

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ТЕХНОЛОГИИ



ISSN 2500-2112

Эп № ФС77-77602

2021
3(36)

ISSN 2500-2112

Эл № ФС 77-77602

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ТЕХНОЛОГИИ № 3 (36)' 2021

Электронный научный журнал (Электронное периодическое издание)

Главный редактор:

Парфёнова Мария Яковлевна

Заместитель главного редактора:

Горбунова Юлия Александровна

Редакционный совет

Председатель – Семенов А.В., *д-р экон. наук, проф., ректор Московского университета имени С.Ю. Витте;*

Соколов И.А., *академик РАН, д-р техн. наук, директор Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН);*

Бородин В.А., *член-корр. РАН, д-р техн. наук, заведующий лабораторией, генеральный директор ФГУП Экспериментального завода научного приборостроения со Специальным конструкторским бюро РАН;*

Зацаринный А.А., *д-р техн. наук, проф., заместитель директора Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН), Действительный член Российской академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, Академии военных наук, Международной академии связи;*

Курейчик В.М., *д-р техн. наук, проф. Южного федерального университета, г. Таганрог, заместитель руководителя по научной и инновационной деятельности, академик РАЕН, академик Академии инженерных наук Российской Федерации, академик Международной академии информатизации, академик Нью-Йоркской академии наук;*

Колонтаевская И.Ф., *д-р пед. наук, проф., заведующий кафедрой гражданского права и процесса Московского университета им. С.Ю. Витте;*

Сухомлин В.А., *д-р техн. наук, заведующий лабораторией открытых информационных технологий, проф. МГУ им. Ломоносова, проф. МИРЭА, академик Академии информатизации образования, член общественного совета ЦФО, председатель Международного Союза славянских журналистов;*

Yatskiv Irina, *Dr.sc.ing., Professor, Vice-Rector for Science and Development Affairs, Transport and Telecommunication Institute, Riga, Latvia;*

Galya Hristozova, *Dr.sc., Professor, Rector of Burgas Free University, Burgas, Republic of Bulgaria;*

Joksimović Aleksandar, *PhD, Head of Laboratory of Ichthyology and marine fisheries, University of Montenegro, Institute of Marine Biology, Montenegro.*

Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за издательством.

Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.

Системные требования: PC не ниже класса Pentium

III; 256 Mb RAM; свободное место на HDD 32 Mb;

Windows 98/XP/7/10; Adobe Acrobat Reader; дисковод

CD-ROM 2X и выше; мышь.

© ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА

СИСТЕМАТИКА АЛГОРИТМОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ	5
<i>Рогов Игорь Евгеньевич</i>	

К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ВОСПРИНИМАЕМОГО КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ	13
<i>Костромина Елена Александровна, Шамалова Елена Викторовна</i>	

МЕТОДИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К САМОВОСПИТАНИЮ ОБУЧАЮЩИХСЯ	25
<i>Подъячева Мария Андреевна</i>	

RAFT-ТЕХНОЛОГИЯ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ	32
<i>Лебедева Ксения Сергеевна</i>	

РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА ОСНОВЕ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ SMART-ОБРАЗОВАНИЯ.....	37
<i>Соловьева Татьяна Сергеевна</i>	

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА «БЕЗ УЧЕБНИКА» В СОВРЕМЕННОЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ.....	45
<i>Флеров Олег Владиславович</i>	

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОДЛЕНИЯ ВИДЕОРЯДА НА ОСНОВЕ ВИЗУАЛЬНЫХ И СЕМАНТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВИДЕОСЦЕН.....	53
<i>Вишневская Татьяна Ивановна, Уточкина Наталия Витальевна</i>	

ФОРМАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СОВМЕСТИМОСТИ СПИСКОВ	60
<i>Гладков Сергей Львович</i>	

СИТУАЦИОННОЕ МЕТАМОДЕЛИРОВАНИЕ.....	72
<i>Цветков Виктор Яковлевич, Титов Евгений Константинович</i>	

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ЭВОЛЮЦИЯ ПОНЯТИЯ «СЛОЖНАЯ СИСТЕМА»	80
<i>Ознамец Владимир Владимирович</i>	

ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОЙ СИСТЕМЕ.....	88
<i>Цветков Виктор Яковлевич</i>	

ПРИМЕНЕНИЕ T-МОДЕЛЕЙ К ИНТЕРПОЛИРОВАНИЮ ЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ.....	97
<i>Бондаренко Леонид Николаевич</i>	

CONTENTS

EDUCATIONAL ENVIRONMENT

TESTING AND LEARNING ALGORITHMS	5
<i>Rogov I.E.</i>	
ON THE ISSUE OF PERCEIVED EDUCATION QUALITY STUDY	13
<i>Kostromina E.A., Shamalova E.V.</i>	

METHODS AND TECHNOLOGIES OF TEACHING

CONCEPTUAL APPROACH TO STUDENTS' SELF-UPBRINGING	25
<i>Podyacheva M.A.</i>	
RAFT-TECHNOLOGY AS A MEANS OF FORMING STUDENTS' LEARNING INDEPENDENCE	32
<i>Lebedeva K.S.</i>	
HUMAN POTENTIAL DEVELOPMENT BY MEANS OF THE SMART-EDUCATION CONCEPTION.....	37
<i>Solovyova T.S.</i>	
PROSPECTS OF TEACHING FOREIGN LANGUAGES WITHOUT A TEXTBOOK IN CONTEMPORARY PRACTICE.....	45
<i>Flerov O.V.</i>	

INFORMATION TECHNOLOGY

A VIDEO-SEQUENCE AUTOMATICAL CONTINUATION METHOD BASED ON THE VIDEO-SCENES VISUAL AND SEMANTIC PROPERTIES	53
<i>Vishnevskaya T.I., Utochkina N.V.</i>	
FORMAL COMPATIBILITY FEATURES OF REGISTERS	60
<i>Gladkov S.L.</i>	
SITUATIONAL METAMODELING.....	72
<i>Tsvetkov V.Ya., Titov E.K.</i>	

METHODOLOGICAL RESEARCHES

“COMPLEX SYSTEM” CONCEPT EVOLUTION.....	80
<i>Oznamets V.V.</i>	
INFORMATION INTERACTION IN A MAN-MACHINE SYSTEM.....	88
<i>Tsvetkov V.Ya.</i>	
T-MODELS APPLICATION FOR INTEGER SEQUENCES INTERPOLATION.....	97
<i>Bondarenko L.N.</i>	

СИСТЕМАТИКА АЛГОРИТМОВ ТЕСТИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Рогов Игорь Евгеньевич¹,

e-mail: rogov@mirea.ru,

¹Российский технологический университет (РТУ МИРЭА), Москва, Россия

Статья исследует алгоритмы, которые применяют в области образования при тестировании обучающихся. Показано, что для тестирующих систем применяют специальные алгоритмы, которые могут представлять инструмент познания и инструмент оценки знаний. Показано, что алгоритм может служить для описания закономерностей окружающего мира. Общим описанием алгоритмов является информационная конструкция. Показана связь алгоритма и информационного поля. Дается систематика алгоритмов применительно к задачам тестирования. Рассмотрены аспекты сложности, использования ресурсов, структуры и последовательности действий. Даны схемы алгоритмов разных типов. Статья описывает тринитарную модель алгоритма, которая может служить основой описания алгоритма как объекта познания. Рассматриваются свойства познавательной модели алгоритма. Статья вводит новую характеристику алгоритма – «когнитивность алгоритма», которая является важной и необходимой при создании алгоритмов тестирования. Когнитивность алгоритма тестирования характеризует ряд факторов: воспринимаемость теста, рецепция, перцепция и апперцепция учащимся тестирующего задания. Полученные результаты исследования могут найти применение при создании модели интеллектуальной системы тестирования обучающихся.

