

Н.З. Сакипов^{1*}, А.Г. Вихнин², А.К. Сейдилдаева¹, Р.А. Беркутбаева¹, Р.У. Сегизбаева¹

¹Академия гражданской авиации, г. Алматы, Казахстан

²T-match LLP, г. Алматы, Казахстан

*e-mail: n.sakipov@agakaz.kz

СЕТЕВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ТЕКСТОВ БАЗ ЗНАНИЙ В ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ

Аннотация

Целью данной статьи является теоретическое рассмотрение вопросов цифровой симуляции поведения эксперта в заданной предметной области, существенно использующей обработку текстов, относящихся к этой предметной области. В качестве основной исследовательской задачи, авторами рассматриваются вопросы преобразования текстов к виду, облегчающему проведение с ними формальных выкладок и манипуляций при создании автоматической экспертной системы (ЭС), функционирующей как цифровой симулятор поведения эксперта. В статье впервые определяется содержание понятий текстовых Баз знаний для ЭС и структурно-типологической модели текста. В статье выяснены особенности использования для решения прикладных задач графовых и сетевых форматов представления текстовых данных, экстрагированных из первичных текстов. Предлагается использовать тематические текстовые коллекции для автоматизированного создания Баз знаний ЭС. Для ЭС предлагается использовать математический аппарат сетей Петри для аналитической работы с графическим представлением текстов.

Ключевые слова: эксперт, экспертная система, текст, ИИ, Базы знаний, сеть Петри.

Аңдатпа

Н.З. Сакипов¹, А.Г. Вихнин², А.К. Сейдилдаева¹, Р.А. Беркутбаева¹, Р.У. Сегизбаева¹

¹Азаматтық авиация академиясы, Алматы қ, Қазақстан

²T-match LLP, Алматы қ, Қазақстан

ЭКСПЕРТТІЛ ЖҮЙЕЛЕРДЕ БІЛІМ БАЗАСЫ МӘТІНДЕРІН ЖЕЛІЛІК ТҮРДЕ БЕРУ

Бұл мақаланың мақсаты – осы пәндік салаға қатысты мәтіндерді өңдеуді айтарлықтай қолданылатын берілген пәндік саладағы сарапшының іс-әрекетін цифрлық модельдеу мәселелерін теориялық тұрғыдан қарастыру. Негізгі зерттеу міндеті ретінде авторлар сарапшы мінез-құлқының сандық симуляторы қызметін атқаратын автоматты сараптау жүйесін (СЖ) құру кезінде олармен ресми есептеулер мен манипуляцияларды жеңілдететін пішінге мәтіндерді түрлендіру мәселелерін қарастырады. Мақалада алғаш рет СЖ үшін мәтіндік білім базасы ұғымдарының мазмұны және мәтіннің құрылымдық-типологиялық моделі анықталған. Мақалада қолданбалы есептерді шешу үшін негізгі мәтіндерден алынған мәтіндік деректерді көрсету үшін графикалық және желілік пішімдерді пайдалану ерекшеліктері түсіндіріледі. СЖ білім қорын автоматты түрде құру үшін тақырыптық мәтіндік жинақтарды пайдалану ұсынылады. СЖ үшін мәтіндердің графикалық көрінісімен аналитикалық жұмыс үшін Петри торларының математикалық аппаратын пайдалану ұсынылады.

Түйін сөздер: сараптау, сараптау жүйесі, мәтін, ЖИ, білім қоры, Петри желісі.

