

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Нижегородский государственный технический университет**  
**имени Р.Е. Алексеева» (НГТУ)**

---

Образовательно-научный институт ядерной энергетики и технической физики  
имени академика Ф.М. Митенкова (ИЯЭиТФ)



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЯЭиТФ  
  
А.Е. Хробостов  
28 февраля 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.41.7 «Гидродинамика и теплообмен»**  
**для подготовки специалистов**

Направление подготовки/специальность: 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы"  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность/специализация: "Ядерные реакторы"  
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2018

Выпускающая кафедра: ЯРиЭУ  
(аббревиатура кафедры)

Кафедра-разработчик: ЯРиЭУ  
(аббревиатура кафедры)

Объем дисциплины: 252/7  
(часов/з.е.)

Промежуточная аттестация: Экзамен, зачет  
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Разработчик(и): Андреев В.В., д.т.н., профессор  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

Рецензент: \_\_\_\_\_  
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Рабочая программа дисциплины: “Экономика ядерной энергетики” разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы", утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 03.09.2015 г. № 956 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 19 апреля 2018 г. № 8

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы,  
протокол от 20 февраля 2018 года № 4 \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой *профессор, д.т.ан* Андреев В.В. \_\_\_\_\_  
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института, где реализуется данная программа  
протокол от 28 февраля 2018 года № 3

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № \_\_\_\_\_

Начальник МО \_\_\_\_\_

Заведующая отделом комплектования НТБ \_\_\_\_\_  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины .....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
4. Структура и содержание дисциплины .....	10
5. Текущий контроль успеваемости и аттестация по итогам освоения дисциплины.....	12
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	15
7. Информационное обеспечение дисциплины.....	16
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ .....	17
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	17
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины .....	18
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины .....	20
Рецензия .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
Лист актуализации рабочей программы дисциплины.....	21

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью освоения дисциплины является:** приобретение студентами знания основ экономики ядерных и тепловых энергетических установок.

**1.2. Задачи освоения дисциплины:** освоение процедуры выполнения технико-экономических расчетов топливного цикла ЯЭУ и ТЭС, технико-экономических показателей производства энергии и топлива на АЭС.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина (модуль) Б1.Б.41.7 «Экономика ядерной энергетики» включена в перечень дисциплин специализации базовой части, формируемой участниками образовательных отношений, определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Изучение дисциплины осуществляется на 5-ом курсе в 9-ом и 10-ом семестрах. Дисциплина «Гидродинамика и теплообмен» участвует в формировании компетенций ПСК-1.7, ПСК-1.8, ПСК-1.5, ПСК-1.18, ОК-9

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья РПД разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Студенты в процессе изучения дисциплины «Гидродинамика и теплообмен» получают необходимые знания в использовании справочно-нормативных материалов.

Все это является основой для дальнейшей подготовки студента как высококвалифицированного специалиста в области ядерных энергетических установок, знающего законы теплофизики, законы гидравлики, основное технологическое оборудование ядерных энергетических установок, умеющего решать конкретные теплофизические задачи, а также использовать и применять компьютерные программы для прикладных исследований и проектирования ядерных энергетических установок

# КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

## 3.1. Этапы формирования компетенций

В результате освоения дисциплины «Физика ядерных реакторов» у обучающегося частично формируются компетенции ОК-9, ПСК-1.5, ПСК-1.18, ПСК-1.7, ПСК-1.8, полное формирование которых последовательно осуществляется при изучении других дисциплин и в процессе практической подготовки (таблица 1).

Таблица 1 - Формирование компетенции ОК-9, ПСК-1.18,1.5,1.7,1.8,

Код компетенции	Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенций дисциплинами и практиками										
		1 сем.	2 сем.	3 сем.	4 сем.	5 сем.	6 сем.	7 сем.	8 сем.	9 сем.	10 сем.	11 сем.
ОК-9	Экология											
	Безопасность жизнедеятельности											
	Радиационная безопасность											
	Метрология											
	Ядерные топливные материалы											
	Физика ядерных реакторов											
	Основы проектирования защиты ядерных энергетических установок											
	Инженерные расчеты и проектирование ядерных энергетических установок											
	Специальные материалы и защищенность ядерного топливного цикла											
	Гидродинамика и теплообмен											
	Физическая теория реакторов											
	Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации судовых ядерных энергетических установок											
	Ядерные технологии											
	Принципы обеспечения безопасности АЭС											
	Подготовка и защита ВКР											
	Подготовка и защита ВКР											
ПСК-1.5	Циркуляторы физико-энергетических установок											
	Насосы и компрессоры											
	Физика ядерных реакторов											
	Гидродинамика и теплообмен											
	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности											
	Преддипломная практика											
	Подготовка и защита ВКР											
ПСК-1.7	Турбомашины											
	Генерация пара											



