

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:  
Зав. кафедрой твердотельной электроники  
\_\_\_\_\_ Небольсин В.А.  
«17» января 2025 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«Атомные электростанции»

Направление подготовки: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Программа Технологические системы холодоснабжения атомных электростанций

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Срок освоения образовательной программы: 2 года

Год начала подготовки: 2026

Разработчик



К.Г. Королев

Воронеж 2025

Процесс изучения дисциплины «Атомные электростанции» направлен на формирование у обучающихся следующих компетенций:

*ПК-2 - Способен разрабатывать технологические и конструктивные решения системы холодоснабжения атомных электростанций*

**Перечень планируемых результатов обучения и показателей оценивания сформированности компетенций на этапе промежуточной аттестации**

| № п/п | Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                         | Тип ОМ                           | Показатели оценивания |
|-------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 1     | ПК-2        | <i>Знать технологические решения систем холодоснабжения</i>                                                               | Вопросы (тест) к зачету/экзамену | Полнота знаний        |
|       |             | <i>Уметь разрабатывать технологические решения систем холодоснабжения</i>                                                 | Стандартные задания              | Наличие умений        |
|       |             | <i>Владеть навыками разработки технологических и конструктивных решений систем холодоснабжения атомных электростанций</i> | Прикладные задания               | Наличие навыков       |

## ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ И ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА ЭТАПЕ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

| Показатели оценивания компетенций                  | Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенции                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                    | Неудовлетворительный                                                                                                                                                       | Минимально допустимый (пороговый)                                                                                                                                                                                                                       | Средний                                                                                                                                                                          | Высокий                                                                                                                                                                               |
| <b>Полнота знаний</b>                              | Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки                                                                                                      | Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.                                                                                                                                                                                        | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.                                                                                   | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки                                                                                                                         |
| <b>Наличие умений</b>                              | При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.                                                                       | Продemonстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)                                                                              | Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.             | Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объеме без недочетов.                   |
| <b>Наличие навыков (владение опытом)</b>           | При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки                                                                         | Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочетами.                                                                                                                                                           | Продemonстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочетами.                                                                                    | Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач. |
| <b>Характеристика сформированности компетенции</b> | Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение. | Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству профессиональных задач. | Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных профессиональных задач. | Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных профессиональных задач   |

## ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### Вопросы (тестовые задания) для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций

| <i>ПК-2 Знать технологические решения систем холодоснабжения</i> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                                                               | Ядерную энергетическую установку составляет комплекс оборудования, обеспечивающий работу ядерного реактора и вывод из реактора ... энергии и преобразования ее в энергию другого вида<br>{<br>=тепловой<br>~механической<br>~химической<br>~электрической<br>}                                                                             |
| 2.                                                               | Верно ли, что ядерные энергетические установки используются для производства тепловой энергии?<br>{T}                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3.                                                               | Верно ли, что ядерные энергетические установки используются для производства электрической энергии?<br>{T}                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4.                                                               | Верно ли, что ядерные энергетические установки используются для производства механической энергии?<br>{T}                                                                                                                                                                                                                                  |
| 5.                                                               | Верно ли, что ядерные энергетические установки используются для производства химической энергии?<br>{F}                                                                                                                                                                                                                                    |
| 6.                                                               | Верно ли, что ядерные энергетические установки используются для производства химической энергии?<br>{F}                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7.                                                               | Верно ли, что ядерные энергетические установки используются для производства термоядерной энергии?<br>{F}                                                                                                                                                                                                                                  |
| 8.                                                               | Основное оборудование АЭС<br>{<br>~%50%реактор<br>~%10%паровая турбина<br>~%10%парогенераторы<br>~%10%конденсатор<br>~%10%главный циркуляционный насос<br>~%10%генераторы электрического тока<br>~%-20%система трубопроводов<br>~%-20%турбинный сепаратор<br>~%-20%подогреватель низкого давления<br>~%-20%подогреватель высокого давления |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | ~%-20%деаэраторная колонка<br>{                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9.  | Верно ли, что 1-контурные АЭС получили наибольшее распространение?<br>{F}                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 10. | Верно ли, что 2-контурные АЭС получили наибольшее распространение?<br>{T}                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 11. | Верно ли, что 3-контурные АЭС получили наибольшее распространение?<br>{F}                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 12. | Верно ли, что в 2-контурной АЭС давление теплоносителя выше, чем давление рабочего тела?<br>{T}                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 13. | Верно ли, что в 2-контурной АЭС давление рабочего тела выше, чем давление теплоносителя?<br>{F}                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 14. | Верно ли, что в 2-контурной АЭС теплоноситель находится в первом контуре?<br>{T}                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 15. | Верно ли, что в 2-контурной АЭС теплоноситель находится во втором контуре?<br>{F}                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 16. | Верно ли, что в 2-контурной АЭС рабочее тело находится в первом контуре?<br>{F}                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 17. | Верно ли, что в 2-контурной АЭС рабочее тело находится во втором контуре?<br>{T}                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 18. | Теплоноситель - это ...<br>{<br>=вещество, используемое для отвода тепла от активной зоны реактора<br>~вещество, используемое для подвода тепла к активной зоне реактора<br>~вещество, служащее для преобразования тепловой энергии в другой вид энергии<br>~вещество, служащее для преобразования электрической энергии в другой вид энергии<br>} |
| 19. | Рабочее тело - это ...<br>{<br>~вещество, используемое для отвода тепла от активной зоны реактора<br>~вещество, используемое для подвода тепла к активной зоне реактора<br>=вещество, служащее для преобразования тепловой энергии в другой вид энергии<br>~вещество, служащее для преобразования электрической энергии в другой вид энергии<br>}  |

