

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Автоматизации и управления (132)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №9 от 03 февраля 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

**«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ
ПРОИЗВОДСТВАМИ»**

Направление: 15.04.02 Технологические машины и оборудование

Проектирование систем управления технологическим оборудованием
нефтегазохимических производств

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Овсяков Александр
Евгеньевич
Дата подписания: 24.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Елшин Виктор
Владимирович
Дата подписания: 26.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Голодков Юрий
Эдуардович
Дата подписания: 24.06.2026

Год набора – 2026

Иркутск, 2026 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Интеллектуальные технологии управления химическими производствами» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способен осуществлять техническое руководство процессами разработки и реализации проекта автоматизированной системы управления технологическими процессами	ПК-2.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.3	Способен выполнять разработку требований к автоматизированной системе управления и ее частям	Знать Классификация автоматизированных систем управления технологическими процессами. Общие технические требования и функциональное назначение автоматизированных систем управления технологическими процессами Уметь Определять варианты функциональной структуры и структур по видам обеспечения автоматизированной системы управления Владеть Навыками реализации алгоритмов интеллектуального управления

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Интеллектуальные технологии управления химическими производствами» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Прикладные аспекты численных методов в моделировании», «Современные средства автоматизации химических процессов и производств»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Проектирование систем автоматизации и управления химическими производствами», «Разработка программного обеспечения для систем управления технологическими процессами», «Моделирование объектов и систем управления химических производств»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)
--------------------	---

	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	39	39
лекции	13	13
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	26	26
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	69	69
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в теорию автоматического управления	1	1					2, 3	3	Тест
2	Математические модели систем управления	2	2			1	2	1, 2, 3	6	Тест
3	Частотные характеристики, Временные характеристики систем	3	2					2, 3	4	Тест
4	Типовые звенья и их характеристики	4	2			2	2	1, 2, 3	6	Тест
5	Качественные показатели систем управления	5	4					2, 3	4	Тест
6	Регуляторы в системах управления	6	2					2, 3	4	Тест
7	Основы оптимальных и адаптивных систем управления					3	2	1, 2, 3	8	Устный опрос
8	Основы интеллектуальны х систем управления					4	4	1, 2, 3	6	Устный опрос
9	Интеллектуальны					5	4	1, 2,	8	Устный

	е системы управления с использованием нечеткой логики							3		опрос
10	Интеллектуальны е системы управления с использованием нейронных сетей					6	4	1, 2, 3	8	Устный опрос
11	Промышленный интернет вещей					7	4	1, 2, 3	6	Устный опрос
12	Математические пакеты в задачах анализа и синтеза систем автоматического управления					8	4	1, 2, 3	6	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		13				26		105	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в теорию автоматического управления	Задачи теории автоматического управления. Классификация автоматических систем
2	Математические модели систем управления	Дифференциальные уравнения объектов автоматизации. Передаточные функции объектов автоматизации. Структурные схемы и структурные преобразования. Модели в переменных состояния.
3	Частотные характеристики, Временные характеристики систем	Виды частотных характеристик. Получение частотных характеристик. Построение частотных характеристик. Виды временных характеристик. Получение временных характеристик. Связь между временными характеристиками
4	Типовые звенья и их характеристики	Классификация типовых звеньев. Позиционные звенья. Интегрирующие звенья. Дифференцирующие звенья. Звено запаздывания. Минимально фазовые и не минимально фазовые звенья
5	Качественные показатели систем управления	Устойчивость. Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости. Область устойчивости. Качество систем управления. Прямые оценки качества. Частотные оценки качества. Корневые оценки качества. Интегральные оценки качества Точность систем управления. Постоянные ошибки. Астатические системы. Установившаяся ошибка при произвольном действии (коэффициенты ошибок). Чувствительность автоматических систем