### 3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Общекультурные, профессионально-специализированные компетенции ПСК-1.7, ПСК-1.8, ПСК-1.5, ПСК-1.18, ОК-9 формируются с приобретением знаний, умений и навыков, сформулированных в планируемых результатах обучения (таблица 2).

**Таблица 2 - Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения**

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
	Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПСК-1.7. Способность проводить нейтронно-физический и теплогидравлический расчет ядерных установок	<ul style="list-style-type: none"> <li>- механизмы взаимодействия нейтронов с ядрами материала активной зоны, замедления и диффузии нейтронов в активной зоне реактора;</li> <li>- временные процессы выгорания горючего, отравления реактора, иметь представление об обратных связях в активной зоне и регулировании реактивности в реакторе;</li> <li>- различные методы расчета активной зоны реактора, топливные циклы и нейтроннофизические особенности энергетических реакторов различного типа.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-определять длину замедления нейтронов в графите;</li> <li>-измерять длину диффузии нейтронов в графите по методу Боте;</li> <li>-оценивать влияния блочности системы на резонансное поглощение;</li> <li>-определять пространственное распределение медленных и тепловых нейтронов в воде, оценивать сечения поглощения тепловых нейтронов водородом;</li> <li>-определять длину экстраполяции на плоской границе вода-вакуум.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>навыками решения задач по определению: сечений в резонансной области энергий; параметров замедления нейтронов; критических параметров однородных реакторов в том числе с отражателем; составляющих коэффициента размножения в гетерогенном реакторе; эффектов в реакторе; величины стационарного и нестационарного отравления; запаса реактивности и кампании реактора.</li> </ul>	Планы лекций с перечнями обсуждаемых вопросов (оценка по критерию 1 и 2)	Перечень контрольных вопросов

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
	Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПСК-1.8. Способность применять современные экспериментальные методы измерений и обработки данных по ядернофизическим и теплофизическим свойствам материалов; нейтронно-физических и теплогидравлических параметров ядерной установки	-теоретические основы расчета основных нейтронно-физических характеристик активной зоны реакторов; -основные соотношения для оценок нейтроннофизических характеристик элементарных ячеек активной зоны реактора, активной зоны голого реактора и реактора с отражателем.	определять взаимосвязь между конструкцией реактора и методами, используемыми для оценки нейтроннофизических характеристик активной зоны	терминологией, принятой в физике ядерных реакторов, проблематикой ядерных реакторов в объеме, необходимом для практического применения знаний при их разработке		
ПСК-1.5 Способность к выполнению работ по стандартизации и подготовке к сертификации компьютерных программных комплексов в области нейтроннофизического и теплогидравлического расчета ЯЭУ	требования и основные правила выполнения работ по стандартизации и сертификации компьютерных программных комплексов	разработать объемлющие задания для стандартизации и сертификации компьютерного программного комплекса	программными комплексами по расчету нейтронно-физических и теплогидравлических расчетов ЯЭУ		



Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
	Знать	Уметь	Владеть	Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ПСК-1.18 Способность использовать фундаментальные законы естественнонаучных дисциплин для разработки теоретических и математических моделей в области физики, химии; ядерных, нейтронных, теплогидродинамических, тепломассобменных процессов, при проектировании объектов ядерной энергетики	-основные законы физики, границы их применимости; -основные физические величины и физические константы, их определение, смысл и единицы их измерения; -фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки.	-указать какие законы описывают данное физическое явление или эффект; -записывать уравнения для физических величин в системе СИ; -объяснять наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий	-навыками построения информационной модели физического объекта; -навыками использования основных физических законов и принципов при решении поставленной научно-технической проблемы; -методами обработки и интерпретации результатов эксперимента.		
ОК-9 Способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций	методы прогнозирования экологических последствий реализации проекта; меры по снижению экологических рисков	понимать (предвидеть) экологические последствия реализации проекта; разрабатывать меры по снижению экологических рисков	методами прогнозирования экологических последствий реализации проекта; навыками разработки мер по снижению экологических рисков		

Освоение дисциплины причастно к освоению ТФ В/01.7 «Инженерно-физическое сопровождение эксплуатации активной зоны реакторной установки» (ПС 24.028 «Специалист ядерно-физической лаборатории в области атомной энергетики»), решает следующие профессиональные задачи:

- Расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.
- Разработка проектной и рабочей технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ.

