

Северский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Электроники и автоматики физических установок»

ОДОБРЕНО
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ
протокол № 5 от 28.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ В ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ**

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

14.04.02 Ядерные физика и технологии

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Ядерные энерготехнологии нового поколения

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
3	4	144	32	0	16	0	96	Экз.
Итого	4	144	32	0	16	0	96	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Автоматизация и информатизация технологических процессов в ядерных энергетических установках» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 14.04.02 «Ядерная физика и технологии», образовательной программы «Ядерные энерготехнологии нового поколения».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) знать:

- 3.1 Основные технологические процессы в ядерных энергетических установках;
- 3.2 Математическое описание технологических процессов ядерных энергетических установок как технологических объектов управления;
- 3.3 Методы синтеза автоматизированных систем управления ЯЭУ;
- 3.4 Основные этапы проектирования, ввода в опытную и промышленную эксплуатацию сложных систем;

2) уметь:

- У.1 Разрабатывать математическое обеспечение автоматизированных систем управления технологическими процессами в ядерных энергетических установках;
- У.2 Применять технические средства и информационные технологии при разработке, внедрении и эксплуатации ядерных энергетических установок;
- У.3 Разрабатывать, внедрять и обслуживать автоматизированные системы управления ядерными энергетическими установками;
- У.4 Применять полученные знания к решению конкретных задач, проводить физический эксперимент с использованием методов математической статистики и информационных технологий;

3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:

- В.1 Проведением предварительного технико-экономического обоснования проектных расчетов;
- В.2 Методами математического моделирования отдельных стадий технологических процессов в ЯЭУ;
- В.3 Проведением анализа технологического оборудования ядерных энергетических установок как объектов управления;
- В.4 Построением информационных структур объектов управления;

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Автоматизация и информатизация технологических процессов в ядерных энергетических установках» являются:

получение знаний и приобретение навыков моделирования процессов, происходящих в узлах ядерных энергетических установок (ЯЭУ), изучения технических устройств систем управления и автоматизации технологическими процессами, изучения алгоритмов работы систем управления технологическими процессами ЯЭУ.

Основными задачами дисциплины являются:

- овладение методами анализа технологического оборудования ядерных энергетических установок как объектов управления;

- овладение навыками разработки математического описания технологических процессов в ЯЭУ;
- получение информации об устройствах систем управления технологическими процессами в ЯЭУ;
- овладение методами построения информационных структур объектов управления.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Автоматизация и информатизация технологических процессов в ядерных энергетических установках» (Б1.В.ОД.1.3) - Профессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
тип задач профессиональной деятельности: проектный			
комплексное проектирование по принципу CDIO: планирование, проектирование, производство и применение реальных систем, процессов и продуктов в атомной отрасли и других высокотехнологичных секторах экономики	ядерные энерготехнологии нового поколения на базе реакторов на быстрых нейтронах (БН, БРЕСТ) с замкнутым ядерным топливным циклом для атомных электростанций, обеспечивающих потребности страны в энергоресурсах и повышение эффективности использования природного урана и отработавшего ядерного топлива	ПК-5 Способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий	З-ПК-5 Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок У-ПК-5 Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок В-ПК-5 Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок
тип задач профессиональной деятельности: экспертный			
анализ технологий получения новых видов топлива и материалов для ядерной энергетики	ядерные энерготехнологии нового поколения на базе реакторов на быстрых нейтронах (БН, БРЕСТ) с замкнутым ядерным	ПК-11 Способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам	З-ПК-11 Знать законодательные и нормативные акты регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности У-ПК-11 Уметь проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок с учетом

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
	топливным циклом для атомных электростанций, обеспечивающих потребности страны в энергоресурсах и повышение эффективности использования природного урана и отработавшего ядерного топлива		их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам В-ПК-11 владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Формирование воспитательного потенциала по данным образовательным программам не предусмотрено рабочей программой воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 14.04.02 «Ядерные физика и технологии», образовательной программе «Ядерные энерготехнологии нового поколения».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 4, 144 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 3.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Современная атомная энергетика»
- **раздел 2** – «Методы и приборы технических измерений»
- **раздел 3** – «Современные средства автоматизации»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
3 семестр (18 недель)								
1	Современная атомная энергетика	8			14		4/Т1	10
2	Методы и приборы технических измерений	10			10		9/Т2	10
3	Современные средства автоматизации	14		16	36	12/ЛР1, 16/ЛР2	16/КР1	40
	Экзамен				36			40
Итого за 3 семестр:		32		16	96			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать основные физические законы и стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок (З-ПК-5)	1, 2, 3	Т1, Т2, ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (3 сем.)
– Уметь применять стандартные прикладные пакеты используемые при моделировании физических процессов и установок (У-ПК-5)	1, 2, 3	Т1, Т2, ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (3 сем.)
– Владеть стандартными прикладными пакетами используемыми при моделировании физических процессов и установок (В-ПК-5)	1, 2, 3	Т1, Т2, ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (3 сем.)
– Знать законодательные и нормативные акты регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности (З-ПК-11)	1, 2, 3	Т1, Т2, ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (3 сем.)
– Уметь проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок с учетом их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам (У-ПК-11)	1, 2, 3	Т1, Т2, ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (3 сем.)
– владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам (В-ПК-11)	1, 2, 3	Т1, Т2, ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (3 сем.)

