

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.

**Фонд оценочных средств по дисциплинам ОП ВО  
по направлению 14.04.02 Ядерные физика и технологии**

**Гидродинамика и теплообмен**

Направление: 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Направленность (программа): Ядерные реакторы и энергетические установки

**Квалификация выпускника: магистр**

**Очная форма обучения**

г. Нижний Новгород  
2020 г.

## 1. Дисциплина «Гидродинамика и теплообмен»

Таблица 1.1. Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций

Код компетенции	Содержание компетенции	Код и наименование Индикатора достижения компетенции (Планируемые результаты освоения ОП)	Дескрипторы достижения компетенции
ПКС-2	Способен провести расчет, концептуальную и проектную проработку современных физических установок и приборов	ПКС-2.1 - Проводит расчет концептуальную и проектную проработку современных физических установок и приборов. ПКС-2.2 – Использует современные методики расчета, концептуальной и проектной проработки современных физических установок и приборов	Знать: о сущности теплофизических процессов, происходящих в реакторе с целью создания конструкций, отвечающих современным критериям теплотехнической надежности, безопасности, технико-экономическим требованиям, условиям охраны окружающей среды, техники безопасности Уметь: формулировать общие закономерности и рекомендации при выполнении конкретных расчетов, пользоваться специальной литературой и справочными материалами. Владеть: навыками составления математических моделей, вычислительных схем, разработки алгоритмов расчетов
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИУК-2.1 Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления ИУК-2.2. Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и	Знать: действующие правовые нормы и ограничения, оказывающие регулирующее воздействие на проектную деятельность. Уметь: определить круг задач в рамках избранных видов профессиональной деятельности, планировать собственную деятельность исходя из имеющихся ресурсов, формировать план-

		возможные сферы их применения	график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения.
		ИУК-2.3. Разрабатывает план реализации проекта с учетом возможных рисков реализации и возможностей их устранения, планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменяемости	Владеть навыками по публичному представлению результатов решений конкретной задачи проекта.
		ИУК-2.4. Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта.	
		ИУК-2.5. Предлагает процедуры и механизмы оценки качества проекта, инфраструктурные условия для внедрения результатов проекта	
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	ИУК-3.1. Вырабатывает стратегию командной работы и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели;	Знать основы организации социального взаимодействия, в т.ч. с учетом возрастных, гендерных особенностей, современные технологии взаимодействия с учетом основных закономерностей возрастного и индивидуального развития, социального, этноконфессиональных и культурных различий, особенностей социализации личности.
		ИУК-3.2. Организует и корректирует работу команды, в т.ч. на основе коллегиальных решений	Уметь организовать, управлять ситуациями общения, сотрудничества, развивая активность, самостоятельность, инициативность, творческие способности участников социального взаимодействия.
		ИУК-3.3. Разрешает конфликты и противоречия при деловом общении на основе учета интересов всех сторон	
		ИУК-3.4. Организует дискуссии по заданной теме и обсуждение результатов работы команды с привлечением оппонентов разработанным идеям	
		ИУК-3.5. Делегирует полномочия членам команды и распределяет поручения, дает обратную	

		связь по результатам, принимает ответственность за общий результат	Владеть методами организации конструктивного социального взаимодействия, способностью организовать, управлять ситуациями общения, сотрудничества.
--	--	--	---

Структура компетенции и технология ее формирования даны в таблице 1.2.