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (з.е.) или 180 академических часов, в том числе контактная работа обучающихся с преподавателем - 74 часа, самостоятельная работа обучающихся – 61 час (таблица 3).

**Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ**

Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч/з.е.		
	Всего	в том числе в 9 семестре	в том числе А семестре
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоёмкость, ч/з.е.	252/7	180/5	72/2
1. Контактная работа:	110	74	36
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	102	68	34
Занятия лекционного типа (Л)	51	34	17
Занятия семинарского типа (ПЗ)	51	34	17
1.2. Внеаудиторная работа, в том числе:	8	6	2
Консультации по дисциплине	4	2	2
Консультации по курсовой работе	4	4	-
2. Самостоятельная работа студентов, в том числе:	106	70	36
Проработка источников информации (повторение пройденного материала, изучение и конспектирование рекомендованной литературы)	44	25	19
Подготовка к практическим занятиям	40	25	15
Подготовка к зачёту	-	-	-
Курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	4	4	-
Контроль	36	36	-

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тематический план освоения дисциплины по видам учебной деятельности приведен в таблице 4. Здесь указано структурное распределение объемов (в часах) разделов и тем дисциплины по видам учебной работы, аудиторных и внеаудиторных занятий, самостоятельной работы студента и периодического (текущего) контроля.

**Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Планируемые (контролируемые) результаты освоения и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы, ч						Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа				Самостоятельная работа студентов	Контроль				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	Консультации по дисциплине						
ПКС-1.7, ПСК-1.8, ПСК-1.5, ПСК-1.18, ОК-9	1. Тепловыделение в реакторе.	7	-	7	0,5	15		п. 1 табл. 9 РПД стр. 3-8 п. 2 табл. 9 РПД стр. 14-30	Семинар - диалог	-	-
	2. Теплопередача в ядерном реакторе.	8	-	8	0,5	15		п. 2 табл. 9 РПД стр. 124-136 п. 3 табл. 9 РПД стр. 215-224	Семинар - диалог	-	-
	3. Распределение температур в ядерном реакторе.	8	-	8	0,5	15		п. 1 табл. 9 РПД стр. 15-35 п. 2 табл. 9 РПД стр. 154-196	Семинар - диалог	-	-
	4. Реакторы с кипящим теплоносителем.	8	-	8	0,5	15		п. 1 табл. 9 РПД стр. 71-93 п. 3 табл. 9 РПД стр. 331-336	Семинар - диалог		
	5. Кризис тепловыделения.	8	-	8	0,5	15		п. 1 табл. 9 РПД стр. 19-51 п. 2 табл. 9 РПД стр. 23-41	Семинар - диалог	-	-
	6. Тепловой и гидравлический расчёт ЯР	8	-	8	0,5	15		п. 1 табл. 9 РПД стр. 52-70 п. 2 табл. 9 РПД стр. 121-139 п. 3 табл. 9 РПД стр. 391-403	Семинар - диалог	-	-
	7. Теплотехническая надёжность ядерных реакторов.	4	-	4	1	16		п. 1 табл. 9 РПД стр. 60-73 п. 2 табл. 9 РПД стр. 101-129	Семинар - диалог		
	Курсовая работа	-	-	-	4	-	36		Семинар - диалог		
ИТОГО:		51	-	51	8	106	36				

## 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Типовые контрольные вопросы и задания, необходимые для оценки знаний, умений и навыков или опыта деятельности

Таблица 5 – Перечни контрольных вопросов и заданий по темам занятий для проведения текущего контроля успеваемости

