

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ ЗАМКНУТОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОТКРЫТЫЕ СЕМИНАРЫ ПО ПРОЕКТУ «ПРОРЫВ»**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
2	4	144	8	37	0		63	0	Э
Итого	4	144	8	37	0	24	63	0	

## АННОТАЦИЯ

Проект Прорыв предусматривает создание ядерных энерготехнологий нового поколения на базе замкнутого ядерного топливного цикла с использованием реакторов на быстрых нейтронах. Данный курс является заключительным обобщающим в образовательной программе кафедры «Технологии замкнутого ядерного топливного цикла».

На семинарах обсуждаются вопросы реализации проекта «Прорыв», разработки и внедрение НИОКР, экономическая конкурентоспособность быстрых реакторов с замкнутым топливным ядерным циклом, организация и ход строительства объектов опытно-демонстрационного энергокомплекса в г. Северск, Томской области.

Семинары проводят руководители предприятий-участников проекта «Прорыв», а также представители организаций-партнеров проекта и регулирующих органов.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Открытые семинары по проекту "Прорыв"» обсуждение со студентами проекта «Прорыв», который консолидирует проекты по разработке реакторов большой мощности на быстрых нейтронах, технологий замкнутого ядерного топливного цикла, а также новых видов топлива и материалов и ориентирован на достижение нового качества ядерной энергетики.

В ходе обсуждения с руководителями отдельных направлений проекта студенты должны получить расширенные знания о текущем состоянии работ по проекту создания ядерно-энергетического комплекса, включающего в себя АЭС с реакторами на быстрых нейтронах, производства по регенерации (переработке) и рефабрикации ядерного топлива, подготовке всех видов РАО к окончательному удалению из технологического цикла.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Учебная программа соответствует требованиям образовательного стандарта высшего образования национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» по направлению 14.04.02 - Ядерные физика и технологии, «Общенаучный модуль», «Дисциплины по выбору».

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	В-ОПК-1 [1] – владеть: систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно- исследовательских работ по предложенной теме. З-ОПК-1 [1] – знать: цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и

	<p>методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов</p> <p>У-ОПК-1 [1] – уметь: составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты</p>
<p>ОПК-2 [1] – Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p>	<p>З-ОПК-2 [1] – Знать: современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;</p> <p>В-ОПК-2 [1] – Владеть: навыками применения современных методов исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p> <p>У-ОПК-2 [1] – Уметь: применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы</p>
<p>ОПК-3 [1] – Способен оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ</p>	<p>З-ОПК-3 [1] – Знать: основы оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.</p> <p>У-ОПК-3 [1] – Уметь: оформлять результаты научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.</p> <p>В-ОПК-3 [1] – Владеть: навыками оформления результатов научно-исследовательской деятельности в виде статей, докладов, научных отчетов и презентаций с использованием систем компьютерной верстки и пакетов офисных программ.</p>
<p>УК-2 [1] – Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>З-УК-2 [1] – Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами</p> <p>У-УК-2 [1] – Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p> <p>В-УК-2 [1] – Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта</p>
<p>УК-4 [1] – Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и</p>	<p>З-УК-4 [1] – Знать: правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия</p>

<p>профессионального взаимодействия</p>	<p>У-УК-4 [1] – Уметь: применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия  В-УК-4 [1] – Владеть: методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий</p>
<p>УК-5 [1] – Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p>З-УК-5 [1] – Знать: закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия  У-УК-5 [1] – Уметь: понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия  В-УК-5 [1] – Владеть: методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия</p>
<p>УК-6 [1] – Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p>З-УК-6 [1] – Знать: методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения  У-УК-6 [1] – Уметь: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности  В-УК-6 [1] – Владеть: технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик</p>

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
-------	---	--------	--	---	-------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------

	<i>2 Семестр</i>						
1	Реакторная установка БРЕСТ-ОД-300	1-8	4/19/0	КИ-8 (25)	25	КИ-8	3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3- ОПК- 3, У- ОПК- 3, В- ОПК- 3, 3-УК- 2, У- УК-2, В- УК-2, 3-УК- 4, У- УК-4, В- УК-4
2	Реакторная установка БН-1200	9-15	4/18/0	КИ-15 (25)	25	КИ-15	3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3- ОПК- 2,

