

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования «Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор-проректор  
по научной работе

\_\_\_\_\_ А.В. Коржов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**ПРОГРАММА**

кандидатского экзамена по специальной дисциплине:

Научная специальность: 2.4.5. – Энергетические системы и комплексы

Разработчики:

1. Кирпичникова И.М., д.т.н., профессор, профессор каф. ЭССиСЭ
2. Соломин Е.В., д.т.н., доцент, профессор каф. ЭССиСЭ

Челябинск 2022 г.

## **РАЗДЕЛЫ ПРОГРАММ КАНДИДАТСКИХ ЭКЗАМЕНОВ**

### **1. Перечень тем для подготовки к кандидатскому экзамену**

- 1.1. Общие вопросы энергетических систем и комплексов
- 1.2. Производство электроэнергии на тепловых электростанциях
- 1.3. Карбоновый след и экологические вопросы современной энергетики
- 1.4. Особенности и перспективы традиционной и возобновляемой энергетики
- 1.5. Энергетические системы и комплексы на базе солнечной энергетики
- 1.6. Энергетические системы и комплексы на базе ветроэнергетики
- 1.7. Энергетические системы и комплексы на базе малой гидроэнергетики и энергии мирового океана
- 1.8. Энергетические системы и комплексы на базе геотермальной энергетики и низкопотенциального тепла
- 1.9. Энергетические комплексы с использованием биоресурсов
- 1.10. Накопление и аккумулирование энергии.

### **2. Вопросы для подготовки к сдаче кандидатского экзамена с учетом отрасли науки**

1. История развития энергетики. Место энергетики РФ в мировой энергетике.
2. Основные источники энергии на Земле. Энергетические ресурсы и топливно-энергетический баланс страны.
3. Единая энергетическая система и ее народнохозяйственное значение.
4. Классификация и технологические схемы ТЭС разных типов.
5. «Энергетический коридор» Академика В.И. Вернадского. Выбросы в атмосферу парниковых газов. Карбоновый след.
6. Пути выполнения условий Киотского протокола и других документов по снижению выбросов CO<sub>2</sub> в атмосферу.
7. Техническая политика РФ в области возобновляемых источников энергии. Энергосбережение в России.
8. Классификация энергоресурсов. Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии. Источники первичной энергии. Виды ВИЭ.
9. Роль ВИЭ в решении глобальных проблем человечества. Прогноз использования ВИЭ
10. Основные ресурсы ВИЭ в России. Энергетический потенциал России.

11. Понятие валового, технического и экономического потенциала энергоресурсов. Методики и результаты оценки возобновляемых источников энергии.
12. Солнечная энергетика. Спектр солнечного излучения, потери солнечного излучения.
13. Распределение солнечной радиации по территории планеты. Солнечный потенциал РФ и в Челябинской области.
14. Характеристики солнечного излучения (прямая, диффузная, суммарная радиация). Способы определения интенсивности солнечного излучения и суммарной солнечной радиации. Суточная продолжительность солнечного сияния
15. Применение СЭ для получения тепла. Пассивная и активная система солнечного теплоснабжения. Классификация установок.
16. Одноконтурная и двухконтурная ССТ. Плоские и вакуумные солнечные коллекторы. Принцип нагрева воды в СК.
17. Способы преобразования солнечной энергии в электрическую. Солнечные фотоэлементы, модули, батареи. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) солнечных модулей.
18. Система солнечного электроснабжения. Выбор основных элементов системы. Аккумуляторы. Инверторы. Контроллеры.
19. Солнечные концентраторы. Отражающие солнечные концентраторы. Линзы Френеля. Параболические концентраторы. Башенные СЭС.
20. Ветер как источник возобновляемой энергии. Основные сведения о ветре и его характеристиках. Достоинства и недостатки ветровой энергии.
21. Приборы для измерения скорости и направления ветра. Годовой и суточный ход ветра. Ветроэнергетический кадастр.
22. Основы теории ветроэнергетических установок. Геометрия ветроколеса. Зависимость мощности, вырабатываемой ВЭУ от скорости ветра и диаметра ветроколеса.
23. Ветроэнергетический потенциал страны. Ветровые зоны Челябинской области.
24. Классификация ветроэнергетических установок по геометрии колеса и быстроходности. Многолопасные и малолопасные ВЭУ.
25. ВЭУ с горизонтальной и вертикальной осью вращения. Устройство, особенности.
26. Назначение оборудования ВЭУ. Ветропарки. Автономные ВЭУ. Схема электроснабжения потребителей от ВЭУ
27. Малая гидроэнергетика. Общие данные по гидропотенциалу планеты и Челябинской области.
28. Малые реки. Определение гидрологическое и энергетическое. Сток реки. 29. Гидрологические расчеты. Метод линейного учета. Основные характеристики реки: мощность, напор, расход.
30. Равнинные и горные реки. Малые гидроэлектростанции Южного Урала.
31. Использование водных ресурсов. Классификация малых ГЭС. Требования к малым ГЭС.
32. Преимущества малых ГЭС. ГЭС с дамбой (водохранилищем). Деривационная ГЭС.
33. Классификация гидротурбин. Турбины Пелтона, Френсиса, Каплана, Банки. Выбор типа турбины для малой ГЭС
34. Энергия мирового океана. Энергия приливов и отливов. Особенности преобразования энергии. Оценка ресурсов (потенциала) приливной энергии. 35. Схема приливной электростанции (ПЭС). Расчет мощности (ПЭС).
36. Энергия волн. Физические основы движения волн и энергетический потенциал ветровых волн. Принципы отбора энергии ветровых волн.

