

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)**

УТВЕРЖДАЮ

**Директор института энергетики,
информационных технологий
и управляющих систем**

**А.В. Белоусов**

«26» мая 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Энергетические системы и комплексы»

Научная специальность:

2.4.5. Энергетические системы и комплексы


Форма обучения: очная

Белгород 2022

Рабочая программа дисциплины «Энергетические системы и комплексы» составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов, утвержденными приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

Составитель: д-р техн. наук, доц.  /П.А. Трубаев/


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Энергетика теплотехнологии» 12 мая 2022 г., , протокол № 10.

Заведующий кафедрой, канд. техн. наук, доц.  /Ю.В. Васильченко/

Рабочая программа согласована на базовой кафедре по группе научных специальностей «Энергетика и электротехника» – кафедре Электроэнергетики и автоматики 14 мая 2022 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой, канд. техн. наук, доц. _____ /А.В. Белоусов/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института ЭИТУС 26 мая 2022 г., протокол № 9.

Председатель, канд. техн. наук, доц.  /А.Н. Семернин/

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень сокращений, используемых в тексте рабочей программы дисциплины	4
2. Цель изучения дисциплины.....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
4. Объем дисциплины	5
5. Содержание дисциплины	5
6. Ресурсное обеспечение	6
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины	6
8. Основная и дополнительная литература.....	7
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	10
10. Перечень лицензионного программного обеспечения	11
11. Оценочные средства.....	12
12. Утверждение рабочей программы	13

Приложение 1

1. Перечень сокращений, используемых в тексте рабочей программы дисциплины

- з.е. – зачетная единица
- ФГТ– Федеральные государственные требования
- ФОС – фонд оценочных средств
- Пр – практическое занятие
- Лаб – лабораторное занятие
- Лек – лекции
- СР – самостоятельная работа

2. Цель изучения дисциплины

Обеспечить аспирантов теоретическими знаниями и практическими навыками для осуществления научно-исследовательской и преподавательской деятельности в области, относящейся к проблематике научной специальности 2.4.5. «Энергетические системы и комплексы»¹ с использованием последних достижений науки и техники и опыта научных разработок кафедры «Энергетика теплотехнологии».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Знать:

- основы методологии теоретических и экспериментальных исследований научной специальности «Энергетические системы и комплексы»;
- способы научного обоснования и решения комплексных профессиональных задач научной специальности «Энергетические системы и комплексы».

Уметь:

- осуществлять теоретические и экспериментальные исследования научной специальности «Энергетические системы и комплексы»;
- анализировать, обосновывать и выбирать адекватные и рациональные способы решения комплексных профессиональных задач научной специальности «Энергетические системы и комплексы».

Владеть:

¹ Согласно Рекомендации Президиума Высшей аттестационной комиссии при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации от 10 декабря 2021 г. № 32/1-НС научная специальность 2.4.5. «Энергетические системы и комплексы», утв. утвержденная приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 № 118, соответствует научным специальностям 05.14.01 - Энергетические системы и комплексы (технические науки), 05.14.08 - Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии (технические науки), 05.14.14 - Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты (технические науки).

– современными методами теоретических и экспериментальных исследований научной специальности «Энергетические системы и комплексы»;

– навыками научного обоснования и решения комплексных профессиональных задач научной специальности «Энергетические системы и комплексы».

4. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единиц, 72 часов.
Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:		
лекции	8	8
лабораторные	–	–
практические	–	–
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:		
Курсовой проект	–	–
Курсовая работа	–	–
Расчетно-графическое задание	–	–
Индивидуальное домашнее задание (реферат)	–	–
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	28	28
Экзамен	36	36

5. Содержание дисциплины

5.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Энергетические системы и комплексы					
	Энергетика в современном мире. Комплексные проблемы энергетики. Термодинамика	3	–	–	10