6	Регуляторы в системах управления	Типы регуляторов. Позиционные регуляторы. Непрерывные регуляторы. Методы расчета параметров регулятора.
7	Основы оптимальных и адаптивных систем управления	Постановка задачи оптимального управления. Методы классического вариационного исчисления. Принцип максимума Понтрягина. Метод динамического программирования Беллмана
8	Основы интеллектуальных систем управления	Интеллектуальная система управления, объект управления, база знаний. Цели и задачи интеллектуального управления.
9	Интеллектуальные системы управления с использованием нечеткой логики	Понятие нечётких множеств, функция принадлежности, лингвистические переменные, базовые операции над нечёткими множествами. Типовая архитектура (блок фаззификации, база правил, механизм нечёткого вывода, блок дефаззификации). Алгоритмы Мамдани, Такаги Сугено, Цукамото. База правил.
10	Интеллектуальные системы управления с использованием нейронных сетей	Введение в нейронные сети в управлении. Основы архитектуры нейронных сетей. Обучение нейронных сетей. Нейронные сети в задачах идентификации и моделирования
11	Промышленный интернет вещей	Введение в IIoT. Архитектура и компоненты IIoT систем. Технологии связи и передачи данных. Сбор, хранение и обработка данных. Применение IIoT на производстве. Безопасность в IIoT
12	Математические пакеты в задачах анализа и синтеза систем автоматического управления	Роль и место математических пакетов в проектировании и исследовании САУ. Обзор популярных пакетов. Математические модели САУ и их представление в пакетах.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Математические модели систем управления	2
2	Типовые звенья и их характеристики	2
3	Основы оптимальных и адаптивных систем управления	2
4	Интеллектуальных систем управления	4
5	Системы управления с использованием нечеткой логики	4
6	Системы управления с использованием нейронных сетей	4
7	Промышленный интернет вещей	4

8	Математические пакеты в задачах анализа и синтеза систем автоматического управления	4
---	---	---

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	22
2	Подготовка к экзамену	24
3	Проработка разделов теоретического материала	23

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Компьютерная симуляция,

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Интеллектуальные технологии управления химическими производствами : электронный курс / Иркутский национальный исследовательский технический университет. – URL: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=11336>: (дата обращения: 24.06.2026)

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к практическим занятиям

Цель проведения практических работ по дисциплине заключается в закреплении теоретических знаний обучающихся и формировании у них навыков решения прикладных задач профессиональной направленности.

В ходе практического занятия осуществляется комплексный разбор теоретического материала в сопряжении с анализом типовых примеров, иллюстрирующих применение изученных положений в рамках рассматриваемой темы.

Подготовка обучающихся к выполнению практических работ предусматривает предварительное изучение теоретического материала, обеспечивающего необходимую методологическую базу для освоения практических заданий.

Проработка отдельных разделов теоретического курса

Согласно темам раздела(см. п. 4.2)

Формирование целостной системы знаний по дисциплине, закрепление умений применять теоретические положения для решения типовых и нестандартных задач, а также развитие навыков самоорганизации и самоконтроля

Студент прорабатывает конспекты лекций, дополняет их сведениями из рекомендованной литературы, структурирует материал по модулям/темам дисциплины. Целесообразно оформить опорный конспект или схему, отражающую логические связи между понятиями, классификациями, закономерностями

В соответствии со списком, приведённым в рабочей программе, студент изучает

ключевые разделы учебников и учебных пособий, а также отдельные научные статьи или нормативные документы (если они предусмотрены дисциплиной). Особое внимание уделяется темам, отмеченным в перечне экзаменационных вопросов.

Подготовка к экзамену

В рамках подготовки к промежуточной аттестации (экзамену) студент осуществляет систематизацию и закрепление знаний, полученных в ходе освоения дисциплины. Самостоятельная работа включает проработку теоретического материала по всем разделам курса, соотнесение теоретических положений с практическими задачами, рассмотренными на занятиях, а также формирование целостного представления о связях между темами дисциплины. Целью данного вида работы является достижение устойчивого понимания предметной области и готовности к комплексному применению знаний при ответе на экзаменационные вопросы.

При возникновении затруднений студент формулирует конкретные вопросы и обращается за разъяснениями на консультациях или в рамках установленных каналов связи. Важно заранее подготовить список тем, вызывающих наибольшие сложности.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Устный опрос. Задаются вопросы по пройденному материалу

Критерии оценивания.

Оценивается понимание пройденного материала обучающимся

6.1.2 семестр 3 | Тест

Описание процедуры.

Описание процедуры проведения тестирования

студенты входят в систему под своими учётными данными;

система автоматически выдаёт вариант теста;

время выполнения фиксируется системой;

ответы сохраняются автоматически;

по окончании времени тест закрывается системой либо ответы фиксируются по последнему действию студента.

результаты формируются автоматически (процент правильных ответов, баллы, время выполнения);

преподаватель выгружает отчёт, при необходимости просматривает отдельные ответы (особенно открытые) и корректирует баллы по критериям.

Во время проведения тестирования запрещается:

пользоваться любыми справочными материалами (учебниками, конспектами,

распечатками, шпаргалками);

использовать средства связи и персональные электронные устройства, за исключением оборудования, официально предоставленного для прохождения тестирования;

вести переговоры, передавать материалы другим участникам тестирования;

покидать аудиторию без разрешения организатора;

фотографировать, сканировать, копировать любым способом задания;

оказывать или получать любую помощь в выполнении заданий;

выполнять действия, нарушающие установленный порядок проведения тестирования.

Во время тестирования преподаватель контролирует соблюдение регламента и фиксирует нарушения.

Результаты тестирования доводят до студентов:

в электронном виде(через электронную среду);

на занятии – с разбором типичных ошибок и пояснением критериев выставления баллов.

По запросу студента возможен показ работы (в бумажном или электронном виде) с разъяснением спорных моментов.

Критерии оценивания.

от 0 до 59.99% - неудовлетворительно

от 60.00 до 71.99% - удовлетворительно

от 72.00 до 87.99 - хорошо

от 88.00 - отлично

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-2.3	Разграничивает области применения классических регуляторов и методов интеллектуального управления с учётом характеристик технологического процесса. Демонстрирует понимание структуры системы нечёткого управления, корректно выделяет и описывает все ключевые блоки системы нечеткого вывода. Демонстрирует понимание структуры интеллектуальной системы управления на базе нейронных сетей и способен выделить её ключевые компоненты	Устное собеседование

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в устной форме по вопросам, в которых содержатся вопросы (задания) по изученным темам курса или в виде тестирования. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.

Вопросы для подготовки к экзамену:

Задачи теории автоматического управления.

Классификация автоматических систем

Дифференциальные уравнения объектов автоматизации.

Передающие функции объектов автоматизации.

Структурные схемы и структурные преобразования.

Модели в переменных состояниях.

Виды частотных характеристик.

Получение частотных характеристик.

Построение частотных характеристик.

Виды временных характеристик.

Получение временных характеристик.

Связь между временными характеристиками

Классификация типовых звеньев.

Позиционные звенья.

Интегрирующие звенья.

Дифференцирующие звенья.

Звено запаздывания.

Устойчивость.

Алгебраические критерии устойчивости.

Частотные критерии устойчивости.

Область устойчивости.

Качество систем управления.

Прямые оценки качества.

Частотные оценки качества.

Корневые оценки качества.

Интегральные оценки качества

Точность систем управления.

Постоянные ошибки.

Астатические системы.

Установившаяся ошибка при произвольном действии (коэффициенты ошибок).

Чувствительность автоматических систем.

Типы регуляторов.

Позиционные регуляторы.

Непрерывные регуляторы.

Методы расчета параметров регулятора.

Постановка задачи оптимального управления.

Методы классического вариационного исчисления.

Принцип максимума Понтрягина.
Метод динамического программирования Беллмана
Интеллектуальная система управления.
База знаний.
Цели и задачи интеллектуального управления.
Понятие нечётких множеств.
Функция принадлежности.
Лингвистические переменные.
Типовая архитектура (блок фаззификации, база правил, механизм нечёткого вывода, блок дефаззификации).
Алгоритмы Мамдани, Такаги Сугено, Цукамото.
База правил.
Введение в нейронные сети в управлении.
Основы архитектуры нейронных сетей.
Обучение нейронных сетей.
Нейронные сети в задачах идентификации и моделирования
Введение в ИИТ.
Архитектура и компоненты ИИТ систем.
Технологии связи и передачи данных.
Сбор, хранение и обработка данных.
Применение ИИТ на производстве.
Безопасность в ИИТ
Роль и место математических пакетов в проектировании и исследовании САУ.
Обзор популярных пакетов.
Математические модели САУ и их представление в пакетах.

Пример задания:

Вопрос 1

Что из перечисленного относится к алгоритмам нечёткого логического вывода, применяемым в системах нечёткого управления?

Варианты ответов:

1. Алгоритм Мамдани.
2. Алгоритм Крамера.
3. Алгоритм Такаги–Сугено.
4. Алгоритм Евклида.
5. Алгоритм Цукамото.

Вопрос 2

Какие компоненты обязательно входят в типовую структуру системы нечёткого управления?

Варианты ответов:

1. Блок фаззификации.
2. База продукционных правил.
3. Блок нечёткого вывода.
4. Блок дефаззификации.
5. Блок генетической оптимизации.
6. Блок вейвлет преобразования.

Вопрос 3

Дайте определение термина «лингвистическая переменная» в контексте нечёткого

управления и приведите пример её использования в базе правил регулятора.

Вопрос 4

Какие задачи в контуре управления целесообразно решать с помощью нейронных сетей?

Варианты ответов:

1. Идентификация нелинейной динамики объекта управления по экспериментальным данным.
2. Расчёт коэффициентов ПИД регулятора по формулам Зиглера–Никольса.
3. Прогнозирование будущего значения выходной переменной на основе истории наблюдений.
4. Реализация прямого нейросетевого регулятора, заменяющего классический регулятор.
5. Аналитическое доказательство устойчивости замкнутой системы методом Ляпунова.

Вопрос 5

Укажите обязательные составные части типовой системы управления, в которой используется нейронная сеть. Выберите все верные варианты.

Варианты ответов:

1. Объект управления (физическая система, которой требуется управлять).
2. Датчики для измерения выходных переменных и/или состояния объекта.
3. Нейронная сеть, реализующая функцию регулятора либо идентификатора объекта.
4. Блок формирования управляющего воздействия (в том числе интерпретатор выхода нейросети и ограничители сигналов).

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Студент показывает высокий, уровень сформированности и компетенций, если он глубоко и прочно усвоил программный материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и	Студент показывает достаточно высокий уровень сформированности и компетенций, твердо знает материал курса, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических	Студент показывает пороговый уровень сформированности компетенций, имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает	Студент показывает недостаточное освоения порогового уровня сформированности компетенций, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно С случае экзамена в форме теста, студент не набравший 60%

вопросами, не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Если экзамен в форме теста необходимо получить за тест 88 % и более	вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Если экзамен в форме теста необходимо получить за тест от 72 до 87 %	затруднения при выполнении практических задач Если экзамен в форме теста необходимо получить за тест от 60 до 71 %	получает неудовлетворительную оценку
--	--	--	---

7 Основная учебная литература

1. Трофимов В. Б. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами : учебное пособие / В. Б. Трофимов, С. М. Кулаков, 2020. - 256.

[Сайт] – URL: <https://www.iprbookshop.ru/98392.html>

2. Остроух А. В. Интеллектуальные информационные системы и технологии : монография / А. В. Остроух, А. Б. Николаев, 2023. - 308.

[Сайт] – URL: <https://e.lanbook.com/book/354536>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Нейросетевые системы управления : учеб. пособие для студентов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Прикладные математика и физика" / В. А. Терехов, Д. В. Ефимов, И. Ю. Тюкин, 2002. - 479.

2. Бессмертный И. А. Интеллектуальные системы : учебник и практикум для вузов / И. А. Бессмертный, А. Б. Нугуманова, А. В. Платонов, 2020. - 243.

3. Кудрявцев В. Б. Интеллектуальные системы : учебник и практикум для вузов / В. Б. Кудрявцев, Э. Э. Гасанов, А. С. Подколзин, 2021. - 165.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.