Номер темы		Перечни контрольных вопросов и заданий
цикла лекций	практических занятий	
1	1.1	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Деление ядра»:  1, Деление ядра
2	1.2	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Теплофизические и нейтронно-физические характеристики»:  1, Теплофизические и нейтронно-физические характеристики
3	1.3	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Теплопередача в ТВЭЛе»:  1, Теплопередача в ТВЭЛе
4	1.4	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Теплопроводность топлива»:  1, Теплопроводность топлива
5	1.5	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Распределение температуры по высоте рабочего канала.»:  1. Распределение температуры по высоте рабочего канала.
6	1.6	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Неравномерность тепловыделения»:  1. Неравномерность тепловыделения
7	1.7	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Реакторы с кипящим теплоносителем»:  1. Реакторы с кипящим теплоносителем
8	1.8	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Гидродинамика реактора с кипящим теплоносителем»:  1. Гидродинамика реактора с кипящим теплоносителем
9	1.9	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Особенности тепловыделения в канале»:  1. Особенности тепловыделения в канале
10	1.10	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Кризис теплообмена»:  1. Кризис теплообмена
11	1.11	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Распределение энергоснабжения»:  1. Распределение энергоснабжения
12	1.12	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Расчёт реакторов с кипящим теплоносителем»:  1. Расчёт реакторов с кипящим теплоносителем
13	1.13	Вопросы для обсуждения на семинаре по теме «Методика расчёта теплотехнической надёжности»:  1. Методика расчёта теплотехнической надёжности

**Таблица 6 – Перечень контрольных вопросов для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

№ п/п	Контрольные вопросы для проведения экзамена
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.

## **5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Процедуры оценивания формируемых компетенций определяют следующие нормативные документы, разработанные в НГТУ и к которым возможен доступ на сайте учебно-методического управления <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/uchebno-metodicheskoe-upravlenie> по вкладке «Нормативные документы и локальные акты по обеспечению образовательного процесса НГТУ»:

Положение о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18).

В результате изучения дисциплины «Экономика ядерной энергетики» обучающиеся должны приобрести знания, умения и навыки, сформулированные в дескрипторах достижения профессиональной компетенции ПКС-5 и с которой они готовы выполнять конкретные действия, прописанные в индикаторах достижения тех же компетенций (таблица 2). Оценивание формируемой компетенции ПКС-5 в процессе текущего контроля знаний осуществляется по критериям и показателям, приведенным в таблице 7.

**Таблица 7 – Критерии, показатели и шкала оценивания формируемых компетенций в процессе текущего контроля знаний**

Коды		Виды и номера тем занятий	Критерии оценивания компетенций	Показатели оценивания компетенций			
компетенций	индикаторов достижения компетенций			«Отлично»	«Хорошо»	«Удовлетворительно»	«Неудовлетворительно»
ПКС-5	ИПКС-5.1 ИПКС-5.2	Семинары по темам 1 – 3, 9 -12  Работа в малых группах по темам 4 - 8	<u>Критерий 1</u> Полнота и убедительность ответа или доклада, в том числе и дополнений к ним	Студент полно, логично и без недочетов излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал, абсолютно соответствующий темам по плану семинара	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1–2 недочета в последовательности изложения	Студент излагает материал ответа на вопрос или доклада неполно и непоследовательно, допускает ряд недочетов в изложении и несоответствий темам по плану семинара	Студент беспорядочно и неуверенно излагает в своем ответе на вопрос или докладе материал или излагает материал, абсолютно не соответствующий темам по плану семинара, а также отказывается от выступления или доклада
			<u>Критерий 2</u> Степень понимания изученного материала	Студент обнаруживает глубокое понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает правильное понимание излагаемого материала, может обосновать свои суждения, применить знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, но допускает 1–2 негрубые ошибки, которые сам же исправляет	Студент обнаруживает поверхностное понимание излагаемого материала, имеет примитивные знания, полученные из рекомендованных и самостоятельно выявленных источников, допускает ряд негрубых ошибок, которые сам не может исправить	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала ответа на вопрос или доклада по плану семинара, допускает грубые ошибки, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению дескрипторами достижения компетенции ПКС-5

В соответствии с пунктом 4.11 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) по итогам текущего контроля по дисциплине в семестре преподаватель решает вопрос о возможности прохождения студентом промежуточной аттестации по дисциплине. Обучающиеся, не выполнившие минимальные требования по рабочей программе дисциплины (РПД) и имеющие до 50% пропусков занятий, получают оценку «неудовлетворительно» («не зачтено») по данной дисциплине.

В соответствии с пунктом 5.9 Положения о текущем контроле успеваемости и проведении промежуточной аттестации обучающихся Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ ПВД 11.2/30-18) в сессионный период проводится экзамен со студентами, отнесенными преподавателем к первой категории, т.е. выполнившими минимальные требования по РПД и имеющими менее 50% пропусков занятий (лекций и практических занятий). Студенты, отнесенные ко второй категории, т.е. не выполнившие минимальные требования по РПД и имеющие до 50% и более пропусков занятий (лекций и практических занятий), к экзамену не допускаются и получают академическую задолженность по данной дисциплине.