	теплоэнергетических установок. Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов. Методы системных исследований в энергетике и их приложения.				
2. Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии					
	Возобновляемые виды энергии и энергоустановки на их основе. Принципы использования солнечной энергии. Энергия ветра и источники на ее основе. Использование энергии перемещения водных потоков. Источники на основе геотермальной энергии. Биомасса как источник энергии. Использование низкотемпературного тепла земли, воды, воздуха. Аккумуляция и транспорт энергии. Основные технические схемы преобразования возобновляемых видов энергии (ВВЭ).	2	-	-	8
3. Тепловые электрические станции, их энергетические системы и агрегаты					
	Энергетические ресурсы, типы электростанций и технико-экономические показатели их работы. Химические и термические методы подготовки воды на ТЭС. Котельные установки. Паротурбинные установки электростанций. Принципиальные тепловые схемы ТЭС и энергоблоков, методы повышения экономичности паротурбинных электростанций. Теплофикация и ее энергетическая эффективность. Газотурбинные и парогазовые ТЭС. Режимы работы оборудования ТЭС. Компонировка главного здания и генплан ТЭС, системы обеспечения работы. Защита окружающей среды от вредных выбросов ТЭС.	3	-	-	10
	ВСЕГО	8	-	-	28

5.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Учебным планом не предусмотрено

5.3. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом не предусмотрено

6. Ресурсное обеспечение

Кафедра Энергетики теплотехнологии располагает кадровыми ресурсами, гарантирующими качество подготовки аспиранта по специальности «2.4.5 Энергетические системы и комплексы» в соответствии с ФГТ.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекций, консультаций, текущего контроля, самостоятельной работы	Специализированная мебель; доска для рисования маркером; ноутбук или персональный компьютер, подключенный к ТВ-панели для демонстрации мультимедийных материалов и презентаций или к мультимедийному проектору с экраном.
2	Компьютерный зал	Компьютеры в залах подключены к корпоративной компьютерной сети (ККС) университета с выходом в сеть Интернет. При проведении занятий используется мультимедийное проекционное и видеоборудование, мультимедиа-материалы — от презентаций до учебных видеофильмов. Аудитории укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью, лабораторным оборудованием, учебно наглядными пособиями, лицензионными программными продуктами в рамках программы Microsoft DreamSpark. Лицензированная программа численного моделирования гидрогазодинамики и теплообмена ANSYS FLUENT (ANSYS Fluent, Лицензия ANSYS Academic Re-search CFD No Expiration Customer # 623673, договор 820-S/2010 от 25.10.2010 г.).
3	Учебная аудитория для проведения самостоятельной работы	Специализированная мебель; доска для рисования маркером; ноутбук или персональный компьютер, подключенный к ТВ-панели для демонстрации мультимедийных материалов и презентаций или к мультимедийному проектору с экраном.
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

8. Основная и дополнительная литература

8.1. Перечень основной литературы

1. Теплоэнергетика и теплотехника: в 4-х кн. Справочник / Общ. ред.: А. В. Клименко, В. М. Зорин; 3-е изд., перераб. и доп. Кн.1 : Общие вопросы. – М.: МЭИ, 2000. – 528 с.

НТБ: Экземпляры всего: 21

2. Теплоэнергетика и теплотехника: в 4-х кн. Справочник / Общ. ред.: А. В. Клименко, В. М. Зорин; 3-е изд., перераб. и доп.. Кн. 2: Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент. – М.: МЭИ, 2001. – 561 с.

НТБ: Экземпляры всего: 24

3. Теплоэнергетика и теплотехника: в 4-х кн. Справочник / Общ. ред.: А. В. Клименко, В. М. Зорин; 3-е изд., перераб. и доп.. Кн. 3 : Тепловые и атомные электростанции. – М.: МЭИ, 2003. – 799 с.

НТБ: Экземпляры всего: 19

4. Теплоэнергетика и теплотехника: в 4-х кн. Справочник / Общ. ред.: А. В. Клименко, В. М. Зорин; 3-е изд., перераб. и доп. Кн.4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 630 с.

8.2. Перечень дополнительной литературы

Учебная и справочная литература (печатные издания)

6. Основы современной энергетики. Том 1. Современная теплоэнергетика / Трухний А.Д., Поваров О.А., Изюмов М.А., Малышенко С.П.; Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е. В. Аметистова. – М.: МЭИ, 2011. – 472 с.

НТБ: Экземпляры всего: 7

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/8098>

7. Кудинов А. А., Зиганшина С. К. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. – М.: Машиностроение, 2011. - 374 с.

НТБ: Экземпляры всего: 10

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2014

8. Григорьева О. К. , Францева А. А. , Овчинников Ю. В. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебное пособие. – Новосибирск: НГТУ, 2015. – 258 с.

