в программе компетенции сформированы на пороговом уровне. Оценка составляет *от 26 до 20 баллов.*

Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным** (ниже порогового уровня), если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, допускает принципиальные ошибки. Совокупность результатов обучения по дисциплине и соотнесенных с ними индикаторов достижения компетенций содержит существенные пробелы. Установленные в программе компетенции не сформированы. Оценка составляет *менее 20 баллов.*

## 3. Шкала оценки

Экзамен считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета составляет от 20 до 40 баллов включительно. Сумма менее 20 баллов признается неудовлетворительным результатом промежуточной аттестации по дисциплине .

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, установленными в НГТУ.

## 4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Электрические машины»

### Дидактическая единица «Трансформаторы»

1. С какой целью используются трансформаторы в системах передачи и распределения электрической энергии? Ответ обоснуйте.
2. С какой целью магнитопровод трансформатора выполняется из электротехнической стали. Можно ли выполнить трансформатор на частоту 50 Гц без стального сердечника?
3. Почему магнитопровод трансформатора выполняют шихтованным?
4. Какие типы магнитопроводов применяют в силовых трехфазных трансформаторах Опишите конструкцию магнитопровода силового трехфазного трансформатора.

5. Почему в 3-х стержневом трансформаторе с плоской магнитной системой токи в фазах при холостом ходе несимметричны? Приведите необходимые пояснения.
6. Какие типы обмоток применяют в силовых трехфазных трансформаторах, опишите их устройство.
7. Какие виды охлаждения в применяют в трансформаторах, опишите их.
8. Объясните принцип действия трансформатора.
9. Какими магнитными полями "обусловлены" реактивности $X_1, X_2', X_\mu$ ? Покажите, где они замыкаются. Какая связь существует между этими полями и соответствующими реактивностями?
10. При каких условиях справедлива формула $U_1 = 4.44\, f W_1 \Phi$
11. * Изменится ли ток холостого хода $I_0$ и амплитуда магнитной индукции $B_m$ в магнитопроводе трансформатора, если уменьшить число витков первичной обмотки при неизменном первичном напряжении? Приведите обоснование.
12. * Изменится ли ток холостого хода $I_0$ и амплитуда магнитной индукции $B_m$ в сердечнике трансформатора, если уменьшить сечение магнитопровода? Приведите доказательство вашего ответа.
13. Как влияет величина индукции в магнитопроводе на величину намагничивающего тока и потери холостого хода трансформатора?
14. Покажите, при каких условиях при синусоидальном напряжении ток холостого хода однофазного трансформатора может быть несинусоидальным?
15. Приведите основные комплексные уравнения трансформатора и его схему замещения. Объясните физический смысл параметров схемы замещения.
16. Как изменится ток и потери холостого хода при введение воздушного зазора в магнитопровод трансформатора?
17. В чем сущность "эквивалентной" замены вторичной обмотки трансформатора? Зачем и как реальная обмотка заменяется иной, с другими параметрами и другим значением тока и напряжения (приведите формулы приведенных параметров)?
18. Изобразите схему замещения трансформатора при нагрузке, поясните параметры и объясните количественные соотношения параметров.
19. Что такое "ток холостого хода" трансформатора, где он протекает в трансформаторе? От каких факторов зависит величина тока холостого хода.
20. Что такое "намагничивающий ток" трансформатора, в чём его отличие от тока холостого хода.
21. Почему $\cos\varphi_0$ в режиме х.х. трансформатора значительно меньше, чем в номинальном режиме? Объясните зависимость $\cos\varphi_0 = f(U_1)$.
22. Почему при холостом ходе трансформатора с увеличением приложенного напряжения изменяется $\cos\varphi$? Приведите доказательство вашего ответа.
23. Как и почему изменятся потери в стали 3-х фазного трансформатора, если переключить первичную обмотку с треугольника на звезду ?
24. Как определить опытным путем потери в стали магнитопровода и потери в обмотке трансформатора? Приведите необходимые пояснения.
25. Какие потери имеют место в режиме к.з. трансформатора? Объясните зависимость $P_K = f(U_1)$.
26. Что такое напряжение короткого замыкания, чем оно определяется? На какие характеристики трансформатора оказывает влияние его значение.
27. Объясните, почему величина Uk трансформатора много меньше номинального напряжения.
28. Какие рабочие свойства трансформатора можно оценить по величине напряжения короткого замыкания Uk? Приведите необходимые пояснения.

29. Как по результатам опытов ХХ и КЗ определить параметры схемы замещения трансформатора?
30. Почему при увеличении тока во вторичной обмотке трансформатора увеличивается ток в первичной?
31. Объясните построение векторной диаграммы трансформатора. Как влияет характер нагрузки на величину выходного напряжения?
32. Что такое внешние характеристики трансформатора? Как они снимаются. От чего зависит наклон внешних характеристик?
33. В каком случае и почему с ростом нагрузки увеличивается напряжение во вторичной обмотке трансформатора?
34. Объясните влияние характера нагрузки на выходное напряжение $U_2$ трансформатора?
35. Что такое “номинальное” изменение напряжения трансформатора? От каких факторов зависит его величина.
36. Какие потери в трансформаторе считаются постоянными, а какие переменными и почему?
37. Объясните энергетическую диаграмму трансформатора.
38. Почему, как правило, трансформатор имеет максимальное значение к.п.д. при нагрузке меньше номинальной? Как это достигается?
39. Что такое группа соединения трансформатора? Как ее можно определить по векторной диаграмме? Какие схемы и группы соединений трансформаторов являются стандартными?
40. Как распределится нагрузка между двумя параллельно работающими трансформаторами если их $U_K$ не равны? Приведите доказательство
41. Как и почему распределяется нагрузка между параллельно работающими трансформаторами с разными коэффициентами трансформации?
42. Какие требования предъявляются к трансформатору при параллельной работе с другими трансформаторами? К каким последствиям приводит нарушение этих требований.
43. В каких случаях и почему в фазных напряжениях трехфазных трансформаторов возникает третья гармоника э.д.с.?
44. Каковы достоинства и недостатки автотрансформатора по сравнению с трансформатором?
45. Поясните работу автотрансформатора. Как происходит передача энергии из первичной сети во вторичную?
46. В каких случаях применение автотрансформатора более выгодно по сравнению с обычным трансформатором? Почему?

