

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. О. Задорожный

ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Учебно-методическое пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студентов магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль программы «Электроснабжение»

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»
М. С. Харитонов

Задорожный, А. О.

Основы интеллектуальных технологий в электроэнергетике: учеб.-методич. пособие – локальный электронный методический материал по изучению дисциплины для студ. магистратуры по направлению подгот. 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль программы «Электроснабжение» / **А. О. Задорожный.** – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 17 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины содержится рекомендации по изучению теоретического материала и самостоятельной подготовке, дано описание видов текущего контроля, критерии оценок и условия допуска к текущей и промежуточной аттестации.

Табл. – 2, список лит. – 8 наименований

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства 28.06.2023 г., протокол № 10

Оглавление

Введение	4
1. Тематический план дисциплины	7
2. Содержание дисциплины.....	7
Тема 1. Суть и методология энергетического форсайта	7
Тема 2. Новый «электрический мир»	8
Тема 3. Концепция электроэнергетической системы будущего	8
Тема 4. Новая электрическая генерация	9
Тема 5. Инновационная электросетевая инфраструктура.....	9
Тема 6. Новые электротехнические преобразователи в высоковольтных и слаботочных связях	10
Тема 7. Когнитивное и интеллектуальное управление в электроэнергетике	10
3. Материалы для практических занятий.....	12
4. Материалы для контрольной работы	14
5. Методические указания по самостоятельной работе студентов	15
Библиографический список.....	16

Введение

Дисциплина «Основы интеллектуальных технологий в электроэнергетике» входит в состав основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль программы «Электроснабжение».

Целью освоения дисциплины является формирование фундаментальных знаний о применяемых интеллектуальных технологиях в электросетевом комплексе для достижения соответствующих умений и компетенций.

Задачи изучения дисциплины:

- приобретения знаний о существующих цифровых технологиях в электроэнергетике, опыте их использования и перспективах дальнейшего развития в отечественной и зарубежной практике;
- получения способности объективно оценивать преимущества и недостатки применения цифровых технологий в области электроэнергетики;
- освоение методов обработки полученной информации и способов их систематизации;

По завершении изучения дисциплины у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

Знать:

- фундаментальные основы о существующих и перспективных интеллектуальных технологиях, и особенностях их применения в электросетевом комплексе;
- структуру интеллектуальных энергетических систем и её элементов с учетом инновационного потенциала.

Уметь:

- анализировать корпоративные и технологические процессы предприятия электросетевого комплекса и планировать внедрение и применение интеллектуальных технологий для оптимизации работы предприятия.

Владеть:

- методами внедрения интеллектуальных технологий в корпоративные и технологические процессы энергетических компаний;
- нормативными аспектами применения интеллектуальных технологий в электросетевом комплексе.

Структура учебно-методического пособия

Структура учебно-методического пособия включает тематический план дисциплины, содержание каждой темы дисциплины, вопросы для обсуждения и

самоконтроля, указания для самостоятельной работы студентов, задания для практических занятий по дисциплине, задания по контрольной работе, библиографический список.

Текущая и промежуточная аттестация студентов

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания (для студентов всех форм обучения);
- задания для практических занятий (для студентов всех форм обучения);
- задания по контрольной работе (для студентов заочной формы обучения).

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы интеллектуальных технологий в электроэнергетике» в форме зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

Тестовые задания по дисциплине используются для оценки освоения студентами тем дисциплин модуля. Тестирование обучающихся проводится на занятиях после изучения на лекциях соответствующих разделов. По итогам выполнения тестовых заданий оценка выставляется по пятибалльной шкале в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

По дисциплине предусмотрены практические занятия, на которых студенты выступают с докладами по актуальным вопросам цифровых технологий в электроэнергетике. Результаты выступлений с докладами оцениваются по системе «зачтено / не зачтено» в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Для студентов заочной формы обучения предусмотрена контрольная работа. Задание для контрольной работы обучающиеся получают в начале семестра. Защита контрольной работы проводится по содержанию работы. В ходе защиты оценивается степень владения студента предметной областью и соответствующим методологическим аппаратом. По итогам выполнения и защиты контрольной работы оценка выставляется по пятибалльной шкале в соответствии с критериями, представленными в таблице 1.

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не	Обладает минимальным набором знаний,	Обладает набором знаний, достаточным для	Обладает полной полнотой знаний и

изучаемых объектов	может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	системного взгляда на изучаемый объект	системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

1. Тематический план дисциплины

Темы занятий приведены в таблице 2. На изучение каждой темы дисциплины выделяется 2 академических часа лекционных занятий. Общее количество лекционных занятий по дисциплине составляет 14 академических часов для очной формы и 6 академических часов для заочной формы обучения.