## Практические задания для оценки результатов обучения, характеризующих сформированность компетенций

| <i>ПК-2 Знать технологические решения систем холодоснабжения</i> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                                                               | <p>Ядерно-физические требования к теплоносителю</p> <p>{</p> <p>~%20%малое сечение поглощения нейтронов</p> <p>~%20%малое сечение рассеяния нейтронов (для реакторов на быстрых нейтронах)</p> <p>~%20%большое сечение рассеяния нейтронов (для реакторов на тепловых нейтронах)</p> <p>~%20%высокая радиационная стойкость</p> <p>~%20%малая способность к активации</p> <p>~%-20%большое сечение поглощения нейтронов</p> <p>~%-20%большое сечение рассеяния нейтронов (для реакторов на быстрых нейтронах)</p> <p>~%-20%малое сечение рассеяния нейтронов (для реакторов на тепловых нейтронах)</p> <p>~%-20%низкая радиационная стойкость</p> <p>~%-20%высокая способность к активации</p> <p>}</p> |
| 2.                                                               | <p>Тепло-гидравлические требования к теплоносителю</p> <p>{</p> <p>~%50%высокий коэффициент теплообмена</p> <p>~%50%малые затраты на прокачку</p> <p>~%-50%низкий коэффициент теплообмена</p> <p>~%-50%высокие затраты на прокачку</p> <p>}</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3.                                                               | <p>Общие требования к теплоносителю любой реакторной установки</p> <p>{</p> <p>~%25%высокая температура кипения</p> <p>~%25%высокий коэффициент теплопередачи</p> <p>~%25%низкая наведенная активность</p> <p>~%25%низкая температура плавления</p> <p>~%-25%низкая температура кипения</p> <p>~%-25%низкий коэффициент теплопередачи</p> <p>~%-25%высокая наведенная активность</p> <p>~%-25%высокая температура плавления</p> <p>}</p>                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4.                                                               | <p>Какие вещества применяют для реакторов на быстрых нейтронах?</p> <p>{</p> <p>~%25%натрий</p> <p>~%25%вода</p> <p>}</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | ~%25%гелий<br>~%25%диссоциирующий газ<br>}                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5. | Какие вещества применяют для реакторов на тепловых нейтронах?<br>{<br>~%50%натрий<br>~%100%вода<br>~%25%гелий<br>~%25%диссоциирующий газ<br>}                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6. | Достоинства воды как теплоносителя<br>{<br>~%25%высокая теплоемкость<br>~%25%малая вязкость<br>~%25%большая плотность<br>~%25%хорошая устойчивость воды по отношению к ионизирующему излучению<br>~%25%зависимость плотности воды от температуры<br>~%25%относительно высокое давление насыщенного пара<br>~%25%хороший растворитель<br>~%25%коррозионная активность<br>}                     |
| 7. | Недостатки воды как теплоносителя<br>{<br>~%25%высокая теплоемкость<br>~%25%малая вязкость<br>~%25%большая плотность<br>~%25%хорошая устойчивость воды по отношению к ионизирующему излучению<br>~%25%зависимость плотности воды от температуры<br>~%25%относительно высокое давление насыщенного пара<br>~%25%хороший растворитель<br>~%25%коррозионная активность<br>}                      |
