

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 27.03.2024 15:11:26  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a218d140011

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**


Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«**ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**»

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель директора по УМР

  
Т.А. Харитонова

«23» июня 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Искусственный интеллект в теплоэнергетике

направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

направленность (профиль): Цифровой инжиниринг и энергосберегающие технологии

форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа разработана для обучающихся по направлению подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», направленность (профиль): Цифровой инжиниринг и энергосберегающие технологии

Рабочая программа рассмотрена

на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика»

Заведующий кафедрой Белкин А.П. Белкин

Рабочую программу разработал:

А.П. Белкин, доцент кафедры ПТ, к.т.н.

Белкин

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

Цель дисциплины:

- ознакомление обучающихся с методами и средствами искусственного интеллекта, применяемого для различного теплоэнергетического оборудования и установок, используемых в системах производства, транспорта, распределения и использования тепловой энергии;

- ознакомление обучающихся с методами эксплуатации энергетического оборудования и способами управления с применением современных технологий;

- изучение методов и способов управления теплоэнергетическим оборудованием за счет внедрения малолюдных технологий, моделирование режимов работы и прогнозирование ресурса.

Задачи дисциплины:

- ознакомить с методами управления и моделирования сложных энергетических процессов, развить способность обучаемых к прогнозированию технического состояния, сложных энергетических систем и оценки функционирования этих объектов в эксплуатации при изменении параметров работы оборудования.

- развивать способность демонстрировать применение основных способов диагностирования текущего технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса теплоэнергетического оборудования.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

- знание основных подходов к проектированию, ремонту и эксплуатации энергетического оборудования;

- умение пользоваться методами и приема поиска информации;

- владение методами оценки технического состояния энергетического оборудования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен иметь представление об основных способах эксплуатации энергетического оборудования, способах определения и прогнозирования технического состояния с применением искусственного интеллекта и малолюдных технологий.

Содержание дисциплины является логическим развитием содержания дисциплины «современные проблемы энерго- и ресурсосбережения в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологии, принципы эффективного управления в теплоэнергетике, теплотехнике и

теплотехнологии». Содержание дисциплины служит дополнительным материалом для выполнения магистерской диссертации.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование результата обучения по дисциплине
ПКС-3. Готовность к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, и теплотехнологического оборудования ОПД	ПКС-3.7 Знает подходы к эксплуатации теплоэнергетического оборудования	Знать (З1): основные способы эксплуатации теплоэнергетического оборудования.
		Уметь (У1): применять искусственный интеллект для оценки технического состояния оборудования
		Владеть (В1): методами оценки технического состояния энергетического оборудования.
ПКС-4. Готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях ОПД	ПКС-4.4 Знает методы и средства искусственного интеллекта применяемые при управлении и оценки остаточного ресурса теплоэнергетического оборудования	Знать (З2): основные методы диагностирования энергетического оборудования с применением искусственного интеллекта.
		Уметь (У2): распознавать возникающие неисправности по результатам измерения текущих параметров энергетического оборудования с применением искусственного интеллекта.
		Владеть (В2): методами прогнозирования технического состояния энергетического оборудования с применением искусственного интеллекта.
ПКС-9. Готовность к руководству коллективом исполнителей, принятию решений, определению порядка выполнения работ	ПКС-9.3 Умеет принимать решения по порядку и срокам вывода оборудования в ремонт или техническое обслуживание	Знать (З3): Нормы и порядок эксплуатации энергетического оборудования
		Уметь (У3): Определять критерии и сроки вывода энергетического оборудования
		Владеть (В3): Владеет порядком проведения текущего и капитального ремонта теплоэнергетического оборудования

### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4/4 зачетных единиц, 144/144 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
Очная	2/4	28	18	-	98	экзамен
Заочная	2/4	8	8	-	128	экзамен