Таблица 2 – Название и номер темы занятий по дисциплине

Номер темы	Название темы
Тема 1	Суть и методология энергетического форсайта
Тема 2	Новый «электрический мир»
Тема 3	Концепция электроэнергетической системы будущего
Тема 4	Новая электрическая генерация
Тема 5	Инновационная электросетевая инфраструктура
Тема 6	Новые электротехнические преобразователи в силовых и слабых связях
Тема 7	Когнитивное и интеллектуальное управление в электроэнергетике

2. Содержание дисциплины

Тема 1. Суть и методология энергетического форсайта

Ключевые вопросы темы:

1. Интеллектуальное прогнозирование в энергетике
2. Прогнозирование технологических циклов в энергетике в динамике развития
3. Технологические революции, экономика и энергетика

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Динамика интенсивности мирового инновационного процесса;
2. Электроэнергетическая система будущего;
3. Новая технологическая революция.

Рекомендуемая литература:

1. Учебник 4 СДТО. О цифровизации и цифровой трансформации: [учебник] / Аз-Зари Хусейн, М. Аншина, В. Ананьин [и др.]; гл. ред. С. Кирюшин; Клуб топ-менеджеров 4СЮ. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва, 2021.

Тема 2. Новый «электрический мир»

Ключевые вопросы темы:

1. Энергетика как новая цивилизационная система
2. Роль электрической энергии в повышении качества жизни населения
Приоритеты внедрения интеллектуальной энергетики
3. Электровооруженность промышленности как фактор качественного скачка в росте производительности труда
4. Электрификация транспорта – экономические, экологические и социально-психологические аспекты
5. Инновации в энергоэффективном городе

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Электрификация промышленного производства;
2. Динамика основных показателей в промышленности России;
3. Динамика основных показателей в промышленности за рубежом;
4. Электровооруженность труда в промышленности России;
5. Цены приобретения и годовые расходы на автомобиль и электромобиль.

Рекомендуемая литература:

1. Грабчак, Е. П. Цифровая трансформация электроэнергетики / Е. П. Грабчак. – Москва: КноРус, 2018. – 337 с.

Тема 3. Концепция электроэнергетической системы будущего

Ключевые вопросы темы:

1. Энергетика как инфраструктурная «система систем»
2. Интегрированные энергетические системы
3. Интеграция мировой электроэнергетики – путь к созданию глобального энергообъединения
4. Роль гидроэнергетических ресурсов России в перспективном развитии инфраструктурной сети и энергетических рынков Евразии
5. Активные потребители в интеллектуальной электроэнергетической системе

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. ТЭК агломерации как пример инфраструктурной метасистемы;
2. Перспективность энергомоств;
3. Условия обеспечения активности потребителя:

4. Принципиальные различия системы и «системы систем».

Рекомендуемая литература:

1. Цифровая энергетика: новая парадигма функционирования и развития / под ред. Н.Д. Рогалева. – Москва: Издательство МЭИ, 2019. – 300 с.
2. Грабчак, Е. П. Цифровая трансформация электроэнергетики / Е. П. Грабчак. - Москва: КноРус, 2018. – 337 с.

Тема 4. Новая электрическая генерация

Ключевые вопросы темы:

1. Электрогенерация на органическом и атомном топливе
2. Когенерация и тригенерация в электроэнергетике
3. Централизованная и распределенная генерация – не альтернатива, а интеграция
4. Возобновляемые источники энергии и их роль в электрификации страны

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Принципиальная тепловая схема ПГУ для совместного производства электроэнергии, тепла и холода;
2. Состав технологий распределенной генерации энергии;
3. Динамика показателей возобновляемой энергетики мира.

Рекомендуемая литература:

1. Цифровая энергетика: новая парадигма функционирования и развития / под ред. Н.Д. Рогалева. – Москва: Издательство МЭИ, 2019. – 300 с.

Тема 5. Инновационная электросетевая инфраструктура

Ключевые вопросы темы:

1. Энергетическая инфраструктура
2. Особенности развития интеллектуальных энергосистем с учетом фактора надежности
3. Инновации в электросетевом комплексе
4. Системные накопители энергии
5. Системы управления перетоками мощности в электроэнергетических системах
6. Новые свойства будущих электроэнергетических систем

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Основные вызовы современности, оказывающие большое влияние на характер развития электроэнергетики;
2. Инновации в области электропередачи;
3. Определение основных областей применения СНЭ;
4. Организация регулирования частоты.