Ключевые слова: алгоритмы тестирования, образование, когнитивность алгоритма, систематика, информационное поле, формальный объект познания

TESTING AND LEARNING ALGORITHMS

Rogov I.E.¹,

e-mail: rogov@mirea.ru,

¹Russian Technological University, Moscow, Russia

The article explores the algorithms that are used in the field of education when testing students. It is shown that special algorithms are used for testing systems, which can represent a cognition tool and a knowledge assessment tool. It is shown that the algorithm can serve to describe the patterns of the surrounding world. The general description of algorithms is an information structure. The relationship between the algorithm and the information field is shown. The systematics of algorithms in relation to testing tasks is given. The aspects of complexity, resource use, structure and sequence of actions are considered. Schemes of algorithms of different types are given. The article describes a trinitarian model of the algorithm, which can serve as the basis for describing the algorithm as an object of cognition. The properties of the cognitive model of the algorithm are considered. The article introduces a new characteristic of the algorithm – “algorithm cognitiveness”, which is important and necessary when creating testing algorithms. The cognitiveness of the testing algorithm is characterized by a number of factors: test perception, reception, perception and apperception by students of the testing task. The obtained research results can be used to create a model of an intelligent testing system for students.

Keywords: testing algorithms, education, algorithm cognition, systematics, information field, formal object of cognition

DOI 10.21777/2500-2112-2021-3-5-12

Введение

В настоящее время существуют разные виды алгоритмов, которые применяют не только в вычислительных системах, но и в эвристических системах. Первоначально алгоритм трактовался как информационная конструкция, предназначенная только для выполнения вычислений [1; 2]. В настоящее время алгоритмы применяют при решении разнообразных задач и в разном качестве. Часто алгоритмы используют как описательные схемы, в частности при рассуждениях. Алгоритмы служат основой вычислительных процедур и принятия решений [3]. Их используют в интеллектуальных вычислениях [4] и интеллектуальных системах [5]. Существует общепринятый термин «алгоритмизация». Технологию алгоритмизации широко применяют в разных сферах. Например, различают алгоритмизацию для решения задач, алгоритмизацию моделей [6], алгоритмизацию систем [7] и алгоритмизацию информации как средство организации данных. Широко применяют алгоритмизацию технологий как средство повышения их качества и надежности.

Алгоритмы применяют для качественной обработки информации [8], для интерпретации [9] и в медицинской диагностике [10]. С позиций системного анализа алгоритмы представляют собой аналог сложной системы. Они имеют вход и выход, начало и конец. Алгоритмы осуществляют функциональное преобразование и могут работать с входными и выходными множествами, что является признаком сложной системы. Не все алгоритмы как сложные системы обладают свойством эмерджентности. По этому признаку их как системы разбивают на две категории: аддитивные системы и эмерджентные системы. Как сложные системы алгоритмы обладают следующими свойствами: функциональность, структурированность, связанность, целостность. Алгоритм является основой технологической системы обработки информации. Поэтому для него существует логическая структура [2] и логическое описание. Это обязательное свойство алгоритма. Системы тестирования обучающихся большей частью являются интерактивными и используют специальные алгоритмы, которые могут представлять как инструмент познания, так и инструмент оценки знаний.

1. Систематика алгоритмов

По сложности алгоритмы разделяют на простые и сложные. Простые алгоритмы характеризуются простой логикой и простой структурой. Сложные алгоритмы [11] имеют сложную топологию, например большие графы и большое число циклов, которые обуславливают неустойчивость работы. Сложными алгоритмами называют также алгоритмы, поведение которых трудно моделировать из-за сложных зависимостей между потоками или из-за сложных информационных взаимодействий. Примером сложных алгоритмов являются алгоритмы мультиагентных систем и генетические алгоритмы. Каждый алгоритм является носителем знания. Можно сказать, что в алгоритмах происходит преобразование неявных знаний [12] в явные. В аспекте познания алгоритм можно рассматривать как закономерность или как механизм, отражающий закономерность. Именно в таком аспекте применяет понятие алгоритма Н. Моисеев [13]. Алгоритм можно рассматривать как процесс, как описание закономерности, как паттерн, как схему познания и схему передачи знания. При тестировании предпочитают использовать простые алгоритмы или условно сложные алгоритмы в расчете на знания учащихся.

По последовательности действий алгоритмы разделяют на последовательные и итеративные.

На рисунке 1 показана последовательность действий от этапа (a1) до этапа (a5). Последовательные алгоритмы выполняют одну операцию за другой. Это повышает скорость вычислений. Однако в случае сбоя на определенном этапе алгоритм зависает.

Схема итеративных алгоритмов более сложная (рисунок 2). Итеративные алгоритмы выполняют операции с возвратом к предыдущей по мере необходимости. Часто итеративные алгоритмы используют в научном поиске при нахождении новых решений. Простейшая схема такого алгоритма представляет собой перебор вариантов или сортировку.

При тестировании предпочитают использовать линейные алгоритмы тестирования, но в отдельных случаях применяют и итеративные.



Рисунок 1 – Последовательный алгоритм тестирования

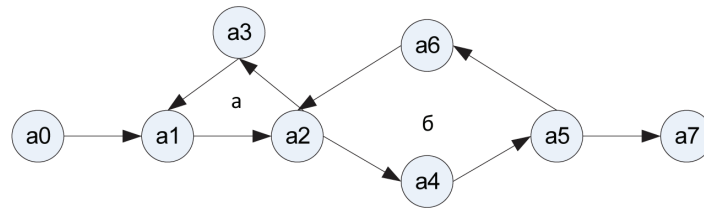


Рисунок 2 – Итеративный алгоритм

По использованию ресурсов алгоритмы разделяют на прямые (рисунок 1) и инкрементные (рисунок 3). Прямые алгоритмы выполняют операции поэтапно с использованием первоначально имеющегося ресурса. Инкрементные алгоритмы выполняют операции с накоплением ресурса на каждом этапе и использованием полученного ресурса на последующем этапе.

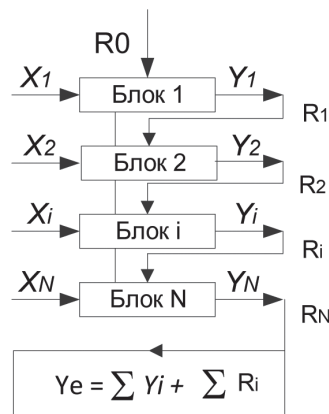


Рисунок 3 – Инкрементный алгоритм тестирования

На рисунке 3 обозначение R_0 – первоначальный ресурс. На первом этапе тестирования (блок 1) учащийся предпринимает действия X_1 и получает результат Y_1 . Наряду с результатом он вырабатывает некий ресурс R_1 , который может использовать или не использовать на следующем этапе. На втором этапе тестирования (блок 2) учащийся предпринимает действия X_2 , использует ресурс R_1 и получает результат Y_2 . Наряду с результатом Y_2 он вырабатывает новый ресурс R_2 , который может использовать в дальнейшем тестировании. Результат тестирования Y_e оценивается по накопленным решениям и по суммарным накопленным ресурсам. При тестировании предпочитают использовать инкрементные алгоритмы, поскольку они наиболее всесторонне показывают умения и знания учащихся.