Abstract

NETWORK REPRESENTATION OF TEXTS OF KNOWLEDGE BASES IN EXPERT SYSTEMS

Sakipov N.Z. ¹, Vikhnin A.G. ², Seidildaeva A.K. ¹, Berkutbaeva R.A. ¹, Segizbaeva R.U. ¹

¹Academy of Civil Aviation, Almaty, Kazakhstan

²T-match LLP, Almaty, Kazakhstan

The purpose of this article is a theoretical consideration of the issues of digital simulation of the expert behavior in a given subject area, which essentially uses the processing of texts related to this subject area. As the main research task, the authors consider the issues of converting texts to a form that facilitates formal calculations and manipulations with them when creating an automatic expert system (ES) that functions as a digital simulator of the expert behavior. The article defines for the first time the content of the concepts of text Knowledge Bases for ES and the structural-typological model of the text. The article clarifies the features of using graph and network formats for representing text data extracted from primary texts for solving applied problems. It is proposed to use thematic text collections for the automated creation of ES Knowledge Bases. For ES, it is proposed to use the mathematical apparatus of Petri nets for analytical work with a graphical representation of texts.

Keywords: expert, expert system, text, AI, Knowledge bases, Petri net.

Введение

История разработки и коммерческого использования ЭС насчитывает около 50 лет. Основная задача ЭС – автоматизация работы эксперта в разнообразных производственных ситуациях. Это находится в согласии с актуальными индустриальными трендами по сокращению трудозатрат, путем передачи функций управления, анализа и контроля от человека к автоматическим цифровым устройствам.

Интеллектуализация указанных функций до уровня, сопоставимого с рассудочной деятельностью специалиста, в настоящее время также представляют собой устойчивую тенденцию в сфере информационных технологий [1]. Содержательно она относится к проблематике Искусственного Интеллекта (ИИ), поскольку и по понятийному аппарату, и по прикладным целям, ИИ и ЭС имеют много общих мест [2]. Движок (Engine) симуляции рассудочной деятельности человека – это цифровой объект, представляющий собой оболочку, подлежащую заполнению определенными данными. Эти данные должны формировать память, базу знаний, задавать целеполагание («жизненные цели»), список потенциальных действий (ресурс управления) и компоненты для выстраивания функциональной системы по П. Анохину [3]. Заполненную данными оболочку, симулирующую реальное поведение специалиста, участвующего в цепочках управления и принятия решений для разнообразных производственных ситуаций, мы будем называть Симулятором рассудочной деятельности человека. По умолчанию, также Симулятор должен поддерживать выработку экспертных заключений по проблемной ситуации на уровне специалиста-эксперта. Функционал Симулятора во многом пересекается с функциями ЭС, где в качестве Базы знаний используются тематические текстовые коллекции.

Материалы и методы

Симулятор рассудочной деятельности представляет собой управляющую систему, субъект, в терминах теории автоматического управления, характеризующийся своим внутренним состоянием и заложенными возможностями для потенциальных действий. Последнее называют ресурсом управления.

Создание цифрового симулятора эксперта, требует разработки простой и интуитивно понятной модели его информационного поведения в виде некоторой описания и хранящегося в автономной памяти определенного объема знаний. В дальнейшем, после обучения и обретения необходимой функциональности, эту конструкцию можно будет считать Симулятором эксперта. Эксперт, будучи наделен знаниями в своей предметной области, способен отвечать на вопросы собеседника в диалоговом режиме. Соответственно Симулятор тоже должен поддерживать диалоговый режим на естественном языке.

Ключевыми свойствами Симулятора является возможность предпринимать определенные действия. Они могут вызвать изменения в среде либо в других компонентах, включенных в модель. Типовые действия компонент могут вести (быть причиной) к следующим следствиям:

- изменение глобального состояния среды
- локальное изменение среды;
- реакция на отдельные воздействия;
- выполнение вычислительных процессов внутри компонент для обработки получаемой информации.

Стандартные базовые свойства Симулятора в Символьном ИИ характеризуются следующими «интеллектуальными» возможностями:

- Событийной памятью – способностью запоминать ранее произошедшие события.
- Наличие целеполагания («жизненной цели») и возможности ей следовать.
- Обучаемость движка, т.е. возможность эволюции его поведения связанной с введенными данными.
- Возможностью реализации сложных вычислений.
- Интеллектуальности – способность к адаптации поведения в изменяющейся внешней среде, накопление и отчуждение знаний, способность предвидения (прогноза), понимание текста, способность к диалогу (поддержка вопросно-ответных систем и др.
- Узнавание и идентификация объектов предметной области.

