

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
ЭКОЛОГИЯ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

## 2 Семестр

### Раздел 1 Ядерные топливные циклы (ЯТЦ).

#### 1.1 Семестровый контроль (СК) - 8 Неделя

##### 1 РАЗДЕЛ

Для оценки уровня усвоения учебного материала при изучении студентами дисциплины используется рейтинговая система. Рейтинг студента складывается из баллов, которые он получает при выполнении контрольных испытаний. Контрольные испытания, предусмотренные в данном курсе представлены в таблице.

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ДЗ1	Домашнее задание	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект задач
Р1	Реферат	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.	Темы индивидуальных рефератов

**ДЗ1.** Домашнее задание. Средство проверки умений применять полученные знания для решения комплексных задач. Полностью решенной считается задача, в которой правильно написан ответ в виде формулы, а также имеется правильный численный ответ.

**Р1.** Реферат Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. При защите реферата студенты выступают с сообщениями. Полнота и качества проработки материала реферата оценивается по пятибалльной системе.

5 выставляется студенту, если решено [90, 100] % заданий;

4 выставляется студенту, если решено [70, 90] % заданий;

3 выставляется студенту, если решено [60, 70] % заданий;

2 выставляется студенту, если решено [0, 60] % заданий.

При необходимости, эта оценка линейным преобразованием переносится на 20 или 25 балльную шкалу

Оценки, получаемые студентами в рамках курса, выставляются на основе текущего рейтинга студента на смотре текущей успеваемости в соответствии с диапазонами, указанными в таблице.

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B

	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на устном зачёте
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 1

### ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ (ДЗ1)

- состоит из 4 задач.

**Примеры возможных вариантов задач:**

**Задача № 1.** После перегрузки топливных сборок реактора LWR и их удаления из реактора они установлены в бассейне охлаждения. В бассейне расположено  $m = 25$  т топлива, ширина бассейна  $h = 10$ , длина  $l = 20$  и глубина  $d = 10$  м. После 1 месяца выдержки происходит прекращение нормальной подачи воды в бассейн. Оценить, через какое время  $\tau$  уровень воды понизится на 0,5 м из-за выпаривания. Начальная температура воды  $T_0 = 25^\circ\text{C}$ , удельная теплоемкость  $c_p = 4,18$  кДж/(кг·К), скрытая теплота парообразования  $r = 2,25$  МДж/кг и плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

**Задача № 2.** Сразу после выгрузки ОТВС из АЗ реактора ВВЭР тепловыделение в нем составляет 1000 кВт на тонну топлива. Определить плотность теплового потока с поверхности твэла и сравнить ее со значением  $q_{кр1}$ . В расчетах принять: диаметр твэла  $D = 9 \cdot 10^{-3}$  м, плотность топлива  $\rho = 9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

**Задача № 3.** Цилиндрический контейнер для транспортировки ОТВС теплового реактора на перерабатывающий завод должен быть спроектирован таким образом, чтобы его температура поверхности не превышала температуру окружающей среды более чем на 10 °С. Внешний диаметр контейнера  $D = 1$  м, высота  $H = 3$  м, масса ОТВС  $m = 300$  кг, мощность тепловыделения 3 Вт/кг ОТВС, коэффициент теплоотдачи между поверхностью контейнера, оребренной поверхностью и воздухом, составляет  $\alpha = 7$  Вт/(м·К). Если охлаждение недостаточно, рассчитать число вертикальных ребер длиной 3 м и высотой  $\delta = 0,1$  м, которые необходимо прикрепить к внешней поверхности для требуемого охлаждения.

**Задача № 4.** Транспортный контейнер, описанный в примере, предназначается для перевозки ОТВС с мощностью тепловыделения 10 Вт/кг. Температура внешней поверхности контейнера не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 15 °С, коэффициент теплоотдачи между поверхностью контейнера, оребренной поверхностью и воздухом, составляет  $\alpha = 10$  Вт/(м<sup>2</sup>·К). Потребуется ли дополнительные ребра и сколько.

**Задача №5.** ЖРО с высоким уровнем остаточного тепловыделения хранятся в цилиндрической емкости диаметром  $D = 6$  м. Уровень жидкости в баке составляет  $H = 5$  м. Тепло, выделяемое при распаде продуктов деления, отводится водой, циркулирующей по тонкостенному змеевику из нержавеющей стали с внешним диаметром  $d = 10$  см. Змеевик погружен в ЖРО. Вода попадает в змеевик при температуре  $T_0 = 20$  °С и выходит при  $T_v = 25$  °С. Объемная мощность тепловыделения в ЖРО  $q_v = 14$  кВт/м<sup>3</sup>. Для минимизации коррозии температура отходов должна составлять не более  $T_m = 35$  °С. Рассчитайте расход воды через змеевик и его длину.