По организации структуры алгоритмы разделяют на линейные и рекурсивные. Линейные алгоритмы имеют структуру линейного типа, выполняют одну операцию за другой согласно линейной схеме. Рекурсивные алгоритмы имеют не линейную структуру, с возвратом выполняют действия по этой схеме до достижения некоего заданного критерия. При тестировании чаще используют линейные алгоритмы, но для выполнения специальных задач применяют и рекурсивные алгоритмы.

По повторяемости алгоритмы разделяют на циклические (рисунок 2) и ациклические (рисунок 1). Ациклические алгоритмы не имеют циклов и зависание или заикливание в них исключается. Циклические алгоритмы содержат циклы и в них возможно зависание или заикливание. При тестировании чаще используют ациклические алгоритмы.

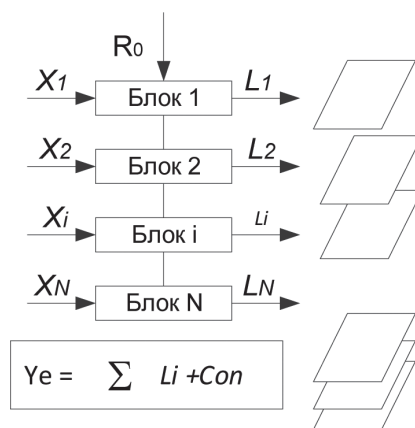


Рисунок 4 – Аддитивный алгоритм тестирования

По связанности алгоритмы разделяют на связанные (рисунки 1 и 2) и аддитивные (рисунок 4). В связанных алгоритмах конечный результат зависит от промежуточных результатов. Если один из промежуточных результатов неверен, то неверен и окончательный результат. В аддитивных алгоритмах конечный результат зависит от промежуточных результатов. Результат тестирования на каждом этапе не зависит от результатов тестирования на других этапах. Результат тестирования Y_e оценивается статистически по сумме правильных и неправильных решений на каждом этапе.

2. Алгоритм как формальный объект познания

Алгоритм является многоаспектным объектом информационного поля [14]. При вычислениях его рассматривают как технологическую схему. При тестировании его рассматривают как схему информационного взаимодействия «человек – тестирующая система». Это дает основание рассматривать тестирующую систему как человеко-машинную систему и применять соответствующие методы.

Алгоритм является также формальным объектом познания и имеет онтологические свойства. В силу этого формальная модель алгоритма зависит от выбранного языка информатики [15]. Онтологическая модель алгоритма определяется его местом в информационном поле [16]. На рисунке 5 приведена модель алгоритма как тринитарной системы.

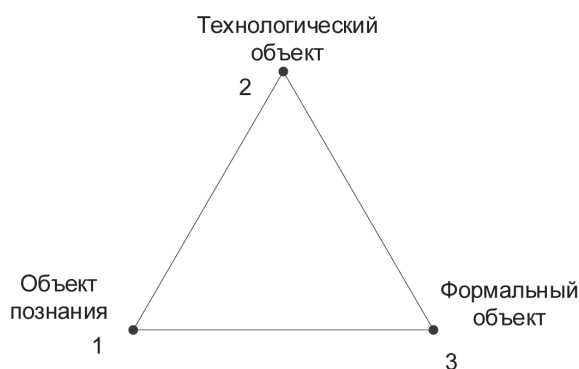


Рисунок 5 – Тринитарная модель алгоритма в информационном поле

Эта модель отражает три связанные сущности алгоритма, которые образуют замкнутую тринитарную модель [17]. На рисунке 5 вершины соответствуют трем сущностям и отмечены цифрами для сопоставления с последующими моделями. В процессе познания тринитарная модель алгоритма, использует познавательную сущность как объекта реального мира (вершина 1) или первичного описания.

Эта вершина соответствует исходной информационной ситуации [18], предшествующей ситуационной обработке [19]. Затем алгоритм трансформируется в технологический объект (вершина 2). Этот объект производит обработку информации и формирует результат в виде формального объекта (вершина 3) или вторичного описания. При этом сам алгоритм также входит в это описание как инструмент получения результата.

Основой процесса познания является накопление опыта. Накопление опыта выражается в расширении области решений путем добавления в нее нового решения. Таким образом, алгоритм как объект познания создает новое знание и формирует обобщенную модель познания.

На рисунке 6 приведена процессуально познавательная модель алгоритма, отражающая его каузальные свойства. Данный рисунок показывает, что алгоритм может быть инструментом импакт-анализа [20].



Рисунок 6 – Процессуально познавательная модель алгоритма

На начальной стадии познания имеются факты, которые содержат неявное знание. Факты преобразуются в данные (вершина 1), которые затем подвергаются обработке (ребро «Обработка 1»). В результате первого этапа обработки формируется модель (вершина 2). Эта модель анализируется и корректируется, обработка продолжается (ребро «Обработка 2»). В результате обработки получается результат, который позволяет выявить причину фактов.

Существенным недостатком многих методов импакт-анализа является попытка напрямую связать причину и следствие. Нумерация вершин на рисунке 2 показывает последовательность действий и позволяет построить ряд информационных конструкций, отражающих процессы применения алгоритма.

Используя понятие «информационная конструкция», можно отразить динамику на рисунке 6. Рисунок 6 описывает следующие информационные конструкции:

$$DC \rightarrow CIS; PT \rightarrow GM; Res \rightarrow Cons. \quad (1)$$

В выражении (1) приняты следующие обозначения: DC – набор конкретных данных; CIS – причина (cause) информационной ситуации; PT – частное преобразование (private transformation); GM – общий механизм; Res – результат (result); Cons – следствие (consequence).

В настоящее время необходимо рассматривать алгоритм не только с технической стороны, но и с познавательной стороны. Некоторые сложные алгоритмы [20; 21] не могут быть четко описаны из-за их сложности и не повторяемости. Это дает основание считать носителем знания не каждый алгоритм, а только тот, который имеет признаки явного знания: воспроизводимость, передаваемость, интерпретируемость. Два последних признака связаны с когнитивным моделированием. Это дает основание исследовать когнитивные особенности алгоритмов. Данное обстоятельство дает основание говорить о новой характеристике алгоритма тестирования – «когнитивность алгоритма». Когнитивность алгоритма тестирования характеризует ряд факторов: воспринимаемость теста, рецепция, перцепция и апперцепция учащимся тестирующего задания.

Примером когнитивности алгоритма могут служить эвристические методы решения задач второго рода или пространственного когнитивного моделирования [22]. Другим примером когнитивности

алгоритма тестирования являются методы решения органолептических задач [23; 24], такие как дегустация вин или оценка драгоценных камней экспертами. Это дает основание ввести класс алгоритмов – когнитивные алгоритмы. Многие эвристические методы являются формальными алгоритмами. Поэтому в дополнение им можно ввести понятие когнитивный алгоритм. Практическим примером такого алгоритма может служить когнитивная карта [25].