							У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-3, У-ОПК-3, В-ОПК-3, 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2, 3-УК-4, У-УК-4, В-УК-4
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		8/37/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b>				50	Э	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-3, У-ОПК-3,

							В- ОПК- 3, З-УК- 2, У- УК-2, В- УК-2, З-УК- 4, У- УК-4, В- УК-4, З-УК- 5, У- УК-5, В- УК-5, З-УК- 6, У- УК-6, В- УК-6
--	--	--	--	--	--	--	---

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	8	37	0
<b>1-8</b>	<b>Реакторная установка БРЕСТ-ОД-300</b>	4	19	0
1 - 8	<b>Реакторная установка БРЕСТ-ОД-300</b> Технический проект реакторной установки БРЕСТ-ОД-300. Конкурентоспособность быстрых реакторов с ЗЯТЦ. Основные результаты расчетно-экспериментального обоснования безопасности. Строительство опытно-демонстрационного энергоблока с реактором на быстрых	Всего аудиторных часов		
		4	19	0
		Онлайн		
		0	0	0

	нейтронах.			
<b>9-15</b>	<b>Реакторная установка БН-1200</b>	4	18	0
9 - 15	<b>Реакторная установка БН-1200</b> Технический проект РУ БН-1200. Основные результаты расчетно-экспериментального обоснования безопасности.	Всего аудиторных часов		
		4	18	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозначение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

#### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>2 Семестр</i>
1 - 5	<p><b>Темы открытых семинаров</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Состояние НИОКР по созданию модуля переработки ОЯТ и обращения с РАО</li> <li>2. Обоснование СНУП в КПрЭО и вставке БН-800</li> <li>3. Основные результаты и перспективы проекта «Коды нового поколения»</li> <li>4. Технология опытного производства СНУП топлива</li> <li>5. Задачи экологического сопровождения проектного направления Прорыв</li> <li>6. Результаты разработки гидрометаллургических операций комбинированной технологии переработки СНУП ОЯТ</li> <li>7. Исследование процессов в ПГ РУ БРЕСТ-ОД-300 при авариях с разрывом теплообменных труб</li> <li>8. Парогенератор РУ БРЕСТ-ОД-300</li> <li>9. Эффективные методы организации и управления строительством ОДЭК</li> <li>10. Потенциал совершенствования быстрых реакторов со свинцовым теплоносителем по показателям безопасности и экономической эффективности</li> <li>11. Проект модуля фабрикация-рефабрикация ОДЭК на АО СХК</li> <li>12. Интегрированный проект и информационная модель МФР</li> <li>13. Результаты отработки и проблемы изготовления порошков снуп-топлива в условиях опытно-</li> </ol>



<p>промышленного производства</p> <p>14. Первые результаты послереакторных исследований твэла со СНУП-топливом, определение кинетики набухания и газовыделения</p> <p>15. Разработка технологий и проблемы постановки на производство ТВС и экранных сборок реакторной установки БРЕСТ-ОД-300</p> <p>16. Экспериментальное обоснование корпуса реакторного блока РУ БРЕСТ-ОД-300</p> <p>17. Контроль и регулирование содержания кислорода в свинцовом теплоносителе для обеспечения противокоррозийной устойчивости.</p> <p>18. Парогенератор натрия-вода РУ БН-1200</p> <p>19. Результаты разработки интегрального кода СОКРАТ-БН для анализа аварий на РУ БН</p> <p>20. Экспериментальные исследования теплообмена при кипении натрия в модели ТВС в обоснование безопасности перспективного реактора</p> <p>21. Проблема отвода тепла остаточного энерговыделения при авариях для быстрых реакторов с жидкометаллическим охлаждением</p> <p>22. Исследование и разработка ДУО сталей на основе ЭП-823 и ЭП-450 для перспективных быстрых реакторов</p>
---

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы курса «Открытые семинары по проекту "Прорыв"» используются различные образовательные технологии. Все аудиторные занятия проводятся в интерактивных классах, предусматривается активное обсуждение материалов занятий. Особое внимание студентов обращается на интернет ресурсы, где впоследствии они самостоятельно смогут получать актуальную информацию по читаемым темам. Самостоятельная работа студентов подразумевает под собой проработку лекционного материала и материалов семинаров, а также написание реферата.