### 5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.  
очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Искусственный интеллект. Понятия и общие положения	2	-	-	4	6	ПКС-3 ПКС-4 ПКС-9	Вопросы к опросу
2	2	Цифровизация энергетических систем.	4	2	-	10	16		Вопросы к опросу
3	3	Системы оперативного управления в генерации	4	2	-	12	18		Вопросы к опросу, темы докладов
4	4	Искусственный интеллект и его применение в сборе, анализе и управлении объектами теплоэнергетического комплекса	14	10	-	30	54		Вопросы к опросу, темы докладов
5	5	Методы управления и цифровые двойники	4	4	-	15	23		Вопросы к опросу, темы докладов
6	Экзамен		-	-	-	27	27		
<b>Итого:</b>			<b>28</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>98</b>	<b>144</b>		

заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Искусственный интеллект. Понятия и общие положения	1	-	-	11	12	ПКС-3 ПКС-4 ПКС-9	Вопросы к опросу
2	2	Цифровизация энергетических систем.	1	1	-	17	18		Вопросы к опросу
3	3	Системы оперативного управления в генерации	2	1	-	22	26		Вопросы к опросу, темы докладов
4	4	Искусственный интеллект и его применение в сборе, анализе и управлении объектами теплоэнергетического комплекса	2	3	-	42	47		Вопросы к опросу, темы докладов
5	5	Методы управления и цифровые двойники	2	3	-	27	32		Вопросы к опросу, темы докладов
6	Экзамен		-	-	-	9	9		
<b>Итого:</b>			<b>8</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>128</b>	<b>144</b>		

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

1. Раздел 1. Искусственный интеллект. Понятия и общие положения

2. Раздел 2. Цифровизация энергетических систем. Умные распределительные сети.
3. Раздел 3. Системы оперативного управления в генерации
4. Раздел 4. Искусственный интеллект и его применение в сборе, анализе и управлении объектами теплоэнергетического комплекса
5. Раздел 5. Методы управления и цифровые двойники. Направления развития рынков.

### 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

#### Лекционные занятия

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема лекции
		ОФО	ЗФО	
1	1	2	1	Искусственный интеллект. Понятия и общие положения
2	2	4	1	Цифровизация энергетических систем.
3	3	4	2	Системы оперативного управления в генерации
4	4	14	2	Искусственный интеллект и его применение в сборе, анализе и управлении объектами теплоэнергетического комплекса
5	5	4	2	Методы управления и цифровые двойники
Итого:		<b>28</b>	<b>8</b>	

#### Практические занятия

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема практического занятия
		ОФО	ЗФО	
1	2	2	1	Цифровизация энергетических систем.
2	3	2	1	Системы оперативного управления в генерации
3	4	10	3	Искусственный интеллект и его применение в сборе, анализе и управлении объектами теплоэнергетического комплекса
4	5	4	3	Методы управления и цифровые двойники
Итого:		18	<b>8</b>	

#### Лабораторные работы

Не предусмотрены учебным планом.

#### Самостоятельная работа

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО		
1	1	4	11	Искусственный интеллект. Понятия и общие положения	Подготовка к устному опросу Подготовка к экзамену
2	2	10	17	Цифровизация энергетических систем.	Подготовка к устному опросу Подготовка к практическим занятиям Подготовка к экзамену
3	3	12	22	Системы оперативного управления в генерации	Подготовка к устному опросу Подготовка к практическим занятиям Подготовка к экзамену
4	4	30	42	Искусственный интеллект и его применение в сборе, анализе и	Подготовка к устному опросу Подготовка к практическим занятиям

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.		Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО		
				управлении объектами теплоэнергетического комплекса	Подготовка к экзамену
5	5	15	27	Методы управления и цифровые двойники	Подготовка к устному опросу Подготовка к практическим занятиям Подготовка к экзамену
6	-	27	9	Экзамен	Подготовка к экзамену
Итого:		<b>98</b>	<b>128</b>		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- разбор практических ситуаций (практические занятия);
- метод проектов (практические занятия).

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Не предусмотрены учебным планом.

## 7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Опрос на лекциях, практических занятиях	0-10
2	Выполнение практического задания	0-20
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	0-30
2 текущая аттестация		
1	Опрос на лекциях, практических занятиях	0-30
2	Выполнение практического задания	0-40
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	0-70
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

8.3. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.2.