**Дидактическая единица «Машины постоянного тока»**

1. Объясните принцип действия машины постоянного тока в качестве генератора.
2. Объясните принцип действия машины постоянного тока в качестве двигателя.
3. Устройство машин постоянного тока (основные элементы конструкции, их назначение).
4. Почему корпус машины постоянного тока выполняют из магнитопроводящего материала?
5. Почему сердечник якоря машины постоянного тока выполняют шихтованным?
6. С какой целью щетки МПТ устанавливают на линии геометрической нейтрали?
7. Какой паз называется элементарным и как число элементарных пазов связано с числом реальных пазов.

8. Опишите конструкцию простой петлевой обмотки (шаги, число параллельных ветвей), в каких случаях применяется этот тип обмотки?
9. Опишите конструкцию простой волновой обмотки (шаги, число параллельных ветвей), в каких случаях применяется этот тип обмотки?
10. От чего зависит величина Э.Д.С. якоря МПТ? Как можно регулировать Э.Д.С.?
11. Напишите уравнение электромагнитного момента МПТ. Как он зависит от тока якоря двигателей с последовательным возбуждением?
12. Приведите известные Вам уравнения, описывающие режимы работы двигателей параллельного возбуждения.
13. Зачем нужны уравнительные соединения и какие они бывают?
14. Какие виды обмоток якоря МПТ существуют и как выбирается тот или иной тип обмотки?
15. Как и по каким причинам изменится вращающий момент ДПТ при сдвиге щеток с линии геометрической нейтрали?
16. Какой характер носит реакция якоря в машинах постоянного тока?
17. В чем заключается “размагничивающее” действие поперечной реакции якоря машины постоянного тока?
18. Как влияет поперечная реакция якоря на магнитное поле машины постоянного тока и на напряжение между соседними коллекторными пластинами?
19. Почему обмотка дополнительных полюсов включается последовательно с обмоткой якоря?
20. Что такое компенсационная обмотка? Где она располагается? Как включается? Для чего служит?
21. Какой процесс в машинах постоянного тока называется коммутацией? Опишите этот процесс.
22. В каких случаях в машинах постоянного тока имеет место линейная “замедленная” и “ускоренная” коммутация? Почему?
23. Какую ЭДС, индуктируемую в коммутированной секции называют реактивной?
24. Перечислите и поясните известные Вам способы улучшения коммутации
25. Каковы причины искрения щёток?
26. Почему обмотка дополнительных полюсов включается последовательно с обмоткой якоря?
27. В чем роль компенсационной обмотки как средства улучшения коммутации?
28. Изобразите и объясните энергетическую диаграмму ГПТ
29. Перечислите обмотки, которые может иметь МПТ. Их назначение, изображение на схеме.
30. По какому признаку классифицируются генераторы постоянного тока?
31. Перечислите условия самовозбуждения (и объясните процесс) генератора постоянного тока с параллельным возбуждением. Почему генератор не возбуждается при нарушении этих условий?
32. Что такое нагрузочная характеристика и характеристика холостого хода ГПТ? Изобразите и объясните их вид.
33. Изобразите и объясните вид нагрузочных характеристик ГПТ при различных способах возбуждения.
34. Укажите причины изменения напряжения на якоре генератора постоянного тока с ростом тока нагрузки при различных способах возбуждения
35. Изобразите и сравните внешние характеристики генераторов постоянного тока при различных способах возбуждения
36. Изобразите и сравните регулировочные характеристики ГПТ при различных способах возбуждения.
37. Зачем предусматривают стабилизирующую обмотку в двигателях параллельного возбуждения? Ответ обоснуйте.

38. Почему стабилизирующая и компенсационная обмотки МПТ включаются последовательно с обмоткой якоря?
39. Какие характеристики служат для оценки рабочих свойств двигателей?
40. Условия устойчивой работы двигателя постоянного тока.
41. Объясните влияние сопротивления якорной цепи на вид механической характеристики ДПТ.
42. Изобразите и объясните ход механических характеристик ДПТ с различными системами возбуждения.
43. Изобразите и объясните ход скоростных характеристик ДПТ с различными системами возбуждения.
44. Изобразите и поясните ход скоростных характеристик двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением при различных токах возбуждения.
45. Изобразите и объясните ход моментных характеристик ДПТ с различными системами возбуждения.
46. Почему нельзя работающий двигатель последовательного возбуждения оставлять без нагрузки?
47. Как изменится ток, скорость, полезная мощность двигателя при увеличении тормозного момента, приложенного к валу двигателя? Почему?
48. Дайте краткую характеристику известных Вам способов регулирования частоты вращения ДПТ.
49. Как можно изменить направление вращения ДПТ? Ответ обоснуйте.
50. Какие способы торможения ДПТ вам известны , дайте краткую характеристику.
51. В чем состоит проблема пуска ДПТ? Как она решается?
52. Какие способы уменьшения пускового тока применяют в двигателях постоянного тока?
53. В чем состоят особенности пуска двигателя параллельного возбуждения?
54. Какие меры предосторожности надо соблюдать при пуске двигателей последовательного возбуждения?