Знания и способность к речевой коммуникации – это постулируемые базовые свойства Симулятора. Поэтому, в наших построениях на передний план выходит естественно-язычный текст, тесно связанный с этими понятиями.

В первых типовых ЭС [4] экспертный вывод выполнялся путем операций над логическими данными из предварительно построенной базы фактов и правил. Реализованный программно метод дедуктивного логического вывода (ЕСЛИ...ТО) из набора фактов и правил, называемых Базой знаний, являлся результатом работы блока логического вывода ЭС. Появление подобных ЭС стало прорывом [5], [6], породившим огромные ожидания, которые далеко не полностью оправдались. Основной недостаток выводов, получаемых с помощью формальной логики, состоит в сильно ограниченном списке задач, для которых формальная логика является основным инструментом работы со знаниями. Надо было найти другие подходы.

При построении экспертных систем ключевым концептом выступает понятие экспертного знания [7]. Под ним понимают отражение действительности в сознании эксперта. Функция Экспертной Системы состоит в автоматизированном решении прикладных задач, которые раньше решались лишь экспертами при непосредственном восприятии проблемной ситуации. Экспертное знание часто может быть объективизировано, т.е. представлено в виде некоторого текста.

Текст представляет собой словарное единство, характеризующееся в обиходе содержательно-смысловой структурой и линейной формой [8]. Текст обладает особыми структурными свойствами, известными под термином «система» (основное понятие системного анализа). Системой называют совокупность взаимосвязанных элементов, образующих новый объект со свойствами, которыми не обладает по отдельности ни один компонент системы [9], [10]. В тексте предложение (frase) – состоит из взаимосвязанных словоформ и обладает свойствами, которыми не обладает по отдельности ни одна отдельно взятая словоформа.

Помимо линейного представления, являющимся каноническим, текст допускает также сетевое (графическое) представление, делающее возможным визуализацию содержания его смысла. Наиболее распространенные примеры графических форматов представления смысла текста – диаграммы, чертежи, эскизы, слайды презентаций, ментальные карты и подобное, создаваемые на основе исходных текстов [11], [12]. Данную трансформацию с сохранением смысла, можно считать переводом текста с вербальной в иную знаковую форму. Преобразования линейного текста в другие форматы, с сохранением смысла, обусловлены практической необходимостью. Например, когда исходный текст преобразуется в математический объект типа графа, что позволяет проводить с ним дальнейшие выкладки в аналитической форме.

Мы предлагаем использовать двудольный граф для сетевого представления речевых сообщений, а в качестве модели, которая позволяет связать в единое целое все структурные элементы текста – сетевой формализм Петри (СП) [13].

Рассматриваемые дискретные системы – события и явления внешнего мира, называемые «ситуациями» или же «фрагментами действительности», полагаются некоей целостностью (системой), состоящей из взаимосвязанных частей, каждая из которых вносит свой вклад в характеристики целого. При анализе, эмпирические системы абстрагируются до уровня множества асинхронно взаимодействующих процессов и неким образом задают поведение системы в целом.

Текст полагается моделью некоторой ситуации. В основе решения лежит анализ текста с выделением в нем текстовых структур, которые можно считать условиями и процессами. Минимальным процессом считается предикация - субъект и поддерживаемый им процессуальный признак. Условия должны соответствовать элементам событийной модели.

Метод решения состоит в определении топологии используемой Сети Петри и начальных условиях. Далее решается соответствующая прикладная задача.

Для дискретных динамических систем ключевые понятия, связанные с описанием процессов могут быть конкретизированы, так как здесь входы представляют собой: характеристики входных данных, сведения о ресурсах, доступных процессу, готовность по условиям, показывающим может ли процесс выполняться в данный момент времени или же должен ожидать сведений от других процессов и т.п. Выходом являются наборы данных, образующихся в результате завершения процесса. Среди наборов данных должны быть данные, являющиеся ответом на экспертный вопрос, поставленный в диалоговом режиме.