37. Энергия морских течений. Тепловая энергия океана. «Энергетические острова».
38. Геотермальная энергия. Температурный градиент,  $q$  ( $^{\circ}\text{C}/\text{км}$ ).
39. Классификация источников геотермальной энергии. Петротермальные источники. Гидротермальные источники.
40. Оценка и использование геотермальных ресурсов. Бинарный цикл получения тепла. Геотермальные ресурсы мира и России. Карта теплового поля Южного Урала.
41. Низкопотенциальное тепло. Естественные и искусственные источники низкопотенциальной энергии. Цикл Карно.
42. Тепловые насосы. Классификация. Устройство и принцип действия тепловых насосов. Особенности отбора тепла.
43. Расчет горизонтального коллектора. Вертикальный коллектор теплового насоса.
44. Оборудование для тепловых насосов. Теплообменник. Компрессор. Выбор тепловых насосов для получения энергии (отопления и горячего водоснабжения).
45. Биоэнергетика. Упрощенный углеродный цикл.
46. Использование биомассы в качестве источника энергии в мире. Энергоемкость биомассы. Методы получения энергии. Прямое сжигание биомассы. Пеллеты. Пиролиз. Газификация. Ферментация. Анаэробное сбраживание биомассы.
47. Биогаз. Способы получения биогаза.
48. Необходимость аккумулирования энергии. Тепловые аккумуляторы (емкостный, гравийный, фазопереходный, долговременный).
49. Аккумулирование механической энергии. Гравитационные аккумуляторы. Кинетические аккумуляторы. Аккумуляторы с использованием сил упругости.
50. Аккумулирование химической энергии. Топливные и бестопливные аккумуляторы химической энергии.
51. Аккумулирование электрической энергии. Кислотные и щелочные аккумуляторы. Зарядка и разрядка аккумуляторных батарей.
52. Способы соединения аккумуляторов (последовательное, параллельное, смешанное).
53. Сравнительные характеристики накопителей электрической энергии.

### **3. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### **3.1. Основная литература**

1. Роза, А. да. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы Текст учеб. пособие для инж.-физ. и энергет. фак. вузов А. да Роза ; пер. с англ. под ред. С. П. Малышенко, О. С. Попеля. - М.; Долгопрудный: Издательский дом МЭИ : Интеллект, 2010. - 702, [1] с. ил., табл.
2. Кирпичникова, И. М. Возобновляемые источники энергии Текст учеб. пособие к практ. занятиям И. М. Кирпичникова, Е. В. Соломин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электротехника ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2009. - 49, [1] с. ил. электрон. версия
3. Попель, О. С. Возобновляемая энергетика в современном мире Текст учеб. пособие для энерг. специальностей вузов О. С. Попель, В. Е. Фортов. - М.: Издательский дом МЭИ, 2015. - 449 с. ил., цв. ил.
4. Твайделл, Д. Возобновляемые источники энергии Пер. с англ.[и предисл.] В. А. Коробкова. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 391 с. ил.

#### **3.2. Дополнительная литература**

1. Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии Текст учебник для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М.: БАСТЕТ, 2013. - 365, [1] с. ил.
2. Сибикин, Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии Текст учеб. пособие Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. - М.: КноРус, 2010
3. Удалов, С. Н. Возобновляемые источники энергии Текст учеб. для вузов С. Н. Удалов. - Новосибирск: Издательство Новосибирского государственного технич, 2009
4. ГОСТ Р 54531-2011 : Нетрадиционные технологии. Возобновляемые и альтернативные источники энергии. Термины и определения : введ. в действие от 01.01.13 Текст Федер. агентство по техн. регулированию и метрологии. - М.: Стандартиформ, 2013. - IV, 16 с.
5. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива : показатели по территориям Текст сост. : П. П. Безруких и др.; Рос. инж. акад. и др. - М.: ИАЦ Энергия, 2007. - 272 с. ил., табл. 22 см

#### **4. Условия допуска к экзамену**

К сдаче кандидатского экзамена по специальности допускаются аспиранты, успешно освоившие дисциплины по основным образовательным программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, имеющих положительную аттестацию во время обучения и подготовившие материал для прохождения процедуры защиты диссертации.

#### **5. Процедура проведения экзамена**

Накануне кандидатского экзамена по специальности научный руководитель аспирантов проводит консультацию, на которой аспирантам доводится информация о проведении экзамена и критериях оценки.

Экзамен проводится в соответствии с расписанием, в присутствии членов экзаменационной комиссии, утвержденной Первым проректором – проректором по научной работе ЮУрГУ.

Экзамены проводятся в письменной форме по билетам, составленным в соответствии с программой курса и утвержденным заведующим кафедрой. Ответы на вопросы экзаменационного билета заносятся в специальные листы, ответы оцениваются членами экзаменационной комиссии. Для уточнения ответов члены комиссии могут задавать дополнительные вопросы, которые вместе с основными вопросами вносятся в протокол сдачи кандидатского экзамена.

Уровень знаний аспиранта оценивается членами комиссии по пятибалльной шкале: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Общее решение комиссии вносится в протокол отдельно на каждого аспиранта. Протоколы кандидатских экзаменов подписываются всеми присутствующими членами комиссии, к нему прикладываются письменные ответы аспиранта. Протокол сдается в аспирантуру.