

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе
_____ Э.Ю. Майкова
« ____ » _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений
Блока 1 «Дисциплины (модули)»
«Интеллектуальные системы управления»

Направление подготовки магистров – **27.04.04 Управление в технических системах**

Направленность (профиль) – **Управление и информатика в технических системах**

Типы задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский, проектно-конструкторский

Форма обучения – очная

Факультет информационных технологий
Кафедра «Автоматизация технологических процессов»

Тверь 2021

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки магистров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: профессор кафедры АТП _____ О.Л. Ахремчик

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры АТП
« ____ » _____ 2021 г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой АТП _____ Б.И. Марголис

Согласовано
Начальник учебно-методического
отдела УМУ _____ Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки _____ О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Интеллектуальные системы управления» является приобретение студентами знаний в области создания и применения баз знаний продукционных систем управления техническими объектами и технологическими процессами.

Задачами дисциплины являются:

- **изучение** методов и моделей искусственного интеллекта, структур интеллектуальных систем управления;
- **формирование** умений и навыков построения моделей знаний в области управления в технических системах;
- **формирование** умений и навыков по использованию специализированного программного обеспечения при разработке и эксплуатации интеллектуальных систем управления;
- **формирование** умений и навыков сравнительного анализа и выбора моделей знаний и программного обеспечения для их реализации в интеллектуальных системах управления.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 ОП ВО. Для изучения курса требуются знания дисциплин «Компьютерные технологии», «Иностранный язык в профессиональной коммуникации», «Адаптивное управление», «Проектирование информационных систем».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при изучении дисциплин «Системы управления объектами с распределенными параметрами», «Интегрированные системы проектирования и управления», «Системы управления в тепло- и электроэнергетике», «Нейросетевые системы управления», в ходе проектно-технологической и преддипломной практик, при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закрепленные за дисциплиной в ОХОП:

ПК-1. Способен разрабатывать варианты структурных схем системы управления технологическим процессом и осуществлять выбор оптимальной структурной схемы.

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-1.1. Осуществляет разработку структурных схем интегрированных, интеллектуальных и нелинейных систем управления и систем с распределенными параметрами.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

Знать:

31. Базовые варианты структурных схем интеллектуальных систем управления.
32. Основные положения теории искусственного интеллекта, методы извлечения и формализации знаний.
33. Модели представления знаний в интеллектуальных системах.

Уметь:

У1. Производить сравнительный анализ и выбор программного обеспечения, языков программирования и моделей представления знаний для функционирования и создания интеллектуальных систем управления.

У2. Разрабатывать и использовать техническую документацию на интеллектуальные системы управления и их компоненты.

У3. Формулировать запросы к интеллектуальным системам с использованием технологий и языков семантического WEB и описания онтологий.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП1. Применения специализированного программного обеспечения для извлечения и формализации знаний в области управления техническими объектами и технологическими процессами.

ПП2. Создания фрагментов баз знаний с использованием иерархических структур и выделенных отношений области управления техническими объектами и технологическими процессами.

ПП3. Настройки и обслуживания баз данных и знаний интеллектуальных систем управления (ИСУ).

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, лабораторных и практических занятий, самостоятельная работа под руководством преподавателя.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		39
В том числе:		
Лекции		13
Практические занятия (ПЗ)		13
Лабораторные работы (ЛР)		13
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		69
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы:		
- изучение теоретической части дисциплины		20
- подготовка к защите лабораторных работ		20
- выполнение заданий по практическим занятиям		20
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		9
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		26
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		13
Лабораторные работы (ЛР)		13
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

Таблица 2. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
1	Модели и методы искусственного интеллекта в ИСУ	36	5	4	4	20+3 (зач.)
2	Выделение классов и правил баз знаний ИСУ	36	5	3	5	20+3 (зач.)
3	Использование специализированного программного обеспечения при разработке и эксплуатации ИСУ	36	3	6	4	20+3 (зач.)
Всего на дисциплину		108	13	13	13	69

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «Модели и методы искусственного интеллекта в ИСУ»

История развития интеллектуальных систем. Искусственный интеллект и его методы. Иерархическое описание области управления технологическими процессами и техническими объектами. Виды интеллектуальных систем. Структура интеллектуальной системы. Системные признаки и свойства ИСУ. Методика проектирования интеллектуальных систем. Концептуализация, идентификация и формализация проблемной области управления в технических системах.