Рекомендуемая литература:

1. Цифровая энергетика: новая парадигма функционирования и развития / под ред. Н.Д. Рогалева. – Москва: Издательство МЭИ, 2019. – 300 с.

Тема 6. Новые электротехнические преобразователи в высоковольтных и слаботочных связях

Ключевые вопросы темы:

1. Перспективные направления развития высоковольтного электротехнического оборудования для электроэнергетики
2. Токоограничители для высоковольтных электрических сетей
3. Гибридная система накопления энергии для электроэнергетических систем на базе литий-ионных аккумуляторов и суперконденсаторов

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Структура генерирующих мощностей на электростанциях ЕЭС России;
2. Удельные стоимости накопителей – аккумуляторных, гибридных и суперконденсаторных.
3. Концепция развития электроэнергетики России.

Рекомендуемая литература:

1. Грабчак, Е. П. Цифровая трансформация электроэнергетики / Е. П. Грабчак. - Москва: КноРус, 2018. – 337 с.

Тема 7. Когнитивное и интеллектуальное управление в электроэнергетике

Ключевые вопросы темы:

1. Человек как творческое начало инновационной электроэнергетики
2. Ключевые экономические агенты в инновационной экосистеме в электроэнергетике и процесс их взаимодействия
3. Алгоритмы живучести и самовосстановления интеллектуальных электроэнергетических систем

4. Краткосрочное прогнозирование параметров ЭЭС на базе интеллектуальных моделей
5. Мониторинг и управление режимной надежностью ЭЭС на базе технологий искусственного интеллекта
6. «Облачная» структура энергоинформационных систем

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Предлагаемый подход к обработке информационных потоков при мониторинге и управлении режимами ИЭС;
2. Онтология облачных вычислений;
3. Принципы работы мультиагентной системы;
4. Основные модели облачных сервисов.

Рекомендуемая литература:

1. Остроух, А.В. Интеллектуальные информационные системы и технологии: Монография / А.В. Остроух, Н.Е. Суркова. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2015. – 370 с.
2. Бартоломей, П.И. Электроэнергетика: информационное обеспечение систем управления: учебное пособие для вузов / П.И. Бартоломей, В.А. Тацилин; под научной редакцией А. А. Суворова. — Москва: Издательство Юрайт, 2019; Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. — 109 с.

3. Материалы для практических занятий

На практических занятиях студенты выступают с докладами по актуальным вопросам цифровых технологий в электроэнергетике. Для выступления студент готовит презентационный материал и текст доклада. По завершению доклада студенту могут быть заданы уточняющие вопросы по тематике доклада. Результаты выступления с докладом оцениваются по системе «зачтено / не зачтено» в соответствии с критериями, представленными в таблице 1. Ниже приведен примерный перечень тем для подготовки докладов:

Тема 1. Интеллектуальные технологии в энергетике

1. Технологические революции, экономика и энергетика
2. Роль электрической энергии в повышении качества жизни населения
3. Электрификация транспорта – экономические, экологические и социально-психологические аспекты
4. Инновации в энергоэффективном городе

Тема 2. Концепция электроэнергетической системы будущего

1. Энергетика как инфраструктурная «система систем»
2. Интегрированные энергетические системы
3. Роль гидроэнергетических ресурсов России в перспективном развитии инфраструктурной сети и энергетических рынков Евразии
4. Активные потребители в интеллектуальной электроэнергетической системе

Тема 3. Новая электрическая генерация

1. Современные подходы к централизованной и распределенной генерации
2. Когенерация и тригенерация в электроэнергетике
3. Возобновляемые источники энергии и их роль в электрификации страны
4. Гибридные системы накопления энергии для электроэнергетических систем на базе литий-ионных аккумуляторов и суперконденсаторов

Тема 4. Инновационная электросетевая инфраструктура

1. Особенности развития интеллектуальных энергосистем с учетом фактора надежности
2. Инновации в электросетевом комплексе
3. Системные накопители энергии
4. Системы управления потоками мощности в электроэнергетических системах

Тема 5. Когнитивное и интеллектуальное управление в электроэнергетике

1. Ключевые экономические агенты в инновационной экосистеме в электроэнергетике и процесс их взаимодействия
2. Алгоритмы живучести и самовосстановления интеллектуальных электроэнергетических систем
3. Краткосрочное прогнозирование параметров электроэнергетических систем на базе интеллектуальных моделей
4. Мониторинг и управление режимной надежностью электроэнергетических систем на базе технологий искусственного интеллекта

4. Материалы для контрольной работы

Задание по контрольной работе, выполняемой студентами заочной формы обучения, предполагает подготовку индивидуального задания в форме реферата на заданную тему. Подготовка работы осуществляется студентом самостоятельно на основе анализа данных из открытых источников, в том числе источников научно-технической информации.