Таблица 8.2

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Опрос на лекциях, практических занятиях	0-30
2	Выполнение практического задания	0-40
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

9.2.1. web-каталог Библиотечно-издательского комплекса ТИУ [Электронный ресурс]:

URL: <http://webirbis.tsogu.ru/>

9.2.2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]:

URL: <http://www.e.lanbook.com>

9.2.3. Научная электронная библиотека e-library.ru [Электронный ресурс]:

URL: <http://www.e-library.ru>

9.2.4. ЭБС IPRbooks [Электронный ресурс]: URL: <http://www.iprbookshop.ru>

9.2.5. ЭБС «Юрайт» [Электронный ресурс]: URL: <https://urait.ru/>

9.2.6. Правовая база «Консультант-Плюс» [Электронный ресурс]: URL: <http://www.consultant.ru>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

Операционная система: Microsoft Windows

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

### Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
1	Искусственный интеллект в	Лекционные занятия:	



	теплоэнергетике	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа; групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации, Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная. Компьютер в комплекте, проектор, проекционный экран.	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.4
		Практические занятия: Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска аудиторная.	625001, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Луначарского, д.2, корп.1

## **11. Методические указания по организации СРС**

### 11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

На практических занятиях обучающиеся изучают методику и выполняют типовые расчеты. Для эффективной работы обучающиеся должны иметь финансовые калькуляторы и соответствующие канцелярские принадлежности. В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя. Наличие конспекта лекций на практическом занятии обязательно.

Задания на выполнение типовых расчетов на практических занятиях обучающиеся получают индивидуально.

### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает рекомендации необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны выполнить типовые финансовые расчеты и изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

**Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания**

Дисциплина Искусственный интеллект в теплоэнергетике

Код, направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль): Цифровой инжиниринг и энергосберегающие технологии