Таблица 1.2. - Структура компетенции и технология ее формирования и оценки

Обучающийся должен	Технологии формирования	Технология оценки освоения компетенции
<b>Владеть знаниями</b>	Лекции. Практические занятия. Самостоятельная работа.	Устный опрос. Контроль самостоятельной работы. Экзамен. Зачет
<b>Обладать умениями</b>	Лекции. Практические занятия. Курсовая работа Самостоятельная работа.	Устный опрос. Защита курсовой работы Контрольная работа Экзамен. Зачет
<b>Иметь навыки</b>	Лекции. Практические занятия..	Устный опрос. Контроль самостоятельной работы. Экзамен. Зачет

### Критерии формирования оценок

Таблица 1.3. - Этап текущего контроля по дисциплине

Вид оценивания аудиторных занятий	Технология оценивания	Шкала (уровень) оценивания на этапе текущего контроля			
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Работа на лекциях	Участие в групповых обсуждениях	Отсутствие участия	Единичное участие	Активное участие в обсуждении	Высказывание неординарных суждений
Работа на практических занятиях	Решение общих задач	Отсутствие участия в обсуждении методов решения	Единичное высказывание	Активное участие в обсуждении хода решения	Высказывание неординарных суждений
	Решение индивидуальных задач	Решение отсутствует	Решение с грубыми ошибками	Правильное решение с отдельными замечаниями	Задание выполнено без замечаний

Таблица 1.4. - Этап промежуточной аттестации

Наименование этапа оценивания	Технология оценивания	Шкала оценивания на этапе промежуточной аттестации				
		неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	Этапы контроля
Курсовая работа на тему: Тепловой расчёт активной зоны ядерного реактора судовой ядерной энергетической установки	Защита работы	невыполнение работы	защита работы неуверенная	хорошая защита работы	отличная защита работы	защита работы перед преподавателем
Усвоение материала дисциплины	Знаниевая компонента	полное отсутствие знаний	неполное усвоение	хорошее усвоение	отличное усвоение	зачет, экзамен
	Деятельностная (задачи, задания)	отсутствие решения типовых задач	решение задач с грубыми ошибками	решение задач с отдельным и замечаниями	решение задач без замечаний	

**Перечень типовых контрольных вопросов, необходимых для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной деятельности по дисциплине " Гидродинамика и теплообмен"**

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.
15. Ограничения тепловыделения в канале их условий недопустимости кипения теплоносителя.
16. Допустимость и определение расположения участка с пристенным кипением теплоносителя.
17. Кризис теплообмена 1 и 2 рода.
18. Ограничение тепловыделения в канале из условия недопустимости кризиса теплообмена. Запас до кризиса.
19. Учет случайных отклонений от условий номинального теплоотвода (предельный подход).
20. Цели и задачи теплового и гидравлического расчета ядерных реакторов на различных этапах проектирования.
21. Выбор закона распределения энерговыделения и гидравлическое профилирование активной зоны реакторов различного типа.
22. Особенности расчета реакторов с кипящим теплоносителем и с ЕЦ в первом контуре.
23. Основные понятия и определения теплотехнической надежности ядерных реакторов (статистический подход).
24. Расчет основного показателя теплотехнической надежности.
25. Пути повышения теплотехнической надежности.

**Перечень контрольных задач по дисциплине " Гидродинамика и теплообмен"**

**Пример задач №1**

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

**Пример задач №2**

Найти средний коэффициент теплоотдачи  $\alpha$  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  $t_f=200\text{ }^\circ\text{C}$  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 2мм из стали 0X18H9T. Гильза расположена внутри ТВС с эквивалентным диаметром межтвэльного пространства  $d_{\text{экв}}=3,5\text{мм}$ . Снаружи гильза обтекается водяным теплоносителем со средней температурой  $t_f=300\text{ }^\circ\text{C}$  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 межтвэльного 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  $7\text{ м/с}$ .

#### 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  $t_{\text{вх}}=270\text{ }^\circ\text{C}$ .

Распределение тепловыделения по высоте канала принять в виде:  $q_l(z) \propto q_{l\text{max}}$

$\propto \cos(\gamma_0 \propto Z)$  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).

Таблица 1.5 - Оценочные средства дисциплины, для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера вопросов	Номера задач
	Компетенция ПКС-2, УК-2,3	1-25 (на усмотрение преподавателя)	1-7 (на усмотрение преподавателя)