Для выполнения минимальных требований по изучению дисциплины обучающиеся должны иметь только положительные оценки по текущему контролю их знаний на всех занятиях, на которых они присутствовали, включая выполнение практических заданий.

В соответствии с пунктом 5.10 того же Положения – наиболее успешно обучающимся по дисциплине студентам преподаватель может поставить оценку за экзамен без опроса (по итогам текущего контроля знаний).

Оценивание формируемых компетенций и по экзамену в целом осуществляется по шкале оценивания, представленной в таблице 8.

**Таблица 8 – Шкала оценивания формируемых компетенций в процессе промежуточной аттестации**

Компетенции	Уровень усвоения	Описание шкалы оценивания на экзамене
ПКС-5	Достаточный	По критерию 1 и 2 с показателями не ниже «Удовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный вопрос (табл. 2.1)
	Недостаточный	По критерию 1 и 2 с показателем «Неудовлетворительно» в части, касающейся ответа на контрольный на вопрос (табл. 2.1)
ПКС-5 (итог по экзамену)	Достаточный	«Удовлетворительно», если обе компетенции усвоены на достаточном уровне
	Недостаточный	«Неудовлетворительно», если хотя бы одна компетенция усвоена на недостаточном уровне

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература, печатные и электронные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными и электронными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

**Таблица 9 – Список учебной литературы, печатных и электронных изданий**

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1.	Н.М. Синев. Экономика ядерной энергетики: основы технологии и экономики производства, экономика АЭС : Учеб.пособие для вузов по спец."Атомные электростанции и установки" / Н.М. Синев. - 3-е изд.,перераб.и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1987. - 479 с.	13
2.	Океанова З.К. Экономическая теория : Учебник / З.К. Океанова. - 4-е изд.,перераб.и доп. - М. : Дашков и К, 2007. - 652 с.	15
3.	С.А. Тевлин. Атомные электрические станции с реакторами ВВЭР-1000: Учеб. пособие. - 2-е изд., доп. Учебное пособие Рекомендовано УМО Вузов России по образованию в области энергетики и электротехники. - М.: Изд.дом МЭИ. 2008.	10
<b>2. Дополнительная литература</b>		
1.	М.С. Алхутов. Теплоэнергетика и теплотехника : Справочник:В 4-х кн. Кн.3 : Тепловые и атомные электростанции / М.С. Алхутов [и др.]; Под общ.ред.А.В.Клименко, В.М.Зорина. - 3-е изд.,перераб.и доп. - М. : Изд-во МЭИ, 2003. - 648 с.	19
2.	Л.С. Стерман. Тепловые и атомные электростанции. Учебник Рекомендован УМО Вузов России по образованию в области энергетики и электротехники. - М.: Изд. дом МЭИ 2008.	8

## **6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

В помощь участникам образовательного процесса (преподавателям и студентам) в НГТУ разработаны следующие учебно-методические документы:

1) Е.Г. Ивашкин, Жукова Л.П. Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования: Учебное пособие / Е.Г. Ивашкин, Л.П. Жукова; НГТУ. – Нижний Новгород, 2014. – 80 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

2) Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: Учебное пособие / Т.И. Ермакова, Е.Г. Ивашкин; НГТУ. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на сайте учебно-методического управления);

3) Жукова Л.П. Методические рекомендации по организации аудиторной работы / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 63 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ);

4) Ермакова Т.И. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине / Утверждены УМС НГТУ 22.04.2013. - Нижний Новгород, 2013. – 35 с. (в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ» на странице «Учебно-методическое управление» сайта НГТУ).

Указанные материалы размещены в электронном виде на сайте учебно-методического управления в рубрике «Методические материалы по обеспечению образовательного процесса НГТУ».

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дисциплина, относится к группе дисциплин, в рамках которых предполагается использование информационных технологий как вспомогательного инструмента для выполнения следующих задач:

- оформление результатов выполнения заданий на практических занятиях;
- демонстрация дидактических материалов с использованием мультимедийных технологий;
- использование электронной образовательной среды университета;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты.