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Современная атомная энергетика	
1.1 Введение..	2
1.2 Ядерный топливный цикл..	2
1.3 Основные сведения о ядерных реакторах..	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	8
Раздел 2 Методы и приборы технических измерений	
2.1 Общие сведения о физических измерениях..	2
2.2 Методы и приборы измерения температуры, давления, расхода, уровня, физико-химических свойств технологических сред..	8
<i>Итого по разделу 2:</i>	10
Раздел 3 Современные средства автоматизации	
3.1 Микропроцессорные средства автоматизации..	2
3.2 Способы взаимодействия ЭВМ и объекта управления..	2
3.3 Организация ввода и вывода информации в АСУТП..	2
3.4 Интеллектуальные датчики..	2
3.5 Цифровые интерфейсы и протоколы..	2
3.6 SCADA-системы..	2
3.7 Системы противоаварийной защиты..	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	14
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	32

5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 3 Современные средства автоматизации	
3.1 Подбор оборудования для проектирования САУ ЯЭУ..	8
3.2 Разработка САУ ЯЭУ в SimInTech..	8
<i>Итого по разделу 3:</i>	16
Всего по лабораторному практикуму дисциплины:	16

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Практические/семинарские занятия в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Опережающая самостоятельная работа, Поисковый метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Поисковый метод.

7 Аннотация фонда 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:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ПК-5	З-ПК-5	T1, T2, ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (3 сем.)
ПК-5	У-ПК-5	T1, T2, ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (3 сем.)
ПК-5	В-ПК-5	T1, T2, ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (3 сем.)
ПК-11	З-ПК-11	T1, T2, ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (3 сем.)
ПК-11	У-ПК-11	T1, T2, ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (3 сем.)
ПК-11	В-ПК-11	T1, T2, ЛР1, ЛР2, КР1, Экзамен (3 сем.)

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 (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

Аттестация в 3 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
T1	Тестирование	10	6
T2	Тестирование	10	6
ЛР1	Лабораторная работа	10	6
ЛР2	Лабораторная работа	10	6

КР1	Контрольная работа	20	12
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Экзамен		40	24
Итого:		100	60

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)		удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)	
Зачет	Зачтено					Не зачтено	

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.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

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.

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.

Вопросы для Экзамена (3 семестр):

- 1 Общие сведения об автоматизации. Структурная схема современной АСУ ТП.
- 2 Виды и методы измерений.
- 3 Измерение температуры. Виды термометров. Примеры.
- 4 Измерение давления. Виды измерительных приборов. Примеры.
- 5 Измерение расхода. Виды расходомеров. Примеры.
- 6 Измерение уровня. Виды уровнемеров. Примеры.
- 7 Измерение физико-химических свойств технологических сред. Виды измерительных приборов. Примеры.
- 8 Контроль состава газовых смесей. Виды измерительных приборов. Примеры.
- 9 Регулирование по отклонению и по возмущению.
- 10 Непрерывные законы регулирования.
- 11 Устойчивость, прямые показатели качества.
- 12 Особенности микропроцессорных средств автоматизации.
- 13 Интеллектуальные датчики.
- 14 Цифровые интерфейсы и протоколы. Краткое описание.
- 15 SCADA-системы. Задач SCADA-систем.
- 16 Регулирующие органы.
- 17 Исполнительные механизмы.
- 18 Общие сведения о реле. Структурная схема.
- 19 Система промышленной безопасности.
- 20 Снижение риска аварий ТП.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Башлыков А. А. Основы конструирования интеллектуальных систем поддержки принятия решений в атомной энергетике [Текст]: учебник / А. А. Башлыков, А. П. Еремеев - Москва: ИНФРА-М, 2017 - 351 с., [24] с.

Л1.2 Башлыков А. А. Основы конструирования интеллектуальных систем поддержки принятия решений в атомной энергетике: учебник / А. А. Башлыков, А. П. Еремеев - Москва: ИНФРА-М, 2019 - 351 с., [24] с.

Л1.3 Лебедев В. А. Ядерные энергетические установки [Текст]: учебное пособие / В. А. Лебедев - Санкт-Петербург: Лань, 2015 - 191 с.

Л1.4 Лебедев В. А. Ядерные энергетические установки [Электронный ресурс] / Лебедев В. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 192 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека - Москва: ООО "РУНЭБ", 2021

Л2.2 Иванов А. А. Автоматизация технологических процессов и производств [Текст]: учебное пособие для вузов / А. А. Иванов - Москва: Форум, 2016 - 224 с.

Л2.3 Фурсенко С. Н. Автоматизация технологических процессов [Текст]: учебное пособие / С. Н. Фурсенко, Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова - Минск: Новое знание, 2015 - 377 с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 Официальный сайт госкорпорации Росатом <http://www.rosatom.ru/>

Э2 Информационная система Google-Академия <http://scholar.google.com/>

Э3 Распределенный сводный каталог библиотек институтов НИЯУ МИФИ (<http://library.mephi.ru>)

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: помечать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурис). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

Лабораторные работы. Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Подготовка к контрольным работам
- Подготовка к лабораторным работам
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (3 семестр)

В течение 3 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): М.Л. Иванов