## РЕФЕРАТ (Р1)

### Примеры тем рефератов:

- Месторождение и первичная переработка природных ядерных материалов
- Методы разделения изотопов
- Работа разделения, потенциал разделения, сравнение технологий разделения
- Радиохимическая переработка облученного топлива...
- Водные методы переработки облученного топлива



## Раздел 2 Разделка ТВС и ТВЭЛ.

### 2.1 Семестровый контроль (СК) - 15 Неделя

#### 2 РАЗДЕЛ

Для оценки уровня усвоения учебного материала при изучении студентами дисциплины используется рейтинговая система. Рейтинг студента складывается из баллов, которые он получает при выполнении контрольных испытаний. Контрольные испытания, предусмотренные в данном курсе представлены в таблице.

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Д32	Домашнее задание	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект задач
Р2	Реферат	Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.	Темы индивидуальных рефератов

**Д32.** Домашнее задание. Средство проверки умений применять полученные знания для решения комплексных задач. Полностью решенной считается задача, в которой правильно написан ответ в виде формулы, а также имеется правильный численный ответ.

**Р2.** Реферат Частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. При защите реферата студенты выступают с сообщениями. Полнота и качества проработки материала реферата оценивается по пятибалльной системе.

5 выставляется студенту, если решено [90, 100] % заданий;

4 выставляется студенту, если решено [70, 90] % заданий;

3 выставляется студенту, если решено [60, 70] % заданий;

2 выставляется студенту, если решено [0, 60] % заданий.

При необходимости, эта оценка линейным преобразованием переносится на 20 или 25 балльную шкалу

Оценки, получаемые студентами в рамках курса, выставляются на основе текущего рейтинга студента на смотре текущей успеваемости в соответствии с диапазонами, указанными в таблице.

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C

	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
		60-64
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на устном зачёте
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ 2

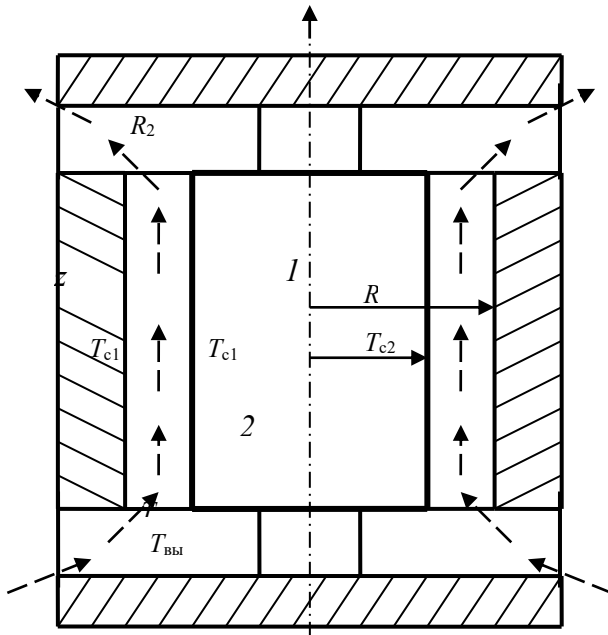
### ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ (Д32)

- состоит из 4 задач.

**Примеры возможных вариантов задач:**

**Задача № 1.** В металлической канистре в форме цилиндра высотой  $H = 1$  м и радиусом  $R = 0,25$  м находятся жидкие РАО с мощностью тепловыделения  $Q$ . Определить температуру поверхности канистры в зависимости от  $Q$ . Найти максимальное тепловыделение  $Q_m$ , при котором жидкость в канистре не закипит. Температура окружающего воздуха  $T_0 = 300$  К (5 баллов).

**Задача № 2.** Металлический контейнер с ОЯТ в форме цилиндра радиусом  $R_1$ , высотой  $H$  и мощностью тепловыделения  $Q$  помещен в бетонную бочку с внутренним радиусом  $R_2$  (рис.). Предполагается, что все тепло, переданное излучением от контейнера на бетонную защиту, отводится конвекцией воздушного потока. Разработать методику расчета температуры поверхности контейнера и бетонной бочки в зависимости от мощности тепловыделения  $Q$ . Температура окружающего воздуха –  $T_0$ .



Провести расчет температур поверхности контейнера, бетонной бочки и воздуха в зависимости от тепловыделения  $Q$  для случая  $R_1 = 0,25$  м,  $R_2 = 0,4$  м,  $H = 1$  м, степень черноты  $\varepsilon = 0,8$ , температура окружающего воздуха  $T_0 = 300$  К. Определить среднюю скорость циркуляции воздуха в канале (10 баллов).

**Задача №3.** Активные отходы с перерабатывающего завода были остеклованы в виде цилиндров радиусом  $R = 0,15$  м. Тепловыделение в цилиндрах за счет распада продуктов деления составляет  $q_l = 1$  кВт/м, теплопроводность стекла  $\lambda = 3$  Вт/(м·К). Определить перепад температуры между центром и поверхностью цилиндра (5 баллов).

**Задача № 4.** Активные отходы с перерабатывающего завода были остеклованы в виде цилиндрических блоков радиусом  $R$ . Блоки были захоронены в желобе под землей на глубине  $H$ . Удельная объемная мощность тепловыделения в цилиндрах за счет распада продуктов деления составляет  $q_v$ . Получить формулу для расчета температуры поверхности цилиндра  $T_c$ , если известны теплопроводность почвы  $\lambda$  и температура ее поверхности  $T_0$ . Определить, при каком радиусе цилиндрического блока  $R$  температура его поверхности  $T_c$  будет достигать максимальное значение  $T_{max}$ , найти это значение (5 баллов).

**Задача №5** Активные отходы с перерабатывающего завода были остеклованы в виде цилиндрических блоков радиусом  $R$ . Блоки охлаждаются за счет вынужденной конвекции воздуха с массовым расходом  $G$ . Предполагая, что перепад температуры внутри блока невелик, вывести уравнения, описывающие распределение температуры блока и воздуха по высоте блока  $x$  (5 баллов)

## РЕФЕРАТ (Р2)

### Примеры тем рефератов:

- Неводные методы
- Технологии изготовления ТВЭлов и ТВС
- Характеристики и состав ОЯТ
- Хранение и транспортировка ОЯТ
- Обращение с РАО
- Упаковка РАО

## 2 Семестр

### Зачет

#### Методика оценки результатов

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ, с учётом характера будущей практической деятельности выпускника. Максимальная сумма баллов – 50.

**“Отлично” (45-50 баллов)** – обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагает, не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами и практическими заданиями, правильно обосновывает принятые решения, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

**“Хорошо” (35-44 баллов)** – обучающийся твердо знает программный материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения и владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических заданий.

**“Удовлетворительно” (30-34 баллов)** - обучающийся усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий.

#### ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Ядерные энергетические реакторы поколения IV с свинцовым теплоносителем. Конструкции активных зон, порядок теплогидравлического расчета.
2. Ядерные энергетические реакторы поколения IV со свинцовым теплоносителем.
3. Системы безопасности реактора БРЕСТ, проектные аварии.
4. Ядерные энергетические реакторы поколения IV с теплоносителем свинец-висмут.
5. Проект СВБР. Варианты конструкции активных зон, порядок теплогидравлического расчета.
6. Ядерные энергетические реакторы поколения IV с теплоносителем свинец-висмут.
7. Системы безопасности проекта СВБР. Особенности моноблочной компоновки.
8. Высокотемпературные газовые реакторы поколения IV. Конструкции активных зон энергетических реакторов большой мощности.
9. Высокотемпературные газовые реакторы поколения IV. Конструкции активных зон модульных реакторов.
10. Порядок теплогидравлического расчета высокотемпературного газового реактора.
11. Системы безопасности высокотемпературных газовых реакторов большой мощности.
12. Особенности систем безопасности реакторов с интегральной компоновкой.
13. Высокотемпературные газовые реакторы поколения IV с быстрым спектром нейтронов. Особенности конструкций активных зон.
14. Жидкосольевые реакторы поколения IV. Конструкции активных зон, системы безопасности.
15. Основные принципы термоядерного реактора. Критерий Лоусона.

16. Магнитное удержание плазмы. Самосжимающиеся разряды, магнитные ловушки, инерционное удержание.
17. Расчет термоядерного реактора с магнитным удержанием плазмы. Баланс мощностей. Схема термоядерного реактора. Оценка выходной мощности.
18. Бланкетные зоны термоядерных реакторов. Конструкции, теплофизический расчет.
19. Материалы термоядерных реакторов. Влияние облучения, совместимость.
20. Термоядерные импульсные реакторы.