

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт энергетики и природопользования

Безик В.А., Яковенко Н.И.

## **ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ**

Методические рекомендации  
по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине  
«Энергоэффективность и энергосбережение в электроустановках»  
для студентов очной и заочной форм обучения

направления подготовки  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Брянская область 2018

УДК 621.311:330.131 (076)  
ББК 31.29-5  
Б 39

Безик, В. А. Энергосбережение и энергоэффективность: методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Энергоэффективность и энергосбережение в электроустановках» для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / В. А. Безик, Н. И. Яковенко. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 16 с.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов являются обязательной частью учебно-методических комплексов учебных дисциплин, реализуемых в ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, в том числе и по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Цель изучения дисциплины «Энергоэффективность и энергосбережение в электроустановках» – формирование у магистров системы знаний и практических навыков, необходимых для решения задач в области разработки и эксплуатации современного электротехнологического оборудования на основе базовых закономерностей общей электротехники.

Рецензент: профессор, д.т.н. Погоньшев В.А.

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией института энергетики и природопользования, протокол № 6 от 10.04.2018 г.

© Брянский ГАУ, 2018  
© Безик В.А. 2018  
© Яковенко Н.И. 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Структура и содержание дисциплины «Энергоэффективность и энергосбережение в электроустановках»	7
2 Контрольные задания и критерии оценки	9
2.1 Контрольные вопросы	9
2.2 Критерии оценки	11
3 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	14

## **Введение**

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов являются обязательной частью учебно-методических комплексов учебных дисциплин, реализуемых в ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, в том числе и по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Цель изучения дисциплины «Энергоэффективность и энергосбережение в электроустановках» – формирование у магистров системы знаний и практических навыков, необходимых для решения задач в области разработки и эксплуатации современного электротехнологического оборудования на основе базовых закономерностей общей электротехники.

Цель методических рекомендаций для самостоятельной работы студентов – определить роль и место самостоятельной работы в учебном процессе; конкретизировать её уровни, формы и виды; обобщить методы и приемы выполнения определенных видов учебных заданий; объяснить критерии оценивания.

Главной целью профессионального образования является подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, теоретически подготовленного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности.

Решение поставленных практических задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов в освоении учебного материала, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

Самостоятельная работа студентов – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателей.

давателя, но без его непосредственного участия (возможно частичное непосредственное участие преподавателя при сохранении ведущей роли студентов).

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными теоретическими знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю будущей профессии, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности, ответственности и организованности, творческого и научного подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать интернет-ресурсы: проводить поиск информации в различных поисковых системах, на сайтах и в обучающих программах, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях. Для лучшего усвоения учебного материала и подготовки к занятиям предполагается активная внеаудиторная самостоятельная работа студентов с учебной литературой, с нормативными, методическими и справочными материалами.

Энергетика является технической основой современной цивилизации. Ее развитие напрямую определяет уровень, масштабы и темпы социально-экономического развития страны, а также ее безопасность.

Сегодня значение энергосберегающей политики трудно переоценить.

Разработка и реализация инновационных и инвестиционных проектов, ориентированных на техническое переоснащение и модернизацию производств, внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологий, развитие малой и альтернативной энергетики позволит свести к минимуму энергетическую зависимость.

Одним из самых действенных способов сократить влияние человека на окружающую среду является повышение эффективности использования энергии. Основную роль в повышении энергоэффективности, в рациональном использовании энергоресурсов, в уменьшении влияния человека на экологию природы занимают - энергосберегающие техника и технологии.

До 75% всей потребляемой электроэнергии на производствах используется для приведения в действие всевозможных электроприводов. Как правило, на большинстве предприятий установлены электродвигатели с большим запасом по мощности в расчете на максимальную производительность оборудования, несмотря на то, что часы пиковой нагрузки составляют всего 15-20% общего времени его работы. В результате электродвигателям с постоянной скоростью вращения требуется значительно (до 60%) больше энергии, чем это необходимо.

Мировая и отечественная инженерная практика показала, что наибольший экономический эффект при реализации программ энергосбережения дает переоснащение энергетических сетей и коммуникаций устройствами частотно-регулируемого электропривода.

В промышленно развитых странах (и в России тоже) около 2/3 всего объема потребляемой электроэнергии используется для механической работы, выполняемой электроприводом. Наиболее широко в отраслях промышленности и коммунального хозяйства используются электроприводы на базе асинхронных электродвигателей (55-60% всей потребляемой энергии).

Как правило, во многих отраслях народного хозяйства, в т.ч. ЖКХ установлены электродвигатели с большим запасом по мощности в расчете на максимальную производительность оборудования, несмотря на то, что часы пиковой нагрузки составляют всего 15-20% общего времени его работы.