Сущности. Экземпляры. Типы отношений. Модели знаний. Продукционные системы. Семантические сети. Фреймовая модель. Модели и языки для унификации БЗ и переноса БЗ между разными средствами. Модель RDF (Resource Description Framework).

МОДУЛЬ 2 «Выделение классов и правил баз знаний ИСУ»

Состав базы знаний. Применение программных систем в процессе извлечения и формализации знаний. Таксономия Блума. Формирование классов объектов методами кластерного и дискриминантного анализа. Построение таксономий с заданием классов в явном и неявном видах. И-ИЛИ графы. Формирование правил вывода на И-ИЛИ графах. Пространство состояний. Формирование правил вывода для пространства состояний. Построение онтологий. Прямой и обратный вывод в экспертных системах.

МОДУЛЬ 3 «Использование специализированного программного обеспечения при разработке и эксплуатации ИСУ»

Инструментальные средства создания и эксплуатации ИСУ. Логическое программирование. Язык Пролог. Языки создания и работы с базами знаний: OWL (Ontology Web Language), SWRL (Semantic Web Rule Language), SPARQL (Semantic Protocol and RDF Query Language). Определение типов переменных. Задание и наполнение логических блоков. Задание и наполнение управляющих блоков. Тестирование. Спецификации и документация ИСУ. Описание понятий и свойств с использованием расширения OWL. Задание областей определения и значений

свойств в ИСУ. Пространства имен с общими понятиями: rdf, rdfs, xsd. Выбор и сравнительный анализ программного обеспечения для построения и эксплуатации интеллектуальных систем на примере Exsys Corvid, Protege. Примеры ИСУ, созданных с помощью специализированного программного обеспечения.

5.3. Лабораторные работы

В рамках дисциплины выполняется 6 лабораторных работ, которые защищаются посредством тестирования или в ходе устного опроса (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждую выполненную лабораторную работу – 5 баллов, минимальная – 3 балла. Выполнение всех лабораторных работ обязательно.

Таблица 3. Тематика, форма лабораторных работ и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ.	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 1 Модели и методы искусственного интеллекта Цель: сформировать навыки оценки и выбора структур ИСУ	Исследование интеллектуальной системы диагностирования и настройки частотного преобразователя.	2
	Исследование интеллектуальной системы управления нагревателем	2
Модуль 2 Выделение классов и правил баз знаний ИСУ Цель: сформировать навыки построения классов и правил баз знаний ИСУ	Построение правил логического вывода классификации объектов при разработке таксономий.	3
	Построение таксономии с заданием классов в явном виде («Primitive Classes»)	2
Модуль 3 Использование специализированного программного обеспечения при разработке и эксплуатации ИСУ Цель: сформировать навыки выбора и применения специализированного программного обеспечения при разработке и эксплуатации ИСУ	Написание правил с использованием языка SWRL.	2
	Формирование SPARQL-запросов в ИСУ	2

5.4. Практические занятия

В рамках дисциплины проводится 6 практических занятий, которые предусматривают выполнение индивидуальных заданий. Максимальная оценка за каждое задание – 5 баллов, минимальная – 3 балла.