9. Лисиенко В. Г., Щелоков Я. М., Ладыгичев М. Г. Хрестоматия энергосбережения: справочник в 2 кн. Кн. 1. – М.: Теплоэнергетик, 2003, 2005. - 688 с.

НТБ: Экземпляры всего: 5.

10. Лисиенко В. Г., Щелоков Я. М., Ладыгичев М. Г. Хрестоматия энергосбережения: справочник в 2 кн. Кн. 2. – М.: Теплоэнергетик, 2003, 2005. – 760 с.

НТБ: Экземпляры всего: 5.

11. Интернет-версия справочника "Теплоэнергетика и теплотехника" : инструмент. средства создания и развития / Г. Ю. Кондакова, А. С. Копылов, К. А. Орлов; общ. ред. В. Ф. Очков. - Москва : МЭИ, 2007. - 160 с. - (Теплоэнергетика и теплотехника).

НТБ: Экземпляры всего: 1.

12. Кузин, Ф. А. Диссертация. Методика написания. Правила оформления. Порядок защиты : практ. пособие для докторантов, аспирантов и магистров / Ф. А. Кузин ; ред. В. А. Абрамова. - 4-е изд. - Москва : Ось-89, 2011. - 447 с.

Экземпляры: 5

Учебная и справочная литература (электронные ресурсы)

13. Ляшков В. И. Математическое моделирование и алгоритмизация задач теплоэнергетики. – Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. –139 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=277818&sr=1

14. Сибикин М. Ю. , Сибикин Ю. Д. Технология энергосбережения: учебник. 4-е изд., перераб. и доп. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 352 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=253968&sr=1

15. Ушаков В. Я. , Чубик П. С. Потенциал энергосбережения и его реализация в секторах конечного потребления энергии: учебное пособие. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. – 388 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=442812&sr=1

16. Горелов В.П. , Горелов С.В. , Горелов В.С. , Толашко Т.А. , Удалов С.Н. Общая энергетика: учебник : в 2 кн. Кн. 1. Альтернативные источники энергии; Под редакцией: Горелова В.П., Иванова Е.В. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 434 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=447693&sr=1

17. Беляев С. А. , Воробьев А. В. , Литвак В. В. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС: учебное пособие. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015. –248 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=442071&sr=1

18. Стрельников Н. А. Энергосбережение: учебник. – Новосибирск: НГТУ, 2012. – 176 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=436283&sr=1

19. Исследования и разработки Сибирского отделения Российской академии наук в области энергоэффективных технологий: монография.

– Новосибирск: Сибирское отделение Российской академии наук, 2009. – 399 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=97882&sr=1

20. 100 лет теплофикации и централизованному теплоснабжению в России; Редактор: Семенов В.Г. – М.: Новости теплоснабжения, 2003. – 247 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=56221&sr=1.

Свободный доступ: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-7-0-11-2011>

21. Ли Р. И. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. – 190 с.

<http://www.iprbookshop.ru/22903>

22. Рыжков И.Б. Основы научных исследований и изобретательства [Электронный ресурс]. – М.: Лань, 2013. – 224 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=30202

23. Семенов Б. А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс]. – М.: Лань, 2013. – 393 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5107

24. Назаров В. И. , Буров А. Л. , Криксина Е. Н. Теплотехнические измерения и приборы. Лабораторный практикум: учебное пособие. – Минск: Вышэйшая школа, 2012. – 132 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=235689&sr=1

25. Аванесов В. М. , Плаксин Ю. М. Аппаратура для теплотехнических измерений на предприятиях энергоснабжения в России и за рубежом: монография. – М.: МИЭЭ, 2010. – 84 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=336027&sr=1

26. Шорников Е. А. Измерительно-вычислительные приборы в теплоэнергетике. – М., Л.: Энергия, 1966. –121 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=110856&sr=1

27. Ковалевский В.И. Основы научного исследования в технике: монография. – Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 272 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=618242 (Режим доступа: для авторизир. пользователей)

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <https://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека eLIBRARY
2. <https://www.sciencedirect.com/> – доступ к научным публикациям издательства Elsevier.

3. <https://www.researchgate.net/> – ResearchGate, научно-информационная социальная сеть и средство сотрудничества учёных всех научных дисциплин.