Форма обучения: очная, заочная

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
<p>ПКС-3. Готовность к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического , и теплотехнологического оборудования ОПД</p>	<p>ПКС-3.7 Знает подходы к эксплуатации теплотехнологического оборудования</p>	<p>Знать (З1): основные способы эксплуатации теплотехнологического оборудования.</p>	<p>обучающийся не овладел основными знаниями в соответствии с требованиями программы и отвечает правильно менее чем на половину поставленных вопросов</p>	<p>обучающийся недостаточно полно овладел знаниями согласно программы, допускает ошибки при ответе на половину из поставленных вопросов</p>	<p>обучающийся достаточно полно овладел знаниями согласно программы, но допускает ошибки при ответе на некоторые из поставленных вопросов или допускает неточности</p>	<p>обучающийся полно овладел знаниями согласно программы, на вопросы дает полные и развернутые ответы</p>
		<p>Уметь (У1): применять искусственный интеллект для оценки технического состояния оборудования</p>	<p>обучающийся решает поставленные задачи, допуская грубые ошибки в формулах и выполняя неправильные расчеты</p>	<p>обучающийся решает поставленные задачи с многочисленными ошибками и неточностями, ошибается при классификации неисправностей</p>	<p>обучающийся решает поставленные задачи, допуская небольшие неточности, решение не достаточно развернуто или присутствуют неточности в классификации неисправностей</p>	<p>обучающийся решает задачи, представляя развернутое решение, а так же все вычисления выполнены верно</p>
		<p>Владеть (В1): методами оценки технического состояния энергетического оборудования.</p>	<p>обучающийся не овладел методами эксплуатации и оценки технического состояния энергетического оборудования</p>	<p>обучающийся овладел методами эксплуатации и оценки технического состояния энергетического оборудования, но выполняет с ошибками</p>	<p>обучающийся овладел методами эксплуатации и оценки технического состояния энергетического оборудования, но при выполнении работы допускает небольшие неточности</p>	<p>обучающийся овладел методами эксплуатации и оценки технического состояния энергетического оборудования</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-4. Готовность применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях ОПД	ПКС-4.4 Знает методы и средства искусственного интеллекта применяемые при управлении и оценки остаточного ресурса теплоэнергетического оборудования	Знать (32): основные методы диагностирования энергетического оборудования с применением искусственного интеллекта.	обучающийся не овладел основными знаниями в соответствии с требованиями программы и отвечает правильно менее чем на половину поставленных вопросов	обучающийся недостаточно полно овладел знаниями согласно программы, допускает ошибки при ответе на половину из поставленных вопросов	обучающийся достаточно полно овладел знаниями согласно программы, но допускает ошибки при ответе на некоторые из поставленных вопросов или допускает неточности	обучающийся полно овладел знаниями согласно программы, на вопросы дает полные и развернутые ответы
		Уметь (У2): распознавать возникающие неисправности по результатам измерения текущих параметров энергетического оборудования с применением искусственного интеллекта.	обучающийся решает поставленные задачи, допуская грубые ошибки в формулах и выполняя неправильные расчеты	обучающийся решает поставленные задачи с многочисленными ошибками и неточностями, ошибается при классификации неисправностей	обучающийся решает поставленные задачи, допустив небольшие неточности, решение не достаточно развернуто или присутствуют неточности в классификации неисправностей	обучающийся решает задачи, представляя развернутое решение, а так же все вычисления выполнены верно
		Владеть (В2): методами прогнозирования технического состояния энергетического оборудования с применением искусственного интеллекта.	обучающийся не овладел методами прогнозирования технического состояния энергетического оборудования	обучающийся овладел методами прогнозирования технического состояния энергетического оборудования, но выполняет с ошибками	обучающийся овладел методами прогнозирования технического состояния энергетического оборудования, но при выполнении работы допускает небольшие неточности	обучающийся овладел методами прогнозирования технического состояния энергетического оборудования
ПКС-9. Готовность к руководству коллективом исполнителей, принятию решений, определению порядка выполнения работ	ПКС-9.3 Умеет принимать решения по порядку и срокам вывода оборудования в ремонт или техническое обслуживание	Знать (33): Нормы и порядок эксплуатации энергетического оборудования	Не знает нормы и порядок эксплуатации энергетического оборудования	Не полностью знает нормы и порядок эксплуатации энергетического оборудования	Хорошо знает нормы и порядок эксплуатации энергетического оборудования	Исчерпывающе знает нормы и порядок эксплуатации энергетического оборудования
		Уметь (У3): Определять критерии и сроки вывода энергетического оборудования	Не умеет определять критерии и сроки вывода энергетического оборудования	определять критерии и сроки вывода энергетического оборудования	Умеет определять критерии и сроки вывода энергетического оборудования	В совершенстве умеет определять критерии и сроки вывода энергетического оборудования
		Владеть (В3): Владеет порядком проведения текущего и капитального ремонта теплоэнергетического оборудования	Владеет порядком проведения текущего и капитального ремонта теплоэнергетического оборудования	Частично владеет порядком проведения текущего и капитального ремонта теплоэнергетического оборудования	Владеет порядком проведения текущего и капитального ремонта теплоэнергетического оборудования	В совершенстве владеет порядком проведения текущего и капитального ремонта теплоэнергетического оборудования

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина Искусственный интеллект в теплоэнергетике

Код, направление подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль): Цифровой инжиниринг и энергосберегающие технологии

Форма обучения: очная, заочная

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1.	Белкин, А. П. Диагностика теплоэнергетического оборудования / А. П. Белкин, авт. О. А. Степанов. - Москва : Лань, 2020. - 240 с. - ЭБС Лань. - ISBN 978-5-8114-2041-4 : Б. ц. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/139255">https://e.lanbook.com/book/139255</a>	ЭР*	40	100	+
2.	Цифровые платформы управления жизненным циклом комплексных систем : монография / под общей редакцией В. А. Тупчиенко. - Москва : Научный консультант, 2017. - 440 с. - ISBN 978-5-6040844-2-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/111817">https://e.lanbook.com/book/111817</a>	ЭР*	40	100	+
3.	Боровская, Е. В. Основы искусственного интеллекта : учебное пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 130 с. — ISBN 978-5-00101-908-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/151502">https://e.lanbook.com/book/151502</a>	ЭР*	40	100	+

*ЭР\* - электронный ресурс без ограничения числа одновременных подключений к ЭБС*