Таблица 4. Тематика, форма практических занятий и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели практических занятий	Примерная тематика занятий и форма их проведений	Трудоем- кость в часах
Модуль 1 Модели и методы искусственного интеллекта Цель: сформировать навыки оценки и выбора структур ИСУ, получить опыт практической подготовки в сфере построения баз знаний и данных ИСУ	Структура интеллектуальной системы управления. Базы данных и знаний ИСУ	2 2
Модуль 2 Выделение классов и правил баз знаний ИСУ Цель: сформировать навыки построения классов и правил баз знаний ИСУ, получить опыт практической подготовки в сфере построения моделей знаний ИСУ	Формирование модели для представления знаний о системе управления (на примере ИСУ биореактором)	3
Модуль 3 Использование специализированного программного обеспечения при разработке и эксплуатации ИСУ Цель: сформировать навыки оценки параметров и сравнительного анализа программных приложений для разработки и эксплуатации ИСУ	Графовые модели и синтаксис OWL/RDF. Виды языков программирования для реализации моделей представления знаний. Выбор программного обеспечения для построения баз знаний ИСУ	2 2 2

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиск литературы, обобщение, оформление и представление полученных результатов, их критический анализ, разработка документации.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем по заданию преподавателя по рекомендуемой учебной литературе, в подготовке к защите лабораторных работ, выполнении заданий для практических занятий, в подготовке к текущему контролю успеваемости и подготовке к зачету.

После вводной лекции, в которой определяется содержание дисциплины, проблематика и практическая значимость, студентам выдаются задания для выполнения лабораторных работ и задания для практических занятий. Лабораторные работы и практические занятия охватывают модули 1-3.

В рамках дисциплины выполняется 6 лабораторных работ, которые защищаются в ходе устного опроса. Выполнение всех лабораторных работ обязательно. В случае невыполнения лабораторной работы по уважительной причине студент должен выполнить пропущенные лабораторные работы в часы, отведенные на консультирование с преподавателем.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Семенов, Н.А. Интеллектуальные информационные системы и технологии: учеб. пособие / Н.А. Семенов; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2019. - 147 с. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7995-1011-4: 375 p. - (ID=134114-70)

2. Семенов, Н.А. Интеллектуальные информационные системы и технологии: учеб. пособие / Н.А. Семенов; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2019. - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-1011-4: 0-00. - (ID=133601-1)

3. Григорьев, В.А. Экспертные системы в автоматизации и проектировании: учеб. пособие / В.А. Григорьев, В.В. Лебедев, О.Л. Чернышев; Тверской гос. техн. ун-т. - Тверь: ТвГТУ, 2015. - 111 с. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0767-1: [б. ц.]. - (ID=109219-70)

4. Григорьев, В.А. Экспертные системы в автоматизации и проектировании: учеб. пособие / В.А. Григорьев, В.В. Лебедев, О.Л. Чернышев; Тверской гос. техн. ун-т.-Тверь: ТвГТУ, 2015. - Сервер. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-7995-0767-1: 0-00. - (ID=108997-1)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Гаврилова, Т.А. Инженерия знаний. Модели и методы: учебник: в составе учебно-методического комплекса / Т.А. Гаврилова, Д.В. Кудрявцев, Д.И. Муромцев.- Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2016. - (Учебники для вузов. Специальная литература) (УМК-У). - ЭБС Лань. - Текст: электронный. - ISBN 978-5-8114-2128-2. - URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/81565/#1>. - (ID=113798-0)

2. Остроух, А.В. Системы искусственного интеллекта: монография / А.В. Остроух, Н.Е. Суркова. - 2-е изд. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2021. - ЭБС Лань.- Текст : электронный. - ISBN 978-5-8114-8519-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/176662>. - (ID=142221-0)

3. Бураков, М.В. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие для бакалавров и магистров 27.00.00 "Управление в технических системах" / М.В. Бураков. - Москва: Проспект, 2017. - 431 с. - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-392-20655-1: 450 p. - (ID=84775-2)

7.3. Методические материалы

1. Лебедев, В.В. Изучение пакета VP-EXPERT: метод. указания к лаб. работе по курсу "Интеллектуальные системы" для студентов направления 230100 Информатика и вычисл. техника / В.В. Лебедев, О.Л. Чернышов; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭВМ. - Тверь: ТвГТУ, 2014. - Сервер. - Текст: электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/101431>. - (ID=101431-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