### **7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

Сайт научно-технической библиотеки (НТБ):

- главная страница НТБ: <https://www.nntu.ru/structure/view/podrazdeleniya/nauchno-tehnicheskaya-biblioteka/resursy>;

- электронная библиотека НГТУ: <https://library.nntu.ru/megapro/web>;

- библиотека электронных учебников: <http://fdp.nntu.ru/книжная-полка/>.

На странице «Ресурсы» сайта НТБ по соответствующим вкладкам возможен доступ к необходимым ресурсам на следующих страницах:

- «Электронная библиотека» по вкладке «Электронный каталог НГТУ»;
- «Книжная полка» по вкладке «Библиотека электронных учебников»;
- «Электронно-библиотечная система «Лань» по вкладке «ЭБС «Лань»;
- «ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА - Студенческая электронная библиотека» по вкладке «ЭБС «Консультант студента»;
- «ЮРАЙТ – образовательная платформа» по вкладке «ЭБС «Юрайт».

Кроме того, со страницы «Ресурсы» сайта НТБ возможен доступ к информационно-аналитическим платформам с информацией о ведущих международных научных публикациях Web of Science и Scopus, а также к реферативным журналам, выбранным из баз данных Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) и выписываемым НТБ.

С компьютеров специализированных аудиторий НТБ (ауд. 2201, 2210, 6162) возможен доступ к внешним ресурсам:



- профессиональным справочным системам «Кодекс», «Гарант», «КонсультантПлюс», «Техэксперт»;

- Федеральному информационному фонду стандартов ФГУП «Стандартинформ».

С компьютеров сети НГТУ возможен доступ к базам данных, журналам и коллекциям электронных книг таких зарубежных издательств, как:

- платформа НЭИКОН, включающая 10 издательств;
- Elsevier (журналы Freedom Collection);
- Springer Nature (журналы и коллекции электронных книг);
- Wiley (полнотекстовая коллекция журналов);
- Questel (база данных патентного поиска Orbit Intelligence Premium).

В свободном доступе находятся:

- научная электронная библиотека ELIBRARY.RU: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>;
- научная электронная библиотека «Кибер Ленинка»: <https://cyberleninka.ru/journal/>;
- электронно-библиотечная система издательства «Наука»: <https://www.libnauka.ru/>;

- информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН: <http://www.vlibrary.ru/>.

## 7.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется программное обеспечение, указанное в таблице 12 раздела 9 настоящей РПД.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Информация размещена в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации»: <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>.

**Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ**

№ п/п	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1.	ЭБС «Консультант студента»	Озвучка книг и увеличение шрифта
2.	ЭБС «Лань»	Специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3.	ЭБС «Юрайт»	Версия для слабовидящих

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебный процесс по данной дисциплине обеспечен современным аудиторным и лабораторным фондом. В процессе проведения аудиторных и самостоятельных занятий преподаватели и студенты имеют возможность доступа к информационно-коммуникационной сети «Интернет», как на территории НГТУ, так и вне ее.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Гидродинамика и теплообмен» могут быть использованы материально-техническая база и программное обеспечение, представленные таблице 11

**Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине**

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
-------	--	---	--

№ п/п	Номера и наименования аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	<u>5115, 5201, 5209, 5210, 5220, 5225, 5232, 5236</u> Учебные аудитории для проведения лекций, семинаров, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор, экран)	-
2.	<u>5214</u> Информационно-образовательный центр для проведения практических занятий и самостоятельной работы	ПЭВМ – 14 шт. (процессор Inter® Core™ 2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1.87 GHz, ОЗУ 2 ГБ) с доступом к сети «Интернет» и ЭБС НГТУ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ОС Windows 7 Профессиональная Service Pack 1, Microsoft 2009, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная.</li> <li>• Microsoft Visual Studio 2010, подписка MSDN AA Developer Original Membership, ID: 700493608, бессрочная.</li> <li>• OpenOffice.org 2.3.0 Professional, Sun Microsystems Inc. 2000-2007, свободное ПО.</li> <li>• Adobe Acrobat Reader DC, версия 2015.010.20060, <a href="https://get.adobe.com/reader">https://get.adobe.com/reader</a>, бесплатное ПО.</li> <li>• Google Chrome, версия 49.0.2623.87, бесплатное ПО.</li> <li>• T-FLEX Parametric CAD учебная версия, бесплатное ПО.</li> <li>• MATLAB, версия R2008a, бесплатное ПО.</li> </ul>

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

### 10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Основными элементами структуры аудиторной работы по дисциплине являются:

- виды аудиторной работы;
- формы аудиторной работы, включающие формы ее выполнения, формы представления ее результатов и формы контроля уровня освоения компетенции ПКС-5.