4. <https://searchplatform.rospatent.gov.ru/tims> – Роспатент, поисковая платформа.
5. <https://yandex.ru/patents> – Яндекс.Патенты, поиск по патентным документам.
6. <https://ldiss.rsl.ru/> – Электронная библиотека диссертаций РГБ
7. <http://www.ansys.com/Products/Fluids/ANSYS-Fluent> – официальный сайт.
8. <http://www.cadfem-cis.ru/knowledge/video-cadfem/> – Видеоуроки по вычислительной гидродинамике в ANSYS.
9. <http://gisee.ru/articles/> – Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Справочно-информационный центр.
10. <http://www.energy2020.ru/> – «ЭнергоэффективнаяРоссия.РФ». Интернет-портал о современных технологиях энергосбережения и повышении энергетической эффективности.
11. <http://www.energsovet.ru/> – Портал по энергосбережению «Энергосовет».
12. <http://soft.abok.ru/> – АВОК-Софт Онлайн - расчеты и программы для проектировщиков в области ОВК. Полезная информация для специалистов.
13. <http://www.abok.ru/articleLibrary/> – Некоммерческое партнерство инженеров. Библиотека научных статей журналов «Энергосбережение» И «АВОК».
14. <http://expert.energsovet.ru/> – «ЭнергоЭксперт». Региональное энергосбережение; программы и стратегии повышения энергоэффективности; реализация, мониторинг и сопровождение городских и муниципальных программ энергосбережения.
15. <http://www.ansys.com/Products/Fluids/ANSYS-Fluent> – официальный сайт.
16. <http://www.cadfem-cis.ru/knowledge/cadfem-review/> – Новости из мира численного моделирования.
17. <http://www.cadfem-cis.ru/knowledge/video-cadfem/> – Видеоуроки по вычислительной гидродинамике в ANSYS.

10. Перечень лицензионного программного обеспечения

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	Программные продукты Autodesk	Сертификат официального стратегического партнера компании Autodesk Inc. (США) в разработке и реализации программ для развития профессионального образования от 2014 г.
7	Ansys Flyent	Лицензия ANSYS Academic Research CFD от 30-Nov-2011 No Expiration Customer # 623673 (бессрочная).

11. Оценочные средства

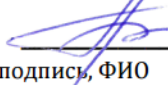
Оценочные средства для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля знаний по дисциплине «Энергетические системы и комплексы» представлены в виде фонда оценочных средств (далее – ФОС) в Приложении 1 к настоящей рабочей программе дисциплины.

12. Утверждение рабочей программы

Рабочая программа без изменений утверждена на 2023/2024 учебный год.

Протокол № 13 заседания ЭТ кафедры от 25 мая 2023 г.

Заведующий кафедрой ЭТ  /Васильченко Ю.В./
подпись, ФИО

Директор института ЭИТиУС  /Белоусов А.В./
подпись, ФИО

Рабочая программа без изменений утверждена на 2023/2024 учебный год.

Протокол № 10 заседания ЭТ кафедры от 10 июня 2024 г.

Заведующий кафедрой ЭТ  /Васильченко Ю.В./
подпись, ФИО

Директор института ЭиА  /Белоусов А.В./
подпись, ФИО

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
входного, текущего контроля/промежуточной аттестации аспирантов
при освоении программы аспирантуры, реализующей ФГТ

ДИСЦИПЛИНА
«Энергетические системы и комплексы»

Научная специальность:

2.4.5. Энергетические системы и комплексы

Белгород 2022

1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности в процессе освоения образовательной программы

1.1. Опрос на занятии (перечень примерных контрольных вопросов)

1. Комплексные проблемы энергетики.
2. Термодинамика теплоэнергетических установок.
3. Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов.
4. Методы системных исследований в энергетике и их приложения.
5. Возобновляемые виды энергии и энергоустановки на их основе.
6. Принципы использования солнечной энергии.
7. Энергия ветра и источники на ее основе.
8. Использование энергии перемещения водных потоков.
9. Источники на основе геотермальной энергии.
10. Биомасса как источник энергии.
11. Использование низкотемпературного тепла земли, воды, воздуха.
12. Аккумуляция и транспорт энергии.
13. Основные технические схемы преобразования возобновляемых видов энергии
14. Энергетические ресурсы, типы электростанций и технико-экономические показатели их работы.
15. Химические и термические методы подготовки воды на ТЭС.
16. Котельные установки.
17. Паротурбинные установки электростанций.
18. Принципиальные тепловые схемы ТЭС и энергоблоков, методы повышения экономичности паротурбинных электростанций.
19. Теплофикация и ее энергетическая эффективность.
20. Газотурбинные и парогазовые ТЭС.
21. Режимы работы оборудования ТЭС.
22. Компоновка главного здания и генплан ТЭС, системы обеспечения работы.
23. Защита окружающей среды от вредных выбросов ТЭС.