| 8. | Достоинства газообразных теплоносителей<br>{<br>~%20%высокая температура рабочего тела в турбине<br>~%20%использование замкнутого газотурбинного цикла в одноконтурной установке<br>~%20%малая наведенную активность<br>~%20%отсутствие жидких радиоактивных отходов<br>~%20%малый сброс теплоты в окружающую среду<br>~%25%утечки гелия<br>~%25%низкая плотность<br>~%25%низкая теплоемкость |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | ~%-25%низкая теплопроводность<br>}                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9.  | Недостатки газообразных теплоносителей<br>{<br>~%-20%высокая температура рабочего тела в турбине<br>~%-20%использование замкнутого газотурбинного цикла в одноконтурной установке<br>~%-20%малая наведенную активность<br>~%-20%отсутствие жидких радиоактивных отходов<br>~%-20%малый сброс теплоты в окружающую среду<br>~%25%утечки гелия<br>~%25%низкая плотность<br>~%25%низкая теплоемкость<br>~%25%низкая теплопроводность<br>} |
| 10. | Достоинства жидкометаллических теплоносителей<br>{<br>~%20%небольшое сечение поглощения и рассеяния нейтронов<br>~%20%высокая температура кипения<br>~%20%высокая скрытая теплота парообразования<br>~%20%высокий коэффициент теплопередачи<br>~%20%низкая вязкость<br>~%-50%высокая химическая активность к воде и воздуху<br>~%-50%высокая наведенная радиоактивность<br>}                                                           |
| 11. | Верно ли, что в качестве теплоносителя в ВВЭР используется вода?<br>{T}                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 12. | Верно ли, что в качестве замедлителя в ВВЭР используется вода?<br>{T}                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 13. | Верно ли, что в качестве замедлителя в ВВЭР используется бор?<br>{F}                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 14. | Верно ли, что в ВВЭР для уменьшения неравномерности энерговыделения в активной зоне используется бор?<br>{T}                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 15. | Верно ли, что в ВВЭР для увеличения неравномерности энерговыделения в активной зоне используется бор?<br>{F}                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 16. | Верно ли, что в ВВЭР для уменьшения неравномерности энерговыделения в активной зоне используется вода?<br>{F}                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 17. | Верно ли, что в ВВЭР используется для увеличения неравномерности энерговыделения в активной зоне используется вода?<br>{F}                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |



|     |                                                                                                        |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18. | Верно ли, что в качестве теплоносителя в РБН используется жидкий натрий?<br>{T}                        |
| 19. | Верно ли, что в качестве теплоносителя в РБН используется вода?<br>{F}                                 |
| 20. | Верно ли, что в качестве теплоносителя в РБН используется уран-235?<br>{F}                             |
| 21. | Верно ли, что в качестве ядерного топлива в РБН используется уран-235?<br>{T}                          |
| 22. | Верно ли, что в качестве ядерного топлива в РБН используется вода?<br>{F}                              |
| 23. | Верно ли, что в качестве ядерного топлива в РБН используется жидкий натрий?<br>{F}                     |
| 24. | Атомная станция, которая производит только электроэнергию<br>{<br>=АЭС<br>~АТЭЦ<br>~АСТ<br>~АСПТ<br>}  |
| 25. | Атомная станция, которая производит электроэнергию и тепло<br>{<br>~АЭС<br>=АТЭЦ<br>~АСТ<br>~АСПТ<br>} |
| 26. | Атомная станция, которая производит только тепло<br>{<br>~АЭС<br>~АТЭЦ<br>=АСТ<br>~АСПТ<br>}           |
| 27. | Атомная станция, которая производит тепло и пар<br>{<br>~АЭС<br>~АТЭЦ<br>~АСТ<br>=АСПТ<br>}            |