Основными видами аудиторной работы студентов по данной дисциплине являются:

- работа на лекциях;
- выполнение практических заданий;

Формами выполнения видов аудиторной работы являются:

- лекции;
- практические занятия;
- консультации.

Результаты аудиторной работы представляются в следующих основных формах:

- конспекты;
- рабочие материалы;
- доклады на семинарах, тезисы выступлений.

Уровень развития компетенции ПКС-5 в результате выполнения определенных видов работы оценивается:

- на контрольном опросе по пройденному материалу (знать);
- по результатам выполнения заданий на практических занятиях (уметь, владеть);

Функциональные свойства форм аудиторной работы определены свойствами применяемых технологий, обеспечивающих изучение и освоение объема содержания дисциплины, отнесенного к определенной форме.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих образовательных технологий:

- на лекционных занятиях - проблемные лекции;
- на практических занятиях – работа в малых группах.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка за экзамен по промежуточной аттестации в соответствии с разделом 5.2 настоящей РПД.

## **10.2. Методические указания для занятий лекционного типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

## **10.3. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях**

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

## **10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся**

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

## **11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Оценочные средства и регламенты текущего и итогового контроля освоения дисциплины приведены в разделе 5 настоящей РПД.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЯЭиТФ  
\_\_\_\_\_ А.Е. Хробостов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

**Б1.Б.41.7 «Экономика ядерной энергетики»**  
(индекс по учебному плану, наименование)

для подготовки специалистов

Направление подготовки/специальности: 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы"  
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность/специализация: "Ядерные реакторы"  
(наименование профиля, программы магистратуры, направленности/специализации)

Форма обучения: очная  
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки: 2018

Курс: 5

Семестр: 9,10

Разработчик РПД  
к.т.н., доцент

Ю.И. Аношкин

(подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой «Ядерные реакторы и  
энергетические установки»  
(подпись)

В.В. Андреев

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой «Ядерные реакторы и  
энергетические установки»  
(подпись)

В.В. Андреев

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Методический отдел УМУ

(подпись) (Ф.И.О.)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Гидродинамика и теплообмен», реализуемую по основной образовательной программе высшего образования " Ядерные реакторы и энергетические установки " по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы" (квалификация выпускника «инженер-физик»), разработанную кафедрой «Ядерные реакторы и энергетические установки» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет»

Учебная дисциплина «Гидродинамика и теплообмен» представляет собой курс, в ходе изучения которого у студентов формируются общекультурные, профессионально-специализированные компетенции ПСК-1.7, ПСК-1.8, ПСК-1.5, ПСК-1.18, ОК-9, прописанные в учебном плане по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы". При этом указаны требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины, по каждой из формируемых компетенций.

Цели освоения дисциплины, соотносятся с общими целями ОП ВО по направлению подготовки/специальности 14.05.01 "Ядерные реакторы и материалы". В рабочей программе дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОП ВО (дисциплинами и практиками), представлены междисциплинарные связи с другими теоретическими и практико-ориентированными дисциплинами ОП ВО, к которым относятся «Физическая теория реакторов», «Автоматизированные системы управления атомных электростанций» «Специальные вопросы проектирования, эксплуатации и утилизации судовых ядерных энергетических установок», «Принципы средства обеспечения безопасности» и др.

В процессе изучения учебной дисциплины «Гидродинамика и теплообмен» студенты продолжают осваивать указанные профессиональные компетенции, формирование которых начинается на проектной, а завершается на преддипломной практике.

Тематический план изучения дисциплины «Гидродинамика и теплообмен», образовательные технологии, оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, перечень основной и дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы, а также материально-техническое обеспечение способствуют планомерному и качественному освоению всех указанных в плане дидактических единиц. К достоинствам рабочей программы можно отнести то, что в план дисциплины включены темы, раскрывающие сущность актуальных на сегодняшний день проблем атомного машиностроения. Рецензируемая рабочая программа дисциплины «Гидродинамика и теплообмен» представлена на официальном сайте вуза, отвечает нормативным требованиям федерального и локального уровня и полностью соответствует компетентностно-квалификационной характеристике выпускника указанной ОП ВО.

Рецензент,

---

(подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.