1.2. Тестовые задания (25)

1. Выберите один вариант ответа. Энергопотребление в мире ...
 - а) непрерывно возрастает;
 - б) уменьшается;
 - в) стабильно;
 - г) то возрастает, то уменьшается.

2. Темпы энергопотребления в мире ...

- а) превышают темпы роста населения;
- б) не зависят от темпов роста населения;
- в) уменьшаются с ростом населения;
- г) с ростом населения то уменьшаются, то возрастают.

3. Выберите один вариант ответа. Какой основной обобщенный показатель эффективности использования ТЭР наиболее полно отражает состояние энергетики?

- а) удельная энергоемкость валового национального продукта;
- б) потребление ТЭР на душу населения;
- в) потребление ТЭР в промышленности;
- г) удельная энергоемкость продукта в промышленности.

4. Что такое энергетический комплекс промышленного предприятия? (выберите один ответ)

- а) система, объединяющая источники энергоресурсов и их потребителей;
- б) система, объединяющая потребителей энергоресурсов предприятия;
- в) система, объединяющая все источники энергоресурсов предприятия;
- г) система, объединяющая источники внутренних энергоресурсов предприятия.

5. Какой критерий оптимизации (выбора наилучшего решения) из перечисленных необходимо использовать при проектировании систем энергоснабжения? (выберите один ответ)

- а) минимальное значение стоимости жизненного цикла системы
- б) минимальное значение капитальных (инвестиционных) затрат (CAPEX);
- в) минимальное значение текущих (операционных) затрат (OPEX);
- г) максимальное значение коэффициента полезного действия основных агрегатов системы.

6. Каково значение теплоты сгорания условного газообразного топлива?

- а) 29 308 кДж/м³
- б) 8 000 кДж/м³
- в) 29 308 кДж/кг
- г) 8 000 кДж/м³

7. Какое название носит температура, которую приобретают продукты полного сгорания топлива при коэффициенте избытка воздуха, большем единицы

- а) калориметрическая;
- б) жаропроизводительность;
- в) калометрическая высшая;
- г) практическая.

8. Выберите один или несколько вариантов ответа. Какими факторами обуславливаются систематические дефекты оборудования?

- а) неудовлетворительной конструкцией оборудования;
- б) аномальными погодными условиями;
- в) неудовлетворительным контролем на заводе-изготовителе;
- г) недостаточной технологической дисциплиной на заводе-изготовителе.

9. Выберите один вариант ответа. Каково содержание легирующих добавок в среднелегированной стали?

- а) до 10%;
- б) от 10 до 20%;
- в) от 20 до 30%;
- г) от 30 до 40%.

10. Выберите один вариант ответа. Как называется способность материала выдерживать механические нагрузки без существенной деформации и разрушения при повышенных температурах?

- а) жаропрочность;
- б) жаростойкость;
- в) усталостная прочность;
- г) коррозионная стойкость.

11. Выберите правильный порядок проектирования (РП – рабочий проект, ТЗ – техническое задание, ЭП – эскизный проект)

- а) ТЗ, ЭП, РП;
- б) ЭП, ТЗ, РП;
- в) ЭП, РП, ТЗ;
- г) ТЗ, РП, ЭП;

12. Электронная моделью детали является ...

- а) документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю;

- б) документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля;
- в) документ, содержащий расчеты параметров и величин, например, расчет размерных цепей, расчет на прочность и другие виды расчетов;
- г) документ, содержащий перечень электронных ресурсов для проектирования детали.

13. На электростанциях какого типа осуществляется одновременная выработка тепловой и электрической энергии по теплофикационному циклу?

- а) теплоэлектроцентралях (ТЭЦ);
- б) конденсационных электростанциях (КЭС);
- в) на государственных районных электростанциях (ГРЭС);
- г) геотермальных электростанциях (ГеоТЭС).

14. Выберите один вариант ответа. Какой термодинамический цикл лежит в основе работы паротурбинных установок?