В результате электродвигатели с постоянной скоростью вращения потребляют среднесуточно значительно, иногда до 60%, больше электроэнергии, чем это необходимо. Отсюда следует, что основные резервы сбережения электрической энергии заключены в широкомасштабном применении энергосберегающих электроприводов.

Наиболее радикальным, дающим большую экономию электроэнергии способом (до 30-50%) является оснащение электродвигателей частотными преобразователями, позволяющими регулировать частоту их вращения в зависимости от реальной нагрузки.

# **1 Структура и содержание дисциплины «Энергоэффективность и энергосбережение в электроустановках»**

1. Теоретические основы преобразования электрической энергии в другие виды:

1.1 Термины и определения по теме «Энергоэффективность и энергосбережение в электроустановках»

1.2 В механическую

1.3 В оптическую

1.4 В тепловую

1.5 В химическую

2. Электромеханические преобразователи электроэнергии

2.1 Двигатели постоянного тока

2.2 Двигатели переменного тока

3. Осветительные установки искусственного освещения

3.1 Лампы накаливания

3.2 Газоразрядные источники света

3.3 Светодиодные источники света

3.4 Энергоэффективные источники света

4. Облучательные установки

4.1 Типы тепличных облучательных установок

4.2 Расчет специализированных облучательных установок

4.3 Расчет облучательных установок с линейными установками излучения

4.4 Новейшие тепличные источники излучения

4.5 Технологические процессы, основанные на УФ облучениях в сельскохозяйственном производстве

4.6 Биологическое действие УФ облучений

4.7 Дозирование УФ облучения

4.8 Ультрафиолетовое облучение в технологических процессах сельскохозяйственного производства

4.9 Расчет установок для обеззараживания воздуха в помещениях, стерилизации и дезинфекции поверхностей

4.10 Энергосбережение в процессе облучения

5. Электротермические установки

5.1 Резистивный нагрев.

5.2 Индукционный нагрев

5.3 Диэлектрический нагрев

6. Ультразвуковая и магнитная обработка материалов

6.1 Ультразвук и его воздействие на физические и биологические объекты

- 6.2 Магнитострикционные преобразователи
- 6.3 Пьезокерамические преобразователи
- 6.4 Применение ультразвука
- 6.5 Магнитная обработка материалов
- 6.6 Магнитная очистка семян
  
- 7. Электродуговые установки
  - 7.1 Сварочная туга. Сварка и резка металлов
  - 7.2 Электродуговые печи
  
- 8. Обработка электрическим током
  - 8.1 Обработка кормов электрическим током
  - 8.2 Обеззараживание сельскохозяйственных сред и оборудования
  - 8.3 Применение электроэнергии в ветеринарии
  
- 9. Электроимпульсная и электроионная технологии
  - 9.1 Электрические разряды и их использование в электротехнологиях
  - 9.2 Электроимпульсная технология
  - 9.3 Электрические ионизаторы воздуха
  
- 10. Ультразвуковая и магнитная обработка материалов
  - 10.1 Ультразвук и его воздействие на физические и биологические объекты
  - 10.2 Магнитострикционные преобразователи
  - 10.3 Пьезокерамические преобразователи
  - 10.4 Применение ультразвука
  - 10.5 Магнитная обработка материалов
  - 10.6 Магнитная очистка семян
  
- 11. Электрохимические установки
  - 11.1 Гальванопластика
  - 11.2 Гальваностегия
  
- 12. Энергосбережение и энергоэффективность в электроустановках

## **2 Контрольные задания и критерии оценки**

### **2.1 Контрольные вопросы**

1. Энергетическая стратегия развития России.
2. Энергоэффективность в системах электроснабжения и электроустановках.
3. Электроэнергетические и электрические системы.
4. Общая характеристика электрических сетей.
5. Устройство наружных электрических сетей.
6. Классификация электрических сетей.
7. Энергосбережение в системах электроснабжения.
8. Конструкции и условия работы воздушных ЛЭП.
9. Кабельные линии электропередач. Преимущества и недостатки.
10. Параметры установившегося режима воздушных и кабельных линий.
11. Токопроводы внутренних электрических сетей предприятий.
12. Пропускная способность ЛЭП переменного тока.
13. Нагрузки электрических сетей.
14. Критерии качества электрической энергии систем электроснабжения.
15. Конструктивные параметры ЛЭП.
16. Оптимизация режимов работы ЛЭП.
17. Уравнения режимов работы ЛЭП.
18. Особенности ЛЭП постоянного тока.
19. Потеря напряжения в распределительных сетях.
20. Справочные параметры силовых трансформаторов.
21. Параметры схем замещения трансформаторов.
22. Обеспечение показателей качества электрической энергии в сети.
23. Влияние качества электроэнергии на работу электрооборудования.
24. Качества электроэнергии и качество продукции предприятий.
25. Качества электроэнергии и энергосбережение.
26. Социальные проблемы качества электроэнергии.
27. Учёт фактора надёжности при проектировании электросетей.
28. Требования к надёжности электрических сетей.

29. Надёжность электроэнергетических сетей и систем.
30. Экономия электроэнергии в шинах.
31. Методы расчёта потерь электроэнергии.
32. Эффективность и экономический расчёт.
33. Снижение потерь и рациональное использование электроэнергии.
34. Режим и режимные параметры ЛЭП.
35. Влияние потоков реактивной мощности на электрической сети
36. Источники реактивной мощности в электрической сети.
37. Выбор мощности компенсирующих устройств.
38. Показатели энергетической эффективности.
39. Особенности эксплуатации синхронных компенсаторов.
40. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности.
41. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети.
42. Трансформаторы без регулирования под нагрузкой (ПБВ).
43. Трансформаторы с регулированием напряжения под нагрузкой (с РПН).
44. Расчётные схемы электрических сетей.
45. Характеристика замкнутых сетей.
46. Расчёты режимов работы замкнутых сетей.
47. Расчёты режимов работы линий с двухсторонним питанием.
48. Методы расчета нормативных (технологических) потерь при транспортировке электроэнергии.
49. Основы оптимизации режимов. Оптимальное управление режимами.
50. Эффективность управления. Задачи оптимизации. Информация в управлении.
51. Информационное моделирование режимных задач. Математическое моделирование.
52. Комплексная оптимизация энергетических и электрических режимов.
53. Наивыгоднейшее распределение нагрузки потребителей в энергосистеме.
54. Задачи распределения нагрузки. Условия распределения в тепловой и гидротепловой системах.
55. Распределение нагрузки между агрегатами станций. Распределение реактивной нагрузки.

56. Оптимизация использования водных ресурсов ГЭС. Задачи оптимизации.

57. Методы оптимизации режимов одиночной ГЭС и ГЭС, работающих в каскаде.

## **2.2 Критерии оценки**

### **Критерии оценки компетенций.**

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Энергоэффективность и энергосбережение в электроустановках» проводится в соответствии с Уставом Университета, Положением о форме, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. Промежуточная аттестация по дисциплине «Энергоэффективность и энергосбережение в электроустановках» проводится в соответствии с учебным планом в 8 семестре в форме экзамена. Студенты допускаются к экзамену по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине: выполнения всех заданий и мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Оценка знаний студента на экзамене носит комплексный характер, является балльной и определяется его:

- ответом на экзамене;
- результатами автоматизированного тестирования знания основных понятий;
- активной работой на практических и лабораторных занятиях.
- и т.п.

Знания, умения, навыки студента на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### ***Оценивание студента на экзамене***

**Пример оценивания студента на экзамене по дисциплине «Энергоэффективность и энергосбережение в электроустановках».**

Знания, умения, навыки студента на экзамене оцениваются оценками: «отлично» - 13-15, «хорошо» - 10-12, «удовлетворительно» - 7-9, «неудовле-

творительно» - 0. Оценивание студента на экзамене по дисциплине «Актуальные вопросы современных систем электроснабжения».

### Оценивание студента на экзамене

Оценка	Баллы	Требования к знаниям
«отлично»	15	- Студент свободно справляется с решением практических задач, причем не затрудняется с решением при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает на экзамене, умеет тесно увязывать теорию с практикой.
	14	- Студент свободно справляется с решением практических задач, причем не затрудняется с решением при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы.
	13	- Студент справляется с решением практических задач, причем не затрудняется с решением при видоизменении заданий, при этом при обосновании принятого решения могут встречаться незначительные неточности, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы.
«хорошо»	12	- Студент справляется с решением практических задач, однако видоизменение заданий могут вызвать некоторое затруднение, правильно обосновывает принятое решение, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы.
	11	- Студент справляется с решением практических задач, однако видоизменение заданий могут вызвать некоторое затруднение, при этом при обосновании принятого решения могут встречаться незначительные неточности, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы.
	10	- Студент справляется с решением практических задач, однако видоизменение заданий могут вызвать некоторое затруднение, при этом при обосновании принятого решения могут встречаться незначительные неточности, в основном знает материал, при этом могут встречаться незначительные неточности в ответе на вопросы.
«удовлетворительно»	9	- Студент с трудом справляется с решением практических задач, теоретический материал при этом может грамотно изложить, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы.
	8	- Студент с большим трудом справляется с решением практических задач, теоретический материал при этом может грамотно изложить, не допуская существенных неточностей в ответе на вопросы.
	7	- Студент с большим трудом справляется с решением практических задач, теоретический материал при этом излагается с существенными неточностями.
«неудовлетворительно»	0	- Студент не знает, как решать практические задачи, несмотря на некоторое знание теоретического материала.