Целесообразно ввести классы алгоритмов тестирования по следующим категориям: технологические, связанные с количественной обработкой информации; интерпретационные, связанные качественной обработкой информации; управленческие, связанные с поддержкой принятия решений; познавательные, связанные с переносом знания и формированием нового знания; когнитивные, связанные с включением человеческого интеллекта в работу алгоритма. При этом возможна ситуация, когда алгоритм, в силу своей многоаспектности, может принадлежать нескольким классам.

Заключение

В отличие от широко распространенного определения алгоритма, как жесткого технологического описания, он является не только технологическим описанием, но и носителем знания, а также инструментом познания. Именно последнее свойство дает основание использовать его в тестирующих системах. В системах тестирования алгоритм выступает в двух качествах: как инструмент познания и как инструмент оценки знаний. В системах тестирования алгоритм ориентирован на человеческое восприятие, то есть в нем необходимо учитывать рецепцию и перцепцию информации. В системах тестирования применяют специальные алгоритмы, которые можно определить как алгоритмы тестирования. Тринитарная модель может служить хорошей основой описания алгоритма как объекта познания. Существует понятие «алгоритмический подход», которым обозначают попытку формального описания ситуаций, исключая субъективную оценку их человеком. Однако рост сложности задач в современном мире исключает применение простых алгоритмов. Информационная неопределенность, информационная асимметрия [26], нечеткие множества требуют расширения понятия «алгоритм» и введения новых типов алгоритмов, включая обучение и тестирование.

Список литературы

1. Щенников, А.Н. Информационные конструкции алгоритмов // Славянский форум. – 2018. – № 3(21). – С. 54–60.
2. Рогов, И.Е. Логика и алгоритмы обработки информации. – Издательский Дом: LAP Lambert Academic Publishing, 2019. – 112 с. [Republic of Moldova].
3. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: монография. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
4. Рожнов А.В., Жарков И.Д. Алгоритмизация интеллектуальной обработки данных в задачах слабо формальных систем // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2008. – № 1–2. – С. 35–42.
5. Цветков В.Я., Розенберг И.Н. Интеллектуальные транспортные системы – LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany, 2012. – 297 с. ISBN: 978-3-659-15742.
6. Тарасенко В.П., Силич В.А. Алгоритмизация и автоматизация процесса построения содержательной модели организационной системы и формирования на ее основе дерева целей // Вопросы кибернетики. – Томск, 1982. – № 83. – С. 14–35.
7. Шалыто, А.А. Алгоритмизация и программирование для систем логического управления и «реактивных» систем // Автоматика и телемеханика. – 2001. – № 1. – С. 3–39.
8. Домашук, П.В. Алгоритм оценки коррупционной составляющей при проведении торгов // Славянский форум. – 2015. – № 2(8) – С. 68–74.
9. Чехарин, Е.Е. Алгоритмы интерпретации данных дистанционного зондирования // Славянский форум. – 2015. – № 3. – С. 301–308.
10. Цветков В.Я., Номоконова О.Ю. Алгоритмическое диагностирование кашля // Медицина и высокие технологии. – 2017. – № 2. – С. 53–57.

11. Цветков, В.Я. Сложность алгоритмов первого рода // Образовательные ресурсы и технологии. – 2020. – № 4 (33). – С. 73–80.
12. Цветков, В.Я. Неявное знание и его разновидности // Вестник Мордовского университета. – 2014. – Т. 24. – № 3. – С. 199–205.
13. Мусеев, Н. Алгоритмы развития. – Москва: Наука, 1987. – 304 с.: Litres, 2017.
14. Tsvetkov, V.Ya. Information Space, Information Field, Information Environment // European researcher. – 2014. – № 8-1(80). – Р. 1416–1422.
15. Иванников, А.Д. Проблемы информационных языков и современное состояние информатики // Вестник МИРЭА. – 2014. – № 4(5). – С. 39–62.
16. Кудж, С.А. Информационное поле: монография. – Москва: МАКС Пресс, 2017. – 97 с.
17. Цветков, В.Я. Триада как интерпретирующая система // Перспективы науки и образования. – 2015. – № 6. – С. 18–23.
18. Цветков, В.Я. Модель информационной ситуации // Перспективы науки и образования. – 2017. – № 3(27). – С. 13–19.
19. Титов, Е.К. Ситуационная обработка информации // Славянский форум. – 2018. – № 3(21). – С. 120–125.
20. Рогов, И.Е. Разработка алгоритмов для обучающих систем // Славянский форум. – 2019. – № 3(25). – С. 56–66.
21. Бейзер, Б. Тестирование чёрного ящика. Технологии функционального тестирования программного обеспечения и систем. – Санкт-Петербург: Питер, 2004. – 320 с.
22. Tsvetkov, V.Ya. The Cognitive Modeling with the Use of Spatial Information // European Journal of Technology and Design. – 2015. № 4(10). – Р. 149–158.
23. Макино Т., Охаси М., Докэ Х., Махино К. Контроль качества с помощью персональных компьютеров. – Москва: Машиностроение, 1991. – 224 с.
24. Ребрин, Ю.И. Управление качеством: учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004.
25. Гольдштейн А.Б., Пожарский Н.А., Лихачев Д.А. О когнитивных картах в управлении телекоммуникационным оператором // Информатизация и связь. – 2016. – № 1. – С. 11–15.
26. Елсуков, П.Ю. Информационная асимметрия и информационная неопределенность // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2017. – № 4. – С. 69–76.

References

1. Shchennikov, A.N. Informacionnye konstrukcii algoritmov // Slavyanskij forum. – 2018. – № 3(21). – S. 54–60.
2. Rogov, I.E. Logika i algoritmy obrabotki informacii. – Izdatel'skij Dom: LAP Lambert Academic Publishing, 2019. – 112 s. [Republic of Moldova].
3. Altunin A.E., Semuhin M.V. Modeli i algoritmy prinyatiya reshenij v nechetkikh usloviyah: monografiya. – Tyumen': Izdatel'stvo Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta, 2000. – 352 s.
4. Rozhnov A.V., Zharkov I.D. Algoritmizaciya intellektual'noj obrabotki dannyh v zadachah slabo formal'nyh sistem // Nejrokompyutery: razrabotka, primenenie. – 2008. – № 1–2. – S. 35–42.
5. Cvetkov V.Ya., Rozenberg I.N. Intellektual'nye transportnye sistemy – LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany, 2012. – 297 s. ISBN: 978-3-659-15742.
6. Tarasenko V.P., Silich V.A. Algoritmizaciya i avtomatizaciya processa postroeniya soderzhatel'noj modeli organizacionnoj sistemy i formirovaniya na ee osnove dereva celej // Voprosy kibernetiki. – Tomsk, 1982. – № 83. – S. 14–35.
7. Shalyto, A.A. Algoritmizaciya i programmirovaniye dlya sistem logicheskogo upravleniya i «reaktivnyh» sistem // Avtomatika i telemekhanika. – 2001. – № 1. – S. 3–39.
8. Domashuk, P.V. Algoritmy ocenki korrupcionnoj sostavlyayushchej pri provedenii trgov // Slavyanskij forum. – 2015. – № 2(8) – S. 68–74.
9. Chekharin, E.E. Algoritmy interpretacii dannyh distancionnogo zondirovaniya // Slavyanskij forum. – 2015. – № 3. – S. 301–308.
10. Cvetkov V.Ya., Nomokonova O.Yu. Algoritmicheskoe diagnostirovanie kashlya // Medicina i vysokie tekhnologii. – 2017. – № 2. – S. 53–57.