- а) цикл Ренкина;
- б) цикл Отто;
- в) цикл Брайтона;
- г) цикл Тринклера.

15. Выберите один вариант ответа. За счет чего осуществляется количественное регулирование отпуска тепла?

- а) изменения расхода теплоносителя на входе в тепловую сеть;
- б) изменения температуры сетевой воды на входе в тепловую сеть;
- в) изменения длительности работы нагревательного прибора;
- г) изменения поверхности нагрева нагревательного прибора.

16. Выберите один вариант ответа. За счет чего осуществляется качественное регулирование отпуска тепла?

- а) изменения температуры сетевой воды на входе в тепловую сеть;
- б) изменения расхода теплоносителя на входе в тепловую сеть;
- в) изменения длительности работы нагревательного прибора;
- г) изменения поверхности нагрева нагревательного прибора.

17. Совокупность перспективных способов получения, передачи и использования энергии, которые распространены, не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгоды их

использования и, как правило, низком риске причинения вреда окружающей среде называется:

- а) альтернативная энергетика;
- б) ветроэнергетика;
- в) солнечная энергетика;
- г) гидроэнергетика.

18. Устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим ее преобразованием в электрическую энергию называется

- а) ветрогенератор;
- б) ветряная электростанция;
- в) шельфовая ветряная электростанция;
- г) наземная ветряная электростанция.

19. Как называют нагнетатель для подачи воздуха, создающее избыточное давление после себя и устанавливаемое перед печами или котлами?

- а) дутьевой вентилятор;
- б) дымосос;
- в) питатель;
- г) дозатор.

20. Как называют нагнетатель для удаления дымовых газов, создающее разрежение перед собой и устанавливаемое после котлов и печей?

- а) дымосос;
- б) дутьевой вентилятор;
- в) газоход;
- г) сепаратор.

21. Правила технической эксплуатации (ПТЭ) электрических станций и сетей распространяются на ...

- а) на все нижеперечисленные объекты;
- б) только на тепловые электростанции, работающие на органическом топливе;
- в) только на теплоэлектроцентрали;
- г) только на тепловые сети.

22. Каждый работник отрасли, согласно Правил технической эксплуатации (ПТЭ) электрических станций и сетей, должен обеспечивать соответствие эксплуатации оборудования...

- а) правилам техники безопасности и пожарной безопасности;

- б) правилам экономической эксплуатации с минимизацией потерь и издержек
- в) правилам корпоративной этики;
- г) правилам охраны труда.

23. Что понимается под метрологическим обеспечением?

- а) установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений;
- б) анализ и оценивание правильности применения требований, правил и норм, связанных, в первую очередь, с единством и точностью измерений;
- в) лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений;
- г) утверждение типа средств измерений.

24. Класс точности измерительных устройств – это ...

- а) обобщенная характеристика измерительных устройств, определяемая пределом допускаемой основной погрешности, отражающим уровень их точности, при нормальных условиях;
- б) обобщенная характеристика измерительных устройств, определяемая пределом допускаемой основной погрешности, отражающим уровень их точности, при эксплуатационных условиях;
- в) обобщенная характеристика измерительных устройств, определяемая основной погрешностью, отражающей уровень их точности, в лабораторных условиях;
- г) обобщенная характеристика измерительных устройств, определяемая основной погрешностью, отражающей уровень их точности, при рабочих условиях.

25. Регрессионный анализ используется для ...

- а) исследования влияния одной или нескольких независимых переменных на зависимую переменную.
- б) исследования значимости различия между средними.
- в) для оценки степени линейной зависимости между парами факторов.
- г) предварительной оценки погрешности результатов измерений.

1.3. Примерные темы докладов

1. Комплексные проблемы энергетики.
2. Термодинамика теплоэнергетических установок.
3. Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов.
4. Методы системных исследований в энергетике и их приложения.
5. Возобновляемые виды энергии и энергоустановки на их основе.
6. Принципы использования солнечной энергии.
7. Энергия ветра и источники на ее основе.
8. Использование энергии перемещения водных потоков.
9. Источники на основе геотермальной энергии.
10. Биомасса как источник энергии.
11. Использование низкотемпературного тепла земли, воды, воздуха.
12. Аккумуляция и транспорт энергии.
13. Основные технические схемы преобразования возобновляемых видов энергии
14. Энергетические ресурсы, типы электростанций и технико-экономические показатели их работы.
15. Химические и термические методы подготовки воды на ТЭС.
16. Котельные установки.
17. Паротурбинные установки электростанций.
18. Принципиальные тепловые схемы ТЭС и энергоблоков, методы повышения экономичности паротурбинных электростанций.
19. Теплофикация и ее энергетическая эффективность.
20. Газотурбинные и парогазовые ТЭС.
21. Режимы работы оборудования ТЭС.
22. Компоновка главного здания и генплан ТЭС, системы обеспечения работы.
23. Защита окружающей среды от вредных выбросов ТЭС