Основная оценка, идущая в ведомость, студенту выставляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой. Основой для определения оценки служит уровень усвоения студентами материала, предусмотренного данной рабочей программой.

**Оценивание студента по балльно-рейтинговой системе дисциплины «Энергоэффективность и энергосбережение в электроустановках»:**

Активная работа на лабораторно-практических занятиях оценивается действительным числом в интервале от 0 до 100 по накопительной системе с учетом объема и качества выполненных работ:

Посещение занятия – 1 балл;

Выполнение лабораторного занятия – до 4 баллов;

Выполнение практического задания – до 4 баллов;

Защита отчета по лабораторной работе – до 4 баллов;

Защита отчета практического задания – до 4 баллов;

Активность и правильность ответов на практическом занятии – до 4 баллов.

Набранное количество баллов отражается в результатах промежуточных аттестаций в семестре. Максимальное число набранных баллов – 100. При достижении 85 и более баллов студент претендует на автомат на экзамене. Программа считается выполненной при достижении более 55 баллов.

Результирующая оценка на экзамене выставляется в соответствии с формулой

$$Оц = \frac{\frac{A}{5} + \frac{B - 55}{15} + \frac{(B - 4)}{3} + \Gamma}{4} + 2$$

где А – балл, полученный при ответе на теоретические вопросы,

В – рейтинг работы студента в течении семестра,

В – количество правильных ответов на тестовое задание (общее число тестовых вопросов – 10),

Г – оценка решения задачи (от 1 до 3 баллов).

### 3 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

	Авторы	Заглавие	Издательство, год	Количество
<b>Основная литература</b>				
1	Щербаков Е.Ф., Александров Д.С., Дубов А.Л.	Электроснабжение и электропотребление в сельском хозяйстве: учебное пособие // Электронно-библиотечная система «Лань» [сайт].	СПб.: Лань, 2018. 392 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/106880">https://e.lanbook.com/book/106880</a> (дата обращения: 06.11.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭБС
2	/ В.В. Денисов, И.А. Денисова, Т.И. Дрововозова, А.П. Москаленко; под ред. В.В. Денисова.	Основы природопользования и энергоресурсосбережения: учебное пособие. 2-е изд., стер. // Электронно-библиотечная система «Лань» [сайт].	СПб.: Лань, 2019. 408 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/113632">https://e.lanbook.com/book/113632</a> (дата обращения: 06.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭБС
3	Гордеев А.С., Огородников Д.Д., Юдаев И.В.	Энергосбережение в сельском хозяйстве: учебное пособие // Электронно-библиотечная система «Лань» [сайт]	СПб.: Лань, 2014. 384 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/42193">https://e.lanbook.com/book/42193</a> (дата обращения: 06.11.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭБС
<b>Дополнительная литература</b>				
	Авторы	Заглавие	Издательство, год	Количество
1	Хорольский В.Я., Таранов М.А., Ефанов. А.В.	Экономия электроэнергии в сельских электроустановках: учебное пособие // Электронно-библиотечная система «Лань» [сайт].	СПб.: Лань, 2017. 272 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/93707">https://e.lanbook.com/book/93707</a> (дата обращения: 06.11.2019). – Режим доступа: для	ЭБС
2	Ф.Д. Косоухов, Н.В. Васильев, А.Л. Борошнин, А.О. Филиппов.	Энергосбережение в низковольтных электрических сетях при несимметричной нагрузке: монография // Электронно-библиотечная система «Лань» [сайт].	СПб.: Лань, 2016. 280 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/75512">https://e.lanbook.com/book/75512</a> (дата обращения: 06.11.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.	ЭБС

Методические разработки				
	Авторы	Заглавие	Издательство, год	Количество
1	Крылов Ю.А., Карандаев А.С., Медведев В.Н.	Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/10251/#1">https://e.lanbook.com/reader/book/10251/#1</a>	СПб.: С-Петерб. гос. ун-т, 2013.	ЭБС
2	Протасевич А.М.	Энергосбережение в системах теплогоснабжения вентиляции и кондиционирования воздуха <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/2938/#2">https://e.lanbook.com/reader/book/2938/#2</a>	М.: РИОР: ИН- ФРА-М, 2012	ЭБС

Учебное издание

Безик Валерий Александрович  
Яковенко Николай Иванович

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Методические рекомендации  
по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине  
«Энергоэффективность и энергосбережение в электроустановках»  
для студентов очной и заочной форм обучения

направления подготовки  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 11.11.2019 г. Формат 60x84. 1/16.  
Бумага офсетная. Усл. п. 0,93. Тираж 25 экз. Изд. № 6539.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