Темы индивидуальных заданий:

1. Активно-адаптивные сети
2. Концепция цифровой подстанции
3. Применение методов искусственного интеллекта в управлении режимами электроэнергетических систем
4. Элементы нейронных сетей в электроэнергетике
5. Каналы передачи данных систем учёта электроэнергии
6. Оптические трансформаторы
7. Взаимодействие субъектов оптового рынка электроэнергии
8. Оптоволоконные сети передачи данных в энергетике
9. Управление спросом в электроэнергетике
10. Тарифное регулирование на розничном рынке электроэнергии
11. Перспективы использования возобновляемых источников энергии.
12. Тенденции развития мировой и Российской энергетики
13. Технологии распределенной генерации
14. Концепция интеллектуальных систем в энергетике
15. Концепция умных сетей в системах электроснабжения
16. Коммуникационные технологии в умных сетях
17. Динамическое управление электросетями
18. Технология гибких линий
19. Проблемы функционирования возобновляемых источников в энергосистеме
20. Системы поддержки принятия решений в энергетике

5. Методические указания по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая работа, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, является одним из основных видов деятельности обучающихся. Самостоятельная работа студентов включает в себя изучение лекционного материала и первоисточников, подготовку ко всем видам аудиторных занятий, текущему контролю и промежуточной аттестации.

Целью самостоятельной работы является более глубокое изучение студентами отдельных вопросов дисциплины с использованием рекомендуемой дополнительной литературы и других информационных источников.

Задачами самостоятельной работы обучающихся являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умения использовать научно-техническую, нормативную и справочную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, ответственности и организованности.

Основными формами внеаудиторной самостоятельной работы, используемыми при изучении дисциплины, являются:

- изучение программного материала дисциплины (работа с учебником, конспектом лекции и иными информационными ресурсами);
- изучение и конспектирование рекомендуемых источников;
- работа с электронными информационными ресурсами;
- работа с компьютерными программами;
- получение консультаций по вопросам изучаемой дисциплины;
- подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации обучающиеся могут воспользоваться электронной библиотекой Университета, где имеется возможность получить доступ к учебно-методическим материалам как библиотеки Университета, так и иных электронных библиотечных систем. Также студенты могут взять на дом необходимую литературу на абонементе или воспользоваться читальным залом. Ответы на вопросы, выносимые для самостоятельного изучения (повторения), должны быть кратко законспектированы в тетради для лекций.

Библиографический список

1. Остроух, А.В. Интеллектуальные информационные системы и технологии: Монография / А.В. Остроух, Н.Е. Суркова. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2015. – 370 с.
2. Цифровая энергетика: новая парадигма функционирования и развития / под ред. Н.Д. Рогалева. – М.: Издательство МЭИ, 2019. – 300 с.
3. Бартоломей, П.И. Электроэнергетика: информационное обеспечение систем управления: учебное пособие для вузов / П.И. Бартоломей, В.А. Тащилин; под научной редакцией А. А. Суворова. — Москва: Издательство Юрайт, 2019; Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та. — 109 с.
4. Учебник 4 СДО. О цифровизации и цифровой трансформации: [учебник] / Аз-Зари Хусейн, М. Аншина, В. Ананьин [и др.]; гл. ред. С. Кирюшин; Клуб топ-менеджеров 4СЮ. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва, 2021.
5. Грабчак, Е. П. Цифровая трансформация электроэнергетики. / Е. П. Грабчак. - Москва: КноРус, 2018. – 337 с.
6. Корнев, А. В. Проблемы трансформации системы законодательства в условиях развития цифровых технологий. Монография / А. В. Корнев. - Москва: Проспект, 2021. – 176 с.
7. Втюрин В.А. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Основы АСУТП: Учебное пособие для студентов специальности 220301 "Автоматизация технологических процессов и производств". - СПб: СПбГЛТА. 2006. - 152 с.
8. Кулагин, В. Настольная книга по цифровизации бизнеса / Владимир Кулагин, Александр Сухаревски, Юрген Мефферт. Москва: Интеллектуальная Литература, 2019. -293 с.

Локальный электронный методический материал

Андрей Олегович Задорожный

ОСНОВЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 1,2. Печ. л. 1,1

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1