Формализм Петри специально создавался для работы с системами, поэтому текст хорошо ими описывается. Топология СП содержит графические примитивы четырех типов: кружков – им

соответствуют условия, плашек, которым соответствуют процессы, дуг от кружков к плашкам, обеспечивающие вход, и от плашек к кружкам – выход. Простые СП пользуются для описания и изучения поведения дискретных динамических систем. Он обладает наилучшими возможностями для описания взаимосвязей элементов и процессов. Это позволяет гибко использовать его для отображения и анализа причинно-следственных связей в самых разнообразных процессах, происходящих в дискретных динамических системах, вне зависимости от их природы.

СП дает возможность автоматизировать содержательную работу с текстом и получить вывод. В данном контексте вывод означает ответ на экспертный вопрос и его получение определяется решением задачи о достижимости требуемой маркировки. Если маркировка достижима, то можно сформулировать вывод, который в общем виде не является логическим, мы назвали интеллектуальным. Также появляется интересная “предсказательная способность” данного подхода - наличие решения задачи достижимости маркировки свидетельствует о существовании ответа на экспертный вопрос, даже если само наличие ответа неочевидно или подвергается сомнению.

Также существенным является возможность использовать текстовые коллекции для автоматизированного получения БЗ. С помощью БЗ моделируются знания эксперта. Функционирующий цифровой симулятор поведения эксперта, т.е. ЭС, представляет собой программный автомат поддерживающий диалог с пользователем на естественном языке. Функционирование такого автомата невозможно без БЗ.

Общие подходы к проектированию ЭС.

Понятие решения для ЭС включает в себя алгоритм получения ответов на вопросы, поставленные к БЗ. Рассмотрим схему получения ответа на экспертный запрос (т.е. вопрос к тексту БЗ). Исходим из того, что при цифровой симуляции поведения эксперта, его знания можно представить коллекцией тематических текстов БЗ. Автоматическое определение смысла компонент текста БЗ представляет собой серьезную трудность - смысл порождается в Центральной Нервной Системе (ЦНС), а в языке нет средств работы со смыслами. Выбор здесь состоит в обучении с учителем. В соответствующем модуле ЭС учителем тегируются компоненты высказываний БЗ, а через теги они привязываются к смыслу.

В процессе размышлений о некоторой ситуации и последующей коммуникации о ней, участвует много разнородных составляющих. Это текст, действительность, участники описываемых ситуаций, их роли, коммуникативная среда, где кто-то говорящий (источник), кто-то слушающий (приёмник) и т.п. Предполагается, что то общее, что объединяет столь разные сущности, требует использования понятий "понимание" и "осмысленность".

Проблема понимания интерпретируется, как способность анализировать (считывать, преобразовывать, группировать к виду) некоторое множество данных, облегчающее в дальнейшем получение решения. Так, в некоторых предметных областях набор данных часто приводится в виду "уравнение для неизвестной переменной, функции, производной функции и т.п. ". Получение уравнения свидетельствует о понимании проблемы. Текст, в терминах которого должен быть представлен результат понимания складывающейся ситуации внешним наблюдателем, фиксирующим совокупность событий и фактов, происходящих в процессе функционирования систем, называют встречным текстом. Типовой пример встречного текста – это текст вопроса от говорящего к слушающему.

Под осмысленностью мы понимаем возможность интерпретации некоторого положения дел в терминах и понятиях уже известной ситуации. Так как компоненты встречного текста несут определённый смысл, то к ним применим синоним "смысловые компоненты". Эмпирическим путем установлено, что количество разных типов смысловых компонент не превышает в тексте 100 единиц.

Смысловые компоненты встречного текста с ответами на них, позволяют описать произвольную ситуацию в виде вопросно-ответной таблицы. Например, компонент со значением местоположения, определяется вопросом «где?», а со значением характеристики предмета по материалу – вопросом «из чего?», временные характеристики – вопросом «когда?», со значением причины – «из-за чего?», «почему?», со значением орудия – из чего?; на чем? и т.п.

Наряду с предметными и атрибутивными смысловыми компонентами ситуаций можно указать и процессуальные смысловые компоненты– предикаты, с элементарными вопросами: кто, что делает?

Пример смысловых компонент (подчеркнуты, список не исчерпывающий) приведен в Таблице 1.

Таблица 1. Примеры смысловых компонент.

№	Смысловая компонента ситуации	Текстовый пример
1	со значением содержания речемыслительного, социального действия или восприятия.	<u>Вера в людей</u>
2	со значением назначения предмета.	<u>Пружина для капкана, ключ от библиотеки</u>
3	со значением характеризующим размер, исчисляемую меру величины.	<u>Порт – за сто миль, дом в два этажа</u>
4	со значением орудия действия.	<u>Пить из пиалы, играть на скрипке, тесать топором</u>
5	конструкция, компонент со значением причины действия или проявления признака	<u>Из мести, из-за денег</u>
6	со значением воздействующего фактора предмета или явления	<u>след от пальцев</u>
7	со значением местонахождения.	<u>У фонтана, против цирка</u>
8	со значением способа, средства действия.	<u>Плыть на пароходе, выступление по радио</u>
9	компонент с предметно-вещественным значением подвергающийся действию	<u>Жениться на художнице</u>
10	со значением – часть (части) целого.	<u>Обед из двух блюд, храм – о трех шатрах</u>
11	со значением потенциального действия, состояния (в модально-каузативных конструкциях)	<u>Отказаться от приглашения, решиться на разлуку</u>
12	значением внешней ситуации, природной или социальной, определяющей состояние субъекта.	<u>В тумане, под дождем</u>
13	со значением источника информации или сенсорного восприятия.	<u>узнал из хроники, цитата из Пушкина</u>
14	называющий тему оцениваемой ситуации.	<u>В учете – неразбериха</u>
15	компонент, выражающий временные характеристики.	<u>С первых дней, днем</u>
16	со значением характеристики предмета по материалу, веществу	<u>Из нефти, из глины</u>
...

Вопросно-ответная таблица из кратких вопросов с ответами, представляют ту же самую ситуацию, что и соответствующее текстовое сообщение. Например, сообщению "Евгений по выходным посещает корт, чтобы поиграть в теннис", может быть поставлена в соответствие нижеследующая вопросно – ответная Таблица 2.

Таблица 2. Вопросно-ответная таблица

Краткий вопрос	Смысловая компонента	Смысловая компонента ситуация
Кто ?	Евгений	Деятель
Что делает?	посещает	Действие
Посещает что?	корт	Объект действия
С какой целью ?	чтобы поиграть	Цель
Когда?	по выходным	Время

Как видим, вопросно-ответная таблица несет тот же смысл что и соответствующее высказывание, но не зависит от синтаксиса используемого естественного языка. Вопросно-ответная таблица позволяет решить обратную задачу - о трансформации таблицы в содержательно эквивалентное сообщение, составленное по всем правилам синтаксиса. Необходимо также иметь в виду, что если отдельной смысловой компоненте высказывания можно поставить в соответствие некий элементарный смысл, то для высказывания в целом уже имеются две наиболее общих смысловых составляющих: диктум и модус. Диктум отражает объективное содержание высказывания, а модус - его модальную часть, т.е. отношение субъекта к действительности, описываемой в высказывании.

Модальность проявляется через т.н. модусные рамки, свои для каждого из пяти коммуникативных регистров (в ЭС мы используем только три коммуникативных регистра).

Вот перечень этих модусных рамок:

- a) перцептивная для репродуктивного коммуникационного регистра;
- b) ментальная - для информативного;
- c) волюнтивная - для волюнтивного, и еще две, не используемые для текстовых БЗ экспертных систем.

Тип модусной рамки можно распознать через используемые предикаты. В перцептивных модусных рамках используются (на материале русского языка): предикаты чувства – *видеть, слышать, чувствовать и т.д.*; модусные предикативы на -о – *видно, слышно, заметно*; предикаты зрительного восприятия - *видеть*, а также другие перцептивные предикаты – *слышать, чувствовать и т.д.*

В ментальных модусных рамках возможны: предикаты восприятия в ментальном значении, их корреляты в перифразах – *ходят слухи*; модусные предикативы на -о – *видно, слышно, известно, неизвестно*; предикаты знания, мнения – *знать, верить, думать, считать, полагать и др.*

В волюнтивных модусных рамках должны присутствовать: модальные предикаты – *хотеть, желать, изъявить и др.*; модальные предикативы на -о – *нужно, должно, можно*; глаголы речевого воздействия – *приказывать, требовать, следует, подобает, полагается и т.п.*

Вышеприведенные соображения позволяют обосновать и подготовить систему тегов для ручного тегирования лексиконов предметной области с учителем. Сами лексиконы получают в автоматическом режиме при обработке текстовых коллекций, описывающих предметную область.

Ниже приводится алгоритм.

Обработка текстов БЗ начинается с графематического анализа (токенизации, в западной традиции). В тексте необходимо выделить составные и простые сообщения, и их более мелкие составляющие. Перечень программ для работы с текстами приведен в [14].

Следующий шаг – выделение предикаций и условий. Финальный шаг замена предикаций на абстрактные переменные, называемые идентификаторами процессов. Они обычно выражаются глаголами. Условия тоже обозначаются абстрактными переменными. Затем происходит их постановка на соответствующей позиции в графе. В СП задаем также начальные условия и выполняем СП.

Используются текстовые ресурсы, утилиты по работе с текстами, утилиты для работы с СП и утилиты для решения переопределенных систем линейных уравнений. Токенизатор, построитель лексиконов, ручной теггер для начального обучения лексиконов, утилиты для работы с сетью Петри имеются в свободном доступе. Что должно «уметь» финальное решение? Выдавать интеллектуальный вывод на основе решения задачи о достижимости маркировки для преобразованного в СП текста и его интерпретации в заданной предметной области.

Результаты

Для рассмотрения вопросов цифровой симуляции поведения эксперта в заданной предметной области, требуется выполнение следующих условий:

- 1) необходимо описание, поведения эксперта в разных ситуациях, что выполняется при помощи текстовых Баз знаний;
- 2) должен быть сформулирован экспертный запрос в текстовом виде;
- 3) из текстов БЗ должен быть выделен фрагмент, с описанием текста, подлежащего преобразованию в другой формат;
- 4) это формат должен допускать его преобразования в графическое представление, типа Сети Петри, и последующую обработку формальными математическими методами.

Приведенный выше формализм позволяет реализовать на техническом уровне требуемый функционал для управляемых дискретных динамических систем. Реализация, естественно, начинается с моделирования. Для этого создается либо дескриптивная, либо формальная математическая модель управления поведением соответствующего объекта управления. Напомним, что адаптация управления к новым условиям внешней среды, является характерным свойством интеллектуальных управляющих систем. Интеллектуальные процессы в событийных моделях управления регулируются соответствующими функциональными системами. При этом, предполагается, что парадигму активности составляют интеллектуальные процессы, что позволило рассматривать их применение в технической сфере с позиций функциональной структуры и деятельности Второй сигнальной системы ЦНС человека. В данном подходе считается, что наиболее передовые технологии управления

сложными динамическими объектами предполагают цифровую обработку информационных сигналов с использованием цифровых вычислительных средств. Кроме того, системы автоматического управления в технической сфере – это, как правило, системы реального времени. Иначе говоря, все алгоритмы обработки информационных сигналов в интеллектуальных системах управления должны быть реализованы в реальном времени.

Заключение

Итак, у нас имеется текст, являющийся описательной моделью некоторой ситуации. Структурно это система, состоящая из речевых сообщений. Одновременно, у нас ведется операционная деятельность по созданию объекта управления согласно заданной программе действий. Это тоже система, но состоящая из описаний процессов, предметов, событий и действий и т.д. Спрашивается, каковы наши возможности для автоматизации? Высший уровень автоматизации производственных и экспертных задач, состоит в замещения человека – исполнителя либо эксперта на встраиваемое программируемое автоматическое приложение, например, на Цифровой Симулятор с соответствующим функционалом. Мы различаем две парадигмы Искусственного Интеллекта: Нейросетевую и Символьную. Под Символьным ИИ понимают формализм, моделирующий в широких пределах работу головного мозга человека при работе с символьной и знаковой информацией. Известно, что язык и речь, появились у человека значительно позже, чем зрение и слух. Это значит, что обработка знаковой и символьной информации лежит на более высокой эволюционной ступеньке, чем обычное распознавание образов. Поэтому, можно предполагать, что после нейронных сетей, хорошо работающих с изображениями и звучащей речью, появится, решение, показывающее хорошие результаты при работе со смыслами, в частности в работе ЭС. Мы полагаем, что это будет Символьный ИИ [15], [16].

Список использованной литературы:

- 1 OpenAI (2023) arXiv:2303.08774v2 [cs.CL] 16 Mar 2023. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/2303.08774.pdf>
- 2 Russel Stuart J., Norvig Peter (2010) *Artificial Intelligence. A Modern Approach.* (2nd ed.), Upper Saddle River, NJ, Pearson Education, Inc., pp. 54-72.
- 3 Анохин П. К. *Избранные труды: кибернетика функциональных систем.* /Анохин П. К. - М.: Медицина, 1968 – 404 с.
- 4 Buchanan, B. G., Sutherland, G. L., & Feigenbaum, E. A. (1969). *Heuristic DENDRAL: A program for generating explanatory hypotheses in organic chemistry.* In Meltzer, B., Michie, D., and Swann, M. (Eds.), *Machine Intelligence 4.* Edinburgh University Press.
- 5 Buchanan B.G. & Shortliffe E.H. (1984), *Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project*, Reading, MA.: Addison-Wesley.
- 6 McDermott J. (1982). *R1: A rule-based configurer of computer systems*, *Artificial Intelligence*, 19(1), p. 39-88.
- 7 Wielinga, B.J., Bredeweg, B. (1988). *Knowledge and Expertise in Expert Systems.* In: van der Veer, G.C., Mulder, G. (eds) *Human-Computer Interaction.* Berlin, Heidelberg: Springer.
- 8 Лукин В. А. *Художественный текст: Основы теории и элементы анализа* / Лукин В. А. - М.: Ось-89, 1999.
- 9 Силич, М. П. *Основы теории систем и системного анализа: Учебное пособие* / М. П. Силич, В. А. Силич. — Томск: ТУСУР, 2013. — 342 с.
- 10 Вихнин А.Г. *Штурм четвертого мегапроекта: кто будет новым Биллом Гейтсом?* / Вихнин А.Г. Сакипов Н.З. – М.: Диалог-МИФИ, 2008. – 288 с.
- 11 Желязны, Д. *Говори на языке диаграмм: пособие по визуальным коммуникациям* / Желязны, Д. – М.: Манн, Иванов и Фарбер, 2012. – 304 с.
- 12 Новоселова Д. В. *Графическое представление информации в учебной дисциплине* / Новоселова Д. В. // *Теория и практика научных исследований: психология, педагогика, экономика и управление* -2019 - №3 (7) – С 32-36.
- 13 Питерсон Дж. *Теория сетей Петри и моделирование систем.* / Питерсон Дж. - М.: Мир, 1984
- 14 *Программы лингвистического анализа и обработки текста* [Электронный ресурс] <http://asknet.ru/analytics/programms.htm>
- 15 Вихнин А.Г. *Символьный искусственный интеллект и его применение в авиации* / Вихнин А.Г., Сакипов Н.З. // *Вестник Академии гражданской авиации*, №3(18), 2020, стр. 76-82.
- 16 Sakipov N. & Vikhnin O. (2021). *The Modern Symbolic Artificial Intelligence and Its Use in Medical Tourism.* *IEEE 15th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)*, pp. 1-6.

References:

- 1 OpenAI (2023) arXiv:2303.08774v2 [cs.CL] 16 Mar 2023. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/2303.08774.pdf>
- 2 Russel Stuart J., Norvig Peter (2010) *Artificial Intelligence. A Modern Approach*. (2nd ed.), Upper Saddle River, NJ, Pearson Education, Inc., pp. 54-72.
- 3 Anokhin P.K. (1968). *Izbrannye trudy: kibernetika funktsionalnykh system [Selected papers: cybernetics of functional systems]* Moscow: Medicina [in Russian].
- 4 Buchanan, B. G., Sutherland, G. L., & Feigenbaum, E. A. (1969). *Heuristic DENDRAL: A program for generating explanatory hypotheses in organic chemistry*. In Meltzer, B., Michie, D., and Swann, M. (Eds.), *Machine Intelligence 4*. Edinburgh University Press.
- 5 Buchanan B.G. & Shortliffe E.H. (1984), *Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project*, Reading, MA.: Addison-Wesley.
- 6 McDermott J. (1982). R1: A rule-based configurer of computer systems, *Artificial Intelligence*, 19(1), p. 39-88.
- 7 Wielinga, B.J., Bredeweg, B. (1988). *Knowledge and Expertise in Expert Systems*. In: van der Veer, G.C., Mulder, G. (eds) *Human-Computer Interaction*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- 8 Lukin V.A. (1999). *Khudozhestvennyi tekst: osnovy teorii i elementy analiza [Literary text: Fundamentals of theory and elements of analysis]*. Moscow: Os-89 [in Russian].
- 9 Silich M.P. & Silich V.A. (2013). *Osnovy teorii sistem i sistemnoho analiza: Uchebnoe posobie [Basics of systems theory and system analysis: Schoolbook]*. Tomsk: TUSUR [in Russian].
- 10 Vikhnin A.G. & Sakipov N.Z. (2008) *Shturm chetvertogo mehaproekta: kto budet novym Billom Heitsom? [Storm of forth megaproject: who will be new Bill Gates?]*. Moscow: Dialoh – MIFI.
- 11 Zhelyazny D. (2012). *Hovori na yazyke diagramm: posobie po vizualnym kommunikatsiyam [Say it with charts: toolkit]*. Moscow: Mann, Ivanov & Farber [in Russian].
- 12 Novoselova D.V. (2019) *Graficheskoe predstavlenie informatsii v uchebnoi distsipline [Graphical representation of information in educational discipline] Teoriya i praktika nauchnykh issledovaniy: psikhologiya, pedagogika, ekonomika i upravlenie – Theory and practice of scientific researches: psychology, pedagogy, economics and management - №3 (7) – pp 32-36 [in Russian]*.
- 13 Piterson J. (1984). *Teoriya setei Petri i modelirovanie sistem [Petri Net theory and the modelling of systems]*. Moscow: Mir [in Russian].
- 14 *Programmy lingvisticheskoho analiza i obrabotki teksta [Programms for linguistic analysis and text processing]*, asknet.ru. Retrieved from <http://asknet.ru/analytics/programms.htm>
- 15 Vikhnin A.G. & Sakipov N.Z. (2020). *Simvolnyi iskusstvennyi intellekt i ego primeneniye v aviatsii [Symbolic artificial intelligence and its application in aviation]*. *Vestnik Akademii grazhdanskoi aviatsii – Bulletin of Civil Aviation Academy*, №3(18), pp. 76-82.
- 16 Sakipov N. & Vikhnin O. (2021). *The Modern Symbolic Artificial Intelligence and Its Use in Medical Tourism*. *IEEE 15th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT)*, pp. 1-6.