Среда для онтологического инжиниринга Protégé (бесплатное распространение)

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>

5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ": сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНИПы и др.]. Диск 1, 2, 3, 4. - М.: Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст: электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен:

<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/{docId}/116813>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторный практикум проводится на персональных компьютерах с лицензионным программным обеспечением Microsoft Windows и Microsoft Office 2007 в свободно распространяемой программной среде (оболочке) Protege.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний и умений обучающегося без дополнительных контрольных испытаний;

по результатам выполнения дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

2. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80% контактной работы с преподавателем, выполнения практических и защиты лабораторных работ, курсовой работы.

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного итогового контрольного испытания студенту выдается билет с вопросами и задачами.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 20.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

3. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

4. Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

ниже базового - 0 балл;

базовый уровень – 1 балла;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 1 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

5. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении);

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

6. Задание выполняется письменно.

7. Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

1. Структура интеллектуальной системы управления.

2. Классификации и отношения при разработке баз знаний.

3. Методика использования методов анализа многомерных данных при разработке правил разделения классов в интеллектуальной системе.

4. Продукционные системы.

5. Методика извлечения знаний. Эвристические методы формирования продукций.

6. Методика разработки правил классификации объектов с помощью дискриминантного анализа.

7. Что включает в себя онтология при разработке базы знаний?

8. Что такое RDF (Resource Description Framework)?

9. Что такое OWL (Ontology Web Language)?

10. Что такое SPARQL (Semantic Protocol and RDF Query Language)?

11. Что определяют префиксы rdf, xsd, rdfs в программном коде модели знаний?

12. Какое отношение используется при раскрытии корневой вершины в графе онтологии?

13. Иерархическое представление сложных систем.

14. Продукционные модели.

15. Семантические сети.

16. Фреймовые модели.

17. Концептуализация, идентификация и формализация как этапы построения баз знаний ИСУ.

18. Перечислите признаки характерные для ИСУ.

19. Назовите основные функции, присущие ИСУ и способы их реализации.
20. Сформулируйте основные отличия систем искусственного интеллекта от обычных программных средств.
21. Расскажите о подходах, применяемых к построению производственных систем.
22. Назовите типы задач, которые решаются с применением ИСУ производственного типа. Приведите примеры.
23. Назовите специалистов, которые привлекаются для разработки ИСУ и поясните их функции.
24. Какие элементы входят в состав интеллектуальной системы управления?
25. Таксономия Блума. Использование таксономий в ИСУ.
26. Виды и взаимосвязь структур ИСУ.
27. Определение типов переменных, задание и наполнение блоков в структуре
28. Спецификации и документация ИСУ.
29. Тестирование и эксплуатация ИСУ.
30. Взаимодействие с экспертом при построении моделей знаний.

Использование во время сдачи зачета технических устройств, кроме ЭВМ компьютерного класса и программного обеспечения, необходимого для решения поставленных задач, не допускается.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на вопросы и решенных на компьютере задач задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках вопросов и заданий, выданных студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения зачета, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы (проекта)

Учебным планом курсовая работа (проект) по дисциплине не предусмотрена.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических работ и всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами. Форма протокола утверждена «Положением о структуре, содержании и оформлении рабочих программ дисциплин по образовательным программам, соответствующим ФГОС ВО с учетом профессиональных стандартов».

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки магистров - **27.04.04 Управление в технических системах**

Направленность (профиль) – **Управление и информатика в технических системах**
Кафедра автоматизации технологических процессов

Дисциплина «Интеллектуальные системы управления»

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Семантическая сеть: назначение, построение, свойства

2. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Формирование правил вывода для баз знаний интеллектуальных систем на И-ИЛИ графах

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» - 0 или 1 балла

Для заданного вида системы управления составить множество свойств и задать их в синтаксисе OWL/RDF

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

Составитель: профессор кафедры АТП _____ О.Л. Ахремчик

Заведующий кафедрой АТП _____ Б.И. Марголис