2. Промежуточная аттестация

2.1. Вопросы к зачету

Учебным планом не предусмотрен.

2.2. Вопросы к экзамену

1. Комплексные проблемы энергетики.
2. Термодинамика теплоэнергетических установок.
3. Комплексный выбор и оптимизация энергетических объектов.
4. Методы системных исследований в энергетике и их приложения.
5. Возобновляемые виды энергии и энергоустановки на их основе.
6. Принципы использования солнечной энергии.
7. Энергия ветра и источники на ее основе.
8. Использование энергии перемещения водных потоков.
9. Источники на основе геотермальной энергии.

10. Биомасса как источник энергии.
11. Использование низкотемпературного тепла земли, воды, воздуха.
12. Аккумуляция и транспорт энергии.
13. Основные технические схемы преобразования возобновляемых видов энергии
14. Энергетические ресурсы, типы электростанций и технико-экономические показатели их работы.
15. Химические и термические методы подготовки воды на ТЭС.
16. Котельные установки.
17. Паротурбинные установки электростанций.
18. Принципиальные тепловые схемы ТЭС и энергоблоков, методы повышения экономичности паротурбинных электростанций.
19. Теплофикация и ее энергетическая эффективность.
20. Газотурбинные и парогазовые ТЭС.
21. Режимы работы оборудования ТЭС.
22. Компоновка главного здания и генплан ТЭС, системы обеспечения работы.
23. Защита окружающей среды от вредных выбросов ТЭС

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности в процессе освоения образовательной программы

Контроль освоения дисциплины «Энергетические системы и комплексы» на этапах текущей, промежуточной аттестации проводится в соответствии с действующим Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Критерии оценивания знаний обучающихся при проведении опроса:

- **Оценка «отлично»** – обучающийся четко выражает свою точку зрения по рассматриваемым вопросам, приводя соответствующие примеры.

- **Оценка «хорошо»** – обучающийся допускает отдельные погрешности в ответе.

- **Оценка «удовлетворительно»** – обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного и нормативного материала.

- **Оценка «неудовлетворительно»** – обучающийся обнаруживает существенные пробелы в знаниях основных положений дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи.

Критерии оценки знаний обучающихся при проведении тестирования:

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Каждому обучающемуся предлагается комплект тестовых заданий из 25 вопросов:

- **Оценка «отлично»** – 25-22 правильных ответов.
- **Оценка «хорошо»** – 21-18 правильных ответов.
- **Оценка «удовлетворительно»** – 17-13 правильных ответов.
- **Оценка «неудовлетворительно»** – менее 13 правильных ответов.

Критерии оценки доклада:

- **Оценка «отлично»** ставится, если выполнены все требования к написанию и защите доклада: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

- **Оценка «хорошо»** ставится, если основные требования к докладу и его защите выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

- **Оценка «удовлетворительно»** ставится, если имеются существенные отступления от требований к докладу. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании доклада или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

- **Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если тема доклада не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Критерии оценки при проведении экзамена:

- **Оценка «отлично»** выставляется аспиранту, при наличии всестороннего, систематического и глубокого знания учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется аспирантам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в

понимании, изложении и использовании учебно-программного материала;

- **Оценка «хорошо»** выставляется аспиранту, если он показывает полное знание учебно-программного материала, успешно выполняет задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется аспирантам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебы и профессиональной деятельности;

- **Оценка «удовлетворительно»** выставляется аспиранту, в случае знания основного материала учебной программы в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется аспирантам, допустившим погрешности в ответе на экзамене/зачете и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

- **Оценка «неудовлетворительно»** выставляется аспиранту, при наличии пробелов в знаниях основного материала учебной программы, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится аспирантам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей.