

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»
(НГТУ)**

**Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики
им. академика Ф.М. Митенкова**

Выпускающая кафедра «Ядерные реакторы и энергетические установки»

УТВЕРЖДАЮ:


Директор института
Хробостов А.Е.
«01» июня 2020 г.



**Оценочные материалы по дисциплине
«Гидродинамика и теплообмен»
ОП ВО**

**по специальности: 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы
Направленность (специализация): Ядерные реакторы**

Квалификация выпускника: инженер-физик

Очная форма обучения

г. Нижний Новгород
2020 г

Описание шкал оценивания на этапах текущего и промежуточного контроля

Вид оценивания аудиторных занятий	Технология оценивания		Описание шкалы оценивания на этапе текущего контроля			
			1. Отсутствие усвоения	2. Не полное усвоение	3. Хорошее усвоение	4. Отличное усвоение
1	2	3	4	5	6	
Работа на лекциях	Ответы на контрольные вопросы	1	Отсутствие участия	Единичное высказывание	Активное участие в обсуждении	Высказывание неординарных суждений с обоснованием точки зрения
Работа на практических занятиях	Выполнение общих заданий	2	Задание не выполнено, т.к. материал не усвоен	Задание выполнено, но допускает ошибки по взаимосвязи разделов	Задание выполнено с незначительными и недочетами	Задание выполнено без замечаний
	Решение индивидуальных домашних заданий	3	Не правильное решение	Решение с ошибками	Правильное решение без ошибок с отдельными замечаниями	Правильное решение без ошибок

Шкала оценивания, которая учитывается при промежуточной аттестации

Используя различные «комбинации» по шкале оценивания выставляется оценка, которая учитывается при промежуточной аттестации.

Неудовлетворительно	Не способен излагать материал последовательно, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Не способен продолжить обучение без дополнительных занятий.
Удовлетворительно	Способен применить знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки. Допускает нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Имеются затруднения с выводами. Способен к решению конкретных практических задач из числа предусмотренных рабочей программой.
Хорошо	Способен логично мыслить, системно прорабатывает изложение материала, излагает его, не допуская существенных неточностей. Способен эффективно применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Допускает единичные ошибки в решении проблем.

Отлично	Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы. Способен легко ориентироваться при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
---------	---

Таблица 3 - Этап промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица 5 – Этап промежуточной аттестации по дисциплине						
Наименование	Технология	Описание шкалы оценивания на этапе промежуточной аттестации				
этапа оценивания	оценивания	1.Отсутствие усвоения	2.Не полное усвоение	3.Хорошее усвоение	4.Отличное усвоение	Этапы контроля
1	2	3	4	5	6	7
Курсовая работа на тему: Тепловой расчёт активной зоны ядерного реактора судовой ядерной энергетической установки	защита работы	не выполнение работы	защита работы не уверенная	хорошая защита работы	отличная защита работы	защита работы перед преподавателем
Усвоение материала дисциплины	Знаниевая компонента	отсутствие усвоения	неполное усвоение	хорошее усвоение	отличное усвоение	зачет, экзамен
	Деятельностная (задачи, задания)	невыполнение задач	выполнение задач с ошибками	выполнение задач с незначительными и ошибками	выполнение задач без ошибок	

Комплект оценочных средств

Перечни вопросов по разделам

Перечень вопросов №1. Тепловыделение в реакторе.

1. Основные понятия и определения.
2. Баланс энергии при делении ядра и механизм ее выделения.
3. Распределение тепловыделения по элементам и объему активной зоны.
4. Связь между теплофизическими и нейтронно-физическими параметрами реактора.
5. Системы и принципы охлаждения реакторов.

Перечень вопросов №2. Теплопередача в ядерном реакторе.

1. Расчетная схема теплопередачи в ТВЭЛе и других элементах ядерного реактора.
2. Радиальное распределение температуры в топливном сердечнике стержневого ТВЭЛа.
3. Ограничение тепловыделения, связанные с плавлением и прочностью топливного сердечника.
4. Учет зависимости теплопроводности топлива от температуры.

Перечень вопросов №3. Распределение температур в ядерном реакторе

1. Распределение температуры теплоносителя, температуры оболочки ТВЭЛа и температуры топливного сердечника по высоте рабочего канала с некипящим теплоносителем для реакторов различного типа.
2. Расчет распределения температуры по высоте рабочего канала при произвольном законе распределения тепловыделения.
3. Влияние неравномерности распределения тепловыделения вдоль канала.
4. Интеграл Дюамеля.
5. Расчет теплоотдачи и потерь давления в реакторе.

Перечень вопросов №4. Реакторы с кипящим теплоносителем

1. Особенности теплообмена и гидродинамики двухфазных потоков в реакторах с кипящим теплоносителем.
2. Основные показатели двухфазных потоков.
3. Распределение параметров ТВЭЛа и двухфазного потока по высоте канала с кипящим теплоносителем.
4. Расчет теплоотдачи и потерь давления в реакторах с кипящим теплоносителем.
5. Гидродинамическая характеристика канала с кипящим теплоносителем.

Перечень вопросов №5. Кризис тепловыделения

1. Ограничения тепловыделения в канале их условий недопустимости кипения теплоносителя.
2. Допустимость и определение расположения участка с пристенным кипением теплоносителя.
3. Кризис теплообмена 1 и 2 рода.
4. Ограничение тепловыделения в канале из условия недопустимости кризиса теплообмена.
5. Запас до кризиса.
6. Учет случайных отклонений от условий номинального теплоотвода (предельный подход).

Перечень вопросов №6. Тепловой и гидравлический расчёт ЯР

1. Цели и задачи теплового и гидравлического расчета ядерных реакторов на различных этапах проектирования.

2. Выбор закона распределения энерговыделения и гидравлическое профилирование активной зоны реакторов различного типа.
3. Особенности расчета реакторов с кипящим теплоносителем и с ЕЦ в первом контуре.

Перечень вопросов №7. Теплотехническая надёжность ядерных реакторов.

1. Основные понятия и определения теплотехнической надёжности ядерных реакторов (статистический подход).
2. Расчет основного показателя теплотехнической надёжности.
3. Пути повышения теплотехнической надёжности.

Примеры задач

Пример задач №1

Рассчитать количество тепла, выделяемое в активной зоне реактора при делении одного килограмма урана ^{235}U с учетом и без учета радиационного захвата нейтронов.

Пример задач №2

Найти средний коэффициент теплоотдачи α и среднюю температуру на поверхности ТВЭЛ при объемной плотности тепловыделения в них $q_v = 44 \cdot 10^7 \text{ Вт/м}^3$.

Элементы с наружным диаметром $d_t = 10 \text{ мм}$ расположены в пучке по квадратной решетке с шагом $S = 14 \text{ мм}$ и омываются теплоносителем со скоростью $w = 3 \text{ м/с}$ при средней температуре $t_f = 200^\circ\text{C}$ и давлении $P_f = 14 \text{ МПа}$.

Задачу решить для водяного теплоносителя и Na.

Пример задач №3

Определить температуру наружной поверхности стержня системы АР «сухого» исполнения из карбида бора в оболочке из стали 0X18H9B наружным диаметром $d_2 = 11 \text{ мм}$ и с плотностью тепловыделения $q_v = 5.7 \cdot 10^7 \text{ Вт/м}^3$. Стержень перемещается внутри гильзы внутренним диаметром $d_3 = 13 \text{ мм}$ с толщиной стенки 2 мм из стали 0X18H9T. Гильза расположена внутри ТВС с эквивалентным диаметром межствольного пространства $d_{\text{эКВ}} = 3,5 \text{ мм}$. Снаружи гильза обтекается водяным теплоносителем со средней температурой $t_f = 300^\circ\text{C}$ и давлением $P_f = 15,7 \text{ МПа}$ со скоростью $w = 7 \text{ м/с}$. Зазор между стержнем и гильзой заполнен газом при атмосферном давлении.

Задачу решить при заполнении газового зазора воздухом и гелием.

Пример задач №4.

Определить коэффициент теплоотдачи при вынужденном движении кипящей воды в канале с эквивалентным диаметром межствольного пространства $d_{\text{эКВ}} = 5 \text{ мм}$ при следующих условиях: скорость циркуляции двухфазной смеси $w_0 = 3,0 \text{ м/с}$, давление $p = 5 \text{ МПа}$, тепловая нагрузка поверхности $q_f = 6 \cdot 10^5 \text{ Вт/м}^2$.

Задачу решить при скоростях $w_0 = 3,0; 5$ и 7 м/с .

Пример задач №5.

Определить распределение критического теплового потока в тепловыделяющем канале мощностью $N_k = 550 \text{ кВт}$, высотой $H_k = 1 \text{ м}$ и состоящем из 30 ТВЭЛ с наружным диаметром $d_{\text{ТВЭ}} = 6 \text{ мм}$. Внутренний диаметр чехла канала $d_{\text{кан}} = 41 \text{ мм}$.

Отвод тепла в канале осуществляется водяным теплоносителем с расходом $G_k = 1,9 \text{ кг/с}$, при давлении $P_k = 20 \text{ МПа}$ и при температуре на входе $t_{\text{вх}} = 270^\circ\text{C}$. Распределение тепловыделения по высоте канала принять в виде:

$$q_l(z) = q_l^{\text{max}} \cdot \cos(\gamma \cdot Z) \quad \text{с эффективной добавкой отражателя } 0,1 \text{ м.}$$

Пример задач №6

Выполнить поверочный тепловой расчет реактора по исходным данным сквозного курсового проекта.

Пример задач №7

По исходным данным задачи №5 определить минимальный запас до кризиса в канале с учетом случайных отклонений определяющих параметров (в рамках предельного подхода к теплотехнической надежности).

Оценка курсовой работы

	Содержание работы	Ответы на вопросы преподавателя
Оценка «отлично»	работа выполнена полностью правильно	студент ответил на вопросы преподавателя полно, правильно и уверенно
Оценка «хорошо»	работа выполнена с небольшими недочетами	студент ответил на вопросы преподавателя правильно
Оценка «удовлетворительно»	работа выполнена с ошибками	студент ответил не на все вопросы преподавателя правильно
Оценка «неудовлетворительно»	работа не выполнена	студент не ответил на вопросы преподавателя

Перечень вопросов, выносимых на экзамен

1. Источники тепловыделения в реакторе.
2. Распределение тепловыделения по объему и элементам ЯР.
3. Характер распределения температуры по радиусу стержневого ТВЭЛа.
4. Ограничение тепловыделения в реакторе по условиям плавления и прочности ТВЭЛ.
5. Ограничение тепловыделения в канале по условиям недопустимости кризиса теплообмена.
6. Критический тепловой поток и запас до кризиса.
7. Учет случайных отклонений от условий номинального теплоотвода (предельный подход).
8. Распределение температуры по высоте канала с некипящим теплоносителем реакторов различного типа.
9. Виды, задачи и основные этапы теплогидравлического расчета реактора.
10. Гидравлическое профилирование активной зоны реактора.
11. Ячейковый теплогидравлический расчет тепловыделяющей сборки.
12. Особенности распределения температуры по высоте канала с кипящим теплоносителем.
13. Основной показатель теплотехнической надежности реактора.
14. Способы интенсификации теплоотдачи в активной зоне реактора.

Перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Ограничения тепловыделения в канале их условий недопустимости кипения теплоносителя.
2. Допустимость и определение расположения участка с пристенным кипением теплоносителя.
3. Кризис теплообмена 1 и 2 рода.
4. Ограничение тепловыделения в канале из условия недопустимости кризиса теплообмена. Запас до кризиса.
5. Учет случайных отклонений от условий номинального теплоотвода (предельный подход).
6. Цели и задачи теплового и гидравлического расчета ядерных реакторов на различных этапах проектирования.

7. Выбор закона распределения энерговыделения и гидравлическое профилирование активной зоны реакторов различного типа.
8. Особенности расчета реакторов с кипящим теплоносителем и с ЕЦ в первом контуре.
9. Основные понятия и определения теплотехнической надежности ядерных реакторов (статистический подход).
10. Расчет основного показателя теплотехнической надежности.
11. Пути повышения теплотехнической надежности.