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ОПК-1	З-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-1	Э, КИ-8, КИ-15
ОПК-2	З-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15

	В-ОПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
ОПК-3	З-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
УК-2	З-УК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УК-2	Э, КИ-8, КИ-15
УК-4	З-УК-4	Э, КИ-8, КИ-15
	У-УК-4	Э, КИ-8, КИ-15
	В-УК-4	Э, КИ-8, КИ-15
УК-5	З-УК-5	Э
	У-УК-5	Э
	В-УК-5	Э
УК-6	З-УК-6	Э
	У-УК-6	Э
	В-УК-6	Э

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – <i>«отлично»</i>	A	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.
85-89	4 – <i>«хорошо»</i>	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – <i>«удовлетворительно»</i>	E	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.
60-64			
Ниже 60	2 –	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не

	«неудовлетворительно»		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.
--	-----------------------	--	--

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Н 602 Атомная энергетика Мира и России. Состояние и развитие. 1970-2018-2040 (2050) гг : монография, Москва: МЭИ, 2020
2. ЭИ Х 18 Атомная энергетика: развитие, безопасность, международное сотрудничество : монография, Москва: МЭИ, 2019
3. ЭИ Ш 72 Физика ядерных реакторов: потенциал гибридных наработчиков топлива : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2021
4. ЭИ Б 42 Ядерные технологии : учебник для вузов, Москва: Юрайт, 2022
5. ЭИ Л 33 Ядерные энергетические установки : , Санкт-Петербург: Лань, 2022

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.039 Б 43 Белая книга ядерной энергетики. Замкнутый ЯТЦ с быстрыми реакторами : , Москва: ГУП НИКИЭТ, 2020
2. 621.039 З-40 Защита окружающей среды в замкнутом ядерном топливном цикле и проблема нераспространения ядерного оружия : учебник, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
3. 005 П78 Программа "Управление технологическими инновациями Госкорпорации "Росатом" : уникальный опыт подготовки инноваторов, Москва: Издательский дом МЭИ, 2014
4. 621.039 М33 Техническая физика быстрых реакторов с натриевым теплоносителем : учебное пособие для вузов , Москва: Издательский дом МЭИ, 2012
5. 621.039 Ф50 Физико-технические основы современной ядерной энергетики. Перспективы и экологические аспекты : учебное пособие, Долгопрудный: Интеллект, 2014
6. 621.039 П90 Инновационная деятельность в атомной отрасли (на примере стратегии развития ядерных топливных циклов, включая инновационные) Кн.1 Основные принципы инновационной политики, , Москва: Руда и металлы, 2010

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Сайт "Инновации Росатом" ()

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Цель методических рекомендаций для студента – оптимизация процесса изучения данной дисциплины.

Материалы учебно-методического комплекса выдаются в электронном виде. Эти материалы не являются дословным изложением лекций и семинаров, а лишь их кратким содержанием. Они должны активно использоваться при подготовке к зачету и написанию рефератов.

Для целей эффективного использования полученных знаний рекомендуется ознакомиться с интернет – ресурсами и литературой. В рекомендованной литературе, особенно выдаваемой в электронном виде, изучаемые вопросы рассматриваются более глубоко, их изучение повышает квалификацию будущего магистра.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Дисциплина посвящена обсуждению проекта Прорыв, который предусматривает создание ядерных энерготехнологий нового поколения на базе замкнутого ядерного топливного цикла с использованием реакторов на быстрых нейтронах. Данный курс является заключительным обобщающим в образовательной программе кафедры «Технологии замкнутого ядерного топливного цикла».

На семинарах обсуждаются вопросы реализации проекта «Прорыв», разработки и внедрение НИОКР, экономическая конкурентоспособность быстрых реакторов с замкнутым топливным ядерным циклом, организация и ход строительства объектов опытно-демонстрационного энергокомплекса в г. Северск, Томской области.

Семинары должны проводить руководители предприятий-участников проекта «Прорыв», а также представители организаций-партнеров проекта и регулирующих органов.

Рекомендуется участие студентов в качестве слушателей на различных семинарах и конференциях по проекту, где обсуждаются основные достижения и текущие задачи проекта Прорыв руководителями его различных направлений. Кроме того, желательно участие студентов в деловых играх, которые проводятся для участников проекта.

Автор(ы):

Першуков Вячеслав Александрович, д.т.н.,  
профессор

Рецензент(ы):

профессор Тихомиров Г.В.