11. *Cvetkov, V.Ya.* Slozhnost' algoritmov pervogo roda // *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*. – 2020. – № 4 (33). – S. 73–80.
12. *Cvetkov, V.Ya.* Neyavnoe znanie i ego raznovidnosti // *Vestnik Mordovskogo universiteta*. – 2014. – T. 24. – № 3. – S. 199–205.
13. *Moiseev, N.* Algoritmy razvitiya. – Moskva: Nauka, 1987. – 304 s.: Litres, 2017.
14. *Tsvetkov, V.Ya.* Information Space, Information Field, Information Environment // *European researcher*. – 2014. – № 8-1(80). – R. 1416–1422.
15. *Ivannikov, A.D.* Problemy informacionnyh yazykov i sovremennoe sostoyanie informatiki // *Vestnik MIREA*. – 2014. – № 4(5). – S. 39–62.
16. *Kudzh, S.A.* Informacionnoe pole: monografiya. – Moskva: MAKS Press, 2017. – 97 s.
17. *Cvetkov, V.Ya.* Triada kak interpretiruyushchaya sistema // *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. – 2015. – № 6. – S. 18–23.
18. *Cvetkov, V.Ya.* Model' informacionnoj situacii // *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. – 2017. – № 3(27). – S. 13–19.
19. *Titov, E.K.* Situacionnaya obrabotka informacii // *Slavyanskij forum*. – 2018. – № 3(21). – S. 120–125.
20. *Rogov, I.E.* Razrabotka algoritmov dlya obuchayushchih sistem // *Slavyanskij forum*. – 2019. – № 3(25). – S. 56–66.
21. *Bejzer, B.* Testirovanie chyornogo yashchika. Tekhnologii funkcional'nogo testirovaniya programmnoho obespecheniya i sistem. – Sankt-Peterburg: Piter, 2004. – 320 s.
22. *Tsvetkov, V.Ya.* The Cognitive Modeling with the Use of Spatial Information // *European Journal of Technology and Design*. – 2015. № 4(10). – R. 149–158.
23. *Makino T., Ohasi M., Doke H., Mahino K.* Kontrol' kachestva s pomoshch'yu personal'nyh komp'yutero. – Moskva: Mashinostroenie, 1991. – 224 s.
24. *Rebrin, Yu.I.* Upravlenie kachestvom: uchebnoe posobie. – Taganrog: Izd-vo TRTU, 2004.
25. *Gol'dshtejn A.B., Pozharskij N.A., Lihachev D.A.* O kognitivnyh kartah v upravlenii telekommunikacionnym operatorom // *Informatizaciya i svyaz*. – 2016. – № 1. – S. 11–15.
26. *Elsukov, P.Yu.* Informacionnaya asimmetriya i informacionnaya neopredelennost' // *Informacionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii*. – 2017. – № 4. – S. 69–76.

УДК 378.14.015.62

К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ВОСПРИНИМАЕМОГО КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

Костромина Елена Александровна¹,

канд. филол. наук, доцент,
e-mail: ea_kostromina@mail.ru,

Шамалова Елена Викторовна²,

канд. экон. наук,
e-mail: elenavik975@yandex.ru,

¹Московский университет им. С.Ю. Витте, филиал в г. Сергеевом Посаде, г. Сергиев Посад, Россия,

²ФГБОУВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)»,
г. Москва, Россия

Целью статьи является представление результатов пилотного исследования проблемы воспринимаемого качества образовательных услуг. Тема качества высшего образования является одной из самых обсуждаемых на протяжении всей истории существования университетского образования. В ситуации высокой конкуренции на рынке образовательных услуг проблема качества не только не решена, но и звучит наиболее остро, поскольку не всегда является основным фактором конкурентоспособности вуза. По результатам исследования сделаны выводы о необходимости доработки анкеты с учетом выделенных критериев качества и уточнения целей, а именно – уточнить взаимозависимость воспринимаемого качества образовательных услуг и удовлетворенности образовательными услугами. В целом исследование показало, что студенты и государственного и негосударственного вузов выдвигают схожие требования к качеству образования, в основе воспринимаемого качества лежат такие критерии, как качество профессиональной подготовки преподавательского состава; организация практик; применение современных методов обучения, изучение актуальных для современных реалий процессов и технологий.

Ключевые слова: качество образования, воспринимаемое качество образовательной услуги, удовлетворенность образовательной услугой, критерии качества образовательной услуги

ON THE ISSUE OF PERCEIVED EDUCATION QUALITY STUDY

Kostromina E.A.¹,

PhD in Philology, Assoc. Prof.,
e-mail: ea_kostromina@mail.ru,

Shamalova E.V.²,

PhD in Economics,
e-mail: elenavik975@yandex.ru,

¹Moscow Witte University, Sergiev Posad branch, Sergiev Posad, Russia,

²Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

The purpose of the article is to present the results of a pilot study of the issue of perceived education quality. Higher education quality is one of the most discussed matters throughout the university history. Under market competition the quality issue is not solved and grows in significance since it is not always the main university competitive factor. According to the findings the study concludes about the need of renovating the questionnaire according to the selected quality criteria and clarify the goals namely the interdependence of the perceived education quality and satisfaction with education. In general the study shows that students of both state and non-state universities put forward similar requirements of education quality. The perceived quality is based on such

criteria as the quality of teaching staff professional training, practice organization, modern teaching methods and the taught processes and technologies relevant to present-day realities.

Keywords: education quality, perceived quality, satisfaction with education, educational quality criteria

DOI 10.21777/2500-2112-2021-3-13-24

Введение

В настоящее время по-прежнему дискуссионным остается вопрос критериев качества образования. И государственные и негосударственные вузы находятся в состоянии конкурентной борьбы. Абитуриент, выбирая вуз, ориентируется на свое представление о вузе, его бренде, позиции на рынке, которое складывается по информации из внешних источников: сайт, СМИ, отзывы студентов и выпускников, результаты общественной аккредитации отдельных направлений подготовки, отзывы работодателей и др.

Цель данной статьи – уточнить критерии воспринимаемого качества образовательных услуг студентами государственного и негосударственного вуза. Результаты исследования позволят вузам скорректировать деятельность для повышения воспринимаемого качества и, как следствие, удовлетворенности от получаемых образовательных услуг для занятия более прочных конкурентных позиций, но главное – выявить факторы, которые в большей степени влияют на воспринимаемое качество образования.

В декабре 2019 г. в одном из государственных вузов был проведен опрос студентов с целью выявить их представление о критериях качества образования [1]. Для оценки по шкале Лайкерта были предложены различные критерии качества образования. Здесь мы приведем только те критерии, которые были оценены на 4 и 5 баллов большинством опрошиваемых. Таким образом, студенты 2 курса очной формы обучения считают, что показателями качественного образования являются:

1. Профессионализм преподавателей-теоретиков (насыщенные материалом лекции, отработка знаний и навыков на практических занятиях) – 76 % опрошенных.
2. Легкость трудоустройства – 70 % опрошенных.
3. Наличие в вузе преподавателей-практиков (из реального сектора экономики) – 70 % опрошенных.
4. Наличие хорошей библиотеки – 54,5 %.

Кроме закрытых вопросов студентам были предложены открытые, где их просили сформулировать требования к качеству образования (не менее 5). Исходя из этих результатов была составлена новая анкета (таблица), цель которой выявить воспринимаемое качество образования. Воспринимаемое качество – это важный параметр для изучения удовлетворенности потребителей. Воспринимаемое качество услуг – показатель субъективный, во многом основанный на эмоциях, но при этом учитывающий цену покупки услуги и соотношение этой цены с качеством.

Следует отметить, что взаимосвязь воспринимаемого качества услуг и удовлетворенности не нашла в научной литературе однозначного понимания. Одни ученые – Parasuraman, Zeithaml и Berry [2] – полагают, что удовлетворенность первична и воспринимаемое качество является ее следствием. Другая точка зрения заключается в том, что воспринимаемое качество предшествует удовлетворенности (Cronin, Taylor [3]; Oliver [4]), т.е. потребитель по каким-то косвенным показателям получает представление об услуге и о ее качестве, например, по отзывам, месту в рейтинге [5; 6]. По мнению авторов настоящей статьи, на воспринимаемое качество влияет ожидание от приобретения услуги и постпокупочная оценка качества, что ведет к удовлетворенности или неудовлетворенности, что подтверждается исследованием.

В рамках данной статьи излагаются результаты пилотного исследования, которое проводилось в феврале–апреле 2020 г. В исследовании приняли участие студенты вузов, занимающих разные рейтинговые позиции, готовящие специалистов для разных отраслей: МГТУ им. Баумана, Московский университет им. С.Ю. Витте.

Следует отметить, что вопрос изучения воспринимаемого качества студентами государственных и негосударственных вузов остается по-прежнему актуальным [7]. Однако в публикациях российских ученых чаще всего дается общая оценка удовлетворенности студентов качеством образовательных ус-

луг [8; 9], но крайне мало внимания уделяется выявлению факторов, которые в большей степени влияют на воспринимаемое качество образовательных услуг той или иной образовательной организации.

В период с 20 февраля по 20 апреля 2020 г. было опрошено 65 студентов дневной формы обучения: 34 анкеты – МГТУ им. Н.Э. Баумана и 31 анкета – МУИВ. Респондентам было предложено ответить на вопросы, приведенные ниже в таблице.

Таблица – Анкета для оценки воспринимаемого качества образования

1	Выберите из списка факторы, которые повлияли на ваше решение	- близость к дому; - наличие общежития; - мнение родителей; - цена/хотел в другой вуз, но на бюджет прошел только в этот; - желание обучиться именно этой профессии; - хорошие отзывы о вузе; - наличие военной кафедры; - мнение друзей и знакомых; - наличие в вузе активной студенческой жизни; - семейная династия; - другое
2	По вашему мнению, соответствует ли уровень полученного вами образования бренду (репутации) вуза?	Шкала Лайкерта: от 1 – полностью не соответствует; до 5 – полностью соответствует
3	Насколько сформированное качество профильных знаний соответствует Вашим ожиданиям?	Шкала Лайкерта: от 1 – полностью не соответствует; до 5 – полностью соответствует
4	Качество образования в большей степени связано с (выберете не более трех значимых факторов)	- профессионализмом преподавателей; - организацией реальных практик студентов; - использованием в вузе электронной образовательной среды (электронная библиотека, расписание, журналы посещаемости и оценок); - использованием в вузе инновационных форм обучения (лекция-дискуссия, мастер-класс и др.); - обучением работе на современном оборудовании; - обучением работе в современных IT-программах; - другое
5	Вы осознанно выбирали профессию	- нет, я не думал(а) о будущей профессии, когда поступал(а) учиться; - да, вполне осознанно; - затрудняюсь ответить; - я выбирал(а) профессию, не вполне осознавая ее сути
6	По вашему мнению, насколько навыки и умения, которые Вы получаете, соответствуют требованиям профессии?	Шкала Лайкерта: от 1 – полностью не соответствует; до 5 – полностью соответствует
7	Если Вы сейчас ощущаете недостаток каких-либо знаний и навыков, то в чем основная причина?	- я недостаточно приложил(а) усилий; - вузом не была предоставлена возможность их получения; - затрудняюсь ответить
8	Готовы ли вы рекомендовать вуз, который вы заканчиваете?	- да; - нет; - затрудняюсь ответить; - другое

Ответы на вопрос о факторах, повлиявших на выбор вуза, распределились следующим образом (рисунки 1, 2). Для студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана (рисунок 1) наибольшее влияние оказали такие факторы, как хорошие отзывы о вузе (61,8 %), мнение родителей (47,1 %), мнение друзей и знакомых (41,2 %), а также близость к дому и наличие военной кафедры (по 29,4 %).

Для студентов Московского университета им С.Ю. Витте близость к дому оказалась решающим фактором для 54,8 % респондентов, также на выбор вуза повлияло мнение друзей и знакомых (29 %), почти 20 % студентов отметили приемлемую стоимость обучения (рисунок 2).

Поскольку репутация вуза и его бренд первоначально оцениваются до момента получения услуги, то можно говорить о том, что восприятие бренда оказывает влияние на воспринимаемое качество образования. Студентам было предложено оценить по шкале Лайкерта соответствие уровня получаемого образования бренду (репутации) вуза. 29,4 % студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана затруднились с ответом (10 ответивших), 44,1 % считают, что качество образования в целом соответствует репутации

(10 человек поставили оценку 4 и пять человек – оценку 5), и 26,5 % так не считают (оценки 1 и 2 поставили 3 и 6 человек соответственно) (рисунок 3).

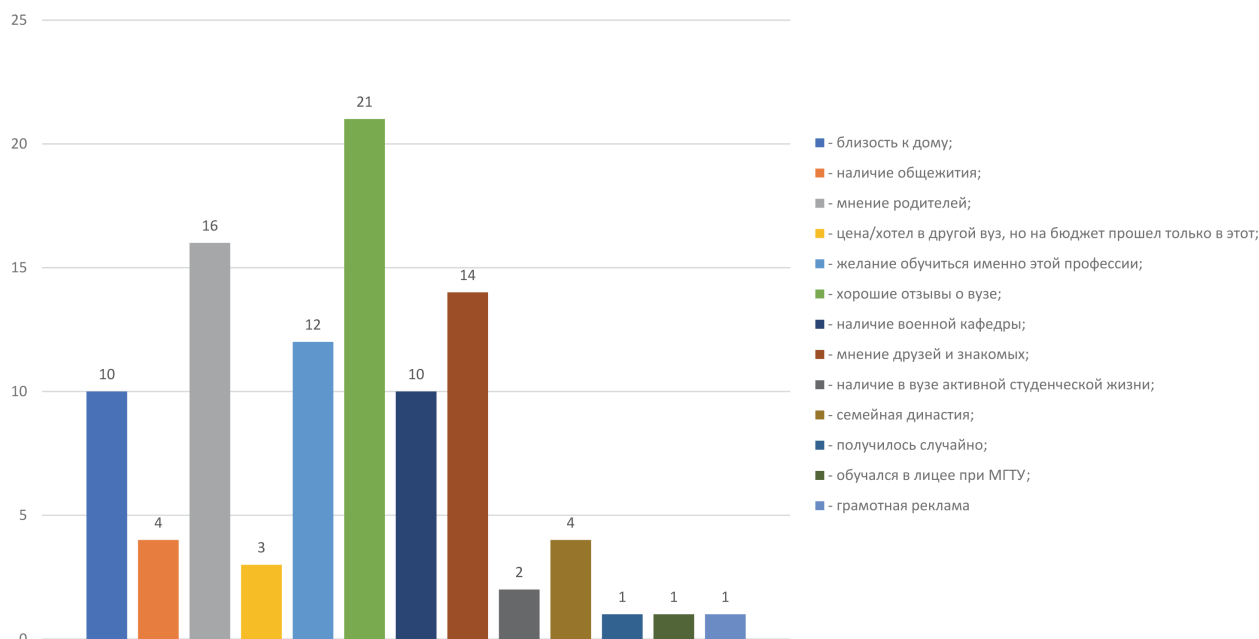


Рисунок 1 – Факторы выбора вуза для студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана

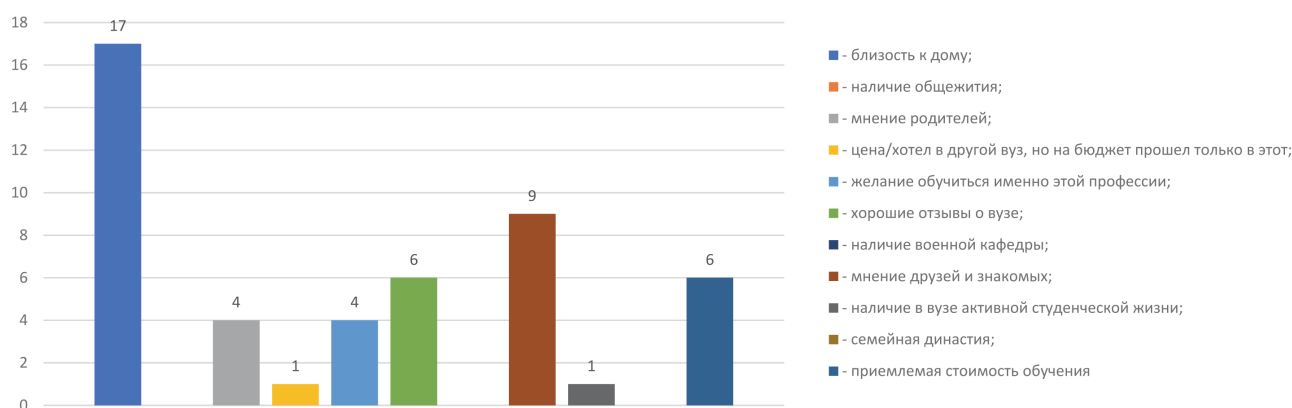


Рисунок 2 – Факторы выбора вуза для студентов Московского университета им. С.Ю. Витте

51,6 % студентов МУИВ считают, что уровень образования соответствует репутации (4 и 5 столбцы диаграммы), 19,4 % затрудняются с ответом и 29 % (оценку 1 поставили 4 человека и 5 человек поставили 2) считают, что качество образования не соответствует бренду вуза (рисунок 4).

При выборе вуза и специальности абитуриент формирует ожидания, связанные с образованием, с теми знаниями, которые он будет получать. Затем в процессе обучения сравнивает тот образ, который он создал сам на основе косвенных факторов, с восприятием качества образовательных услуг.

Так, студенты МГТУ ожидали большего от обучения в вузе (32,4 %), т.е. 2 человека (5,9 %) полностью не согласны с тем, что качество профильных знаний соответствует их ожиданиям, и 9 ответивших (26,5) считают, что качество в основном не соответствует, 26,5 % респондентов затруднились с ответом, 38,2 % считают, что сформированные профильные знания в целом соответствуют тому, что они ожидали от обучения в вузе, и лишь 1 человек (2,9 %) полностью оправдал свои ожидания (рисунок 5).

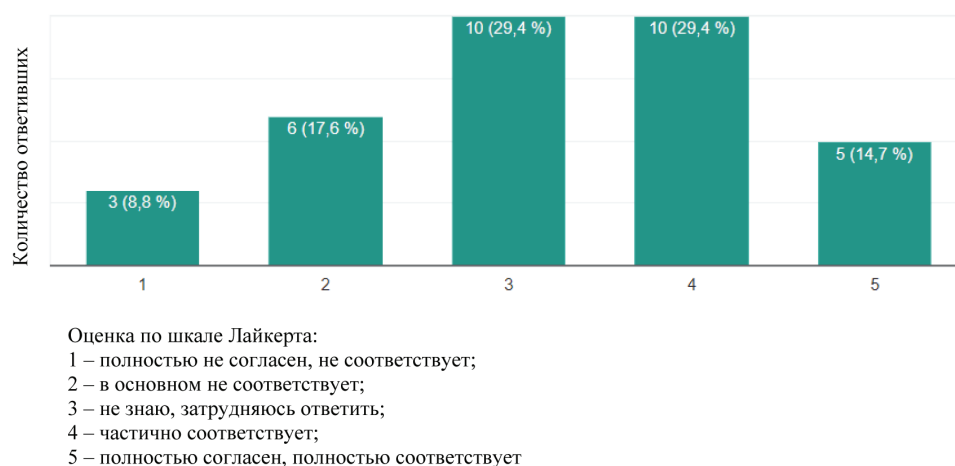


Рисунок 3 – Распределение ответов на вопрос «Соответствует ли уровень полученного вами образования бренду (репутации) вуза?» по шкале Лайкерта (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

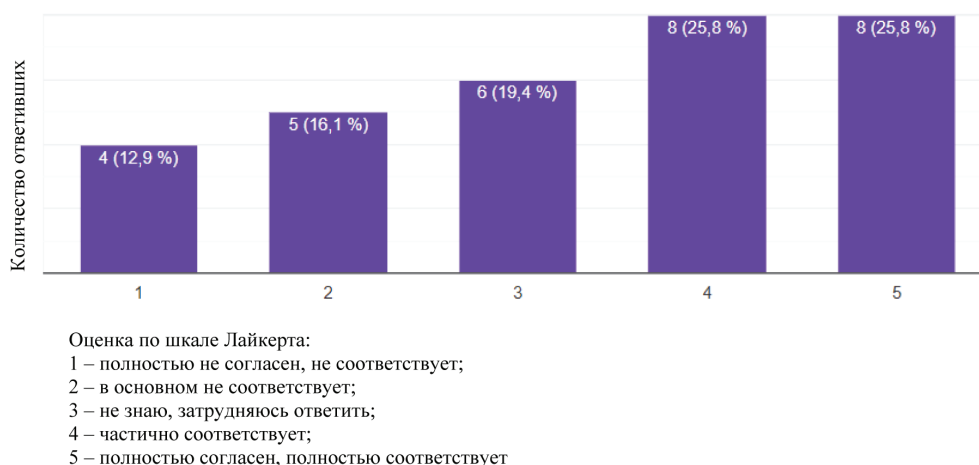


Рисунок 4 – Распределение ответов на вопрос «Соответствует ли уровень полученного вами образования бренду (репутации) вуза?» по шкале Лайкерта (МУИВ)

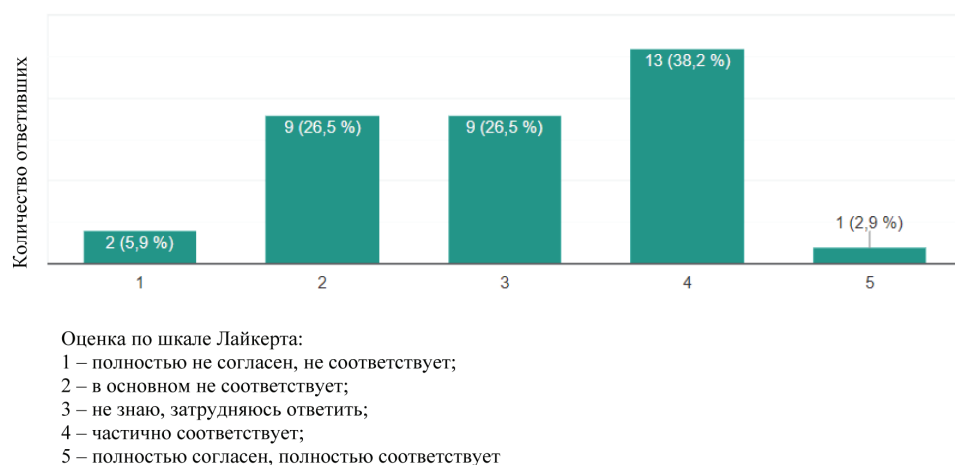


Рисунок 5 – Соответствие качества профильных знаний ожиданиям студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана

Студенты МУИВ в целом получили то, что ожидали – 35,5 %, полностью согласны, что качество знаний соответствует ожиданиям, 5 человек (16,1 %). И 35,5 % (оценки 1 и 2 поставили 4 и 7 человек соответственно) респондентов ожидали большего качества профильных знаний (рисунок 6).

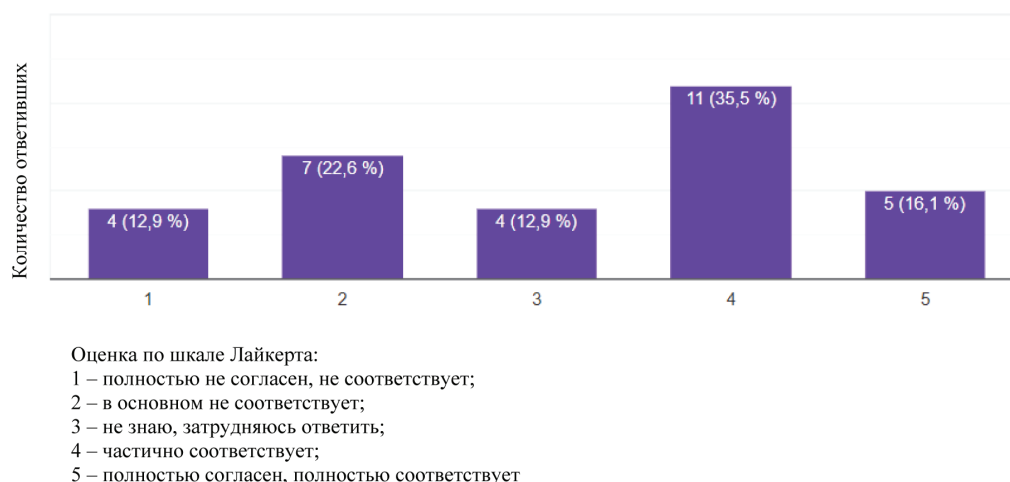


Рисунок 6 – Соответствие качества профильных знаний ожиданиям студентов МУИВ

Один из критериев качества образования – трудоустройство по специальности, поэтому важно оценить, насколько получаемые знания соответствуют требованиям профессии. Здесь необходимо отметить, что студенты не всегда располагают информацией о специфике получаемой профессии, не всегда мотивированы, поскольку выбирают профессию неосознанно. Однако в самом начале статьи мы отметили субъективный характер воспринимаемого качества услуги. В опросе мы попросили студентов высказать свое мнение относительно того, насколько формируемые навыки и умения соответствуют их представлениям о будущей профессии.

29,4 % студентов МГТУ считают, что формируемые навыки в целом соответствуют требованиям профессии, 8,8 % ответивших полностью удовлетворены сформированными навыками; 29,3 % затрудняются с ответом, поскольку имеют нечеткое представление о будущей профессии, и 32,5 % респондентов (оценки 1 и 2 поставили 4 и 7 человек соответственно) полагают, что их навыки и умения, сформированные в вузе, не отвечают профессиональным требованиям (рисунок 7).

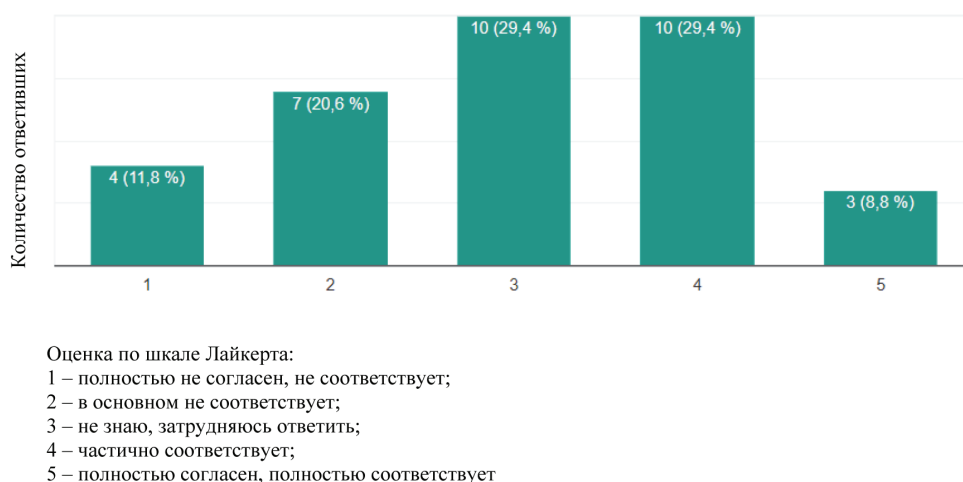


Рисунок 7 – Соответствие формируемых навыков и умений требованиям профессии, по мнению студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана

Мнения студентов МУИВ разделились пополам – 42 % (4 и 5 поставили 8 и 5 человек соответственно) считают, что формируемые умения и навыки соответствуют требованиям будущей профессии, и 16,1 % так не считают, 25,5 % ответивших полагают, что в основном формируемые умения и навыки не соответствуют профессии, 16,1 % респондентов затруднились с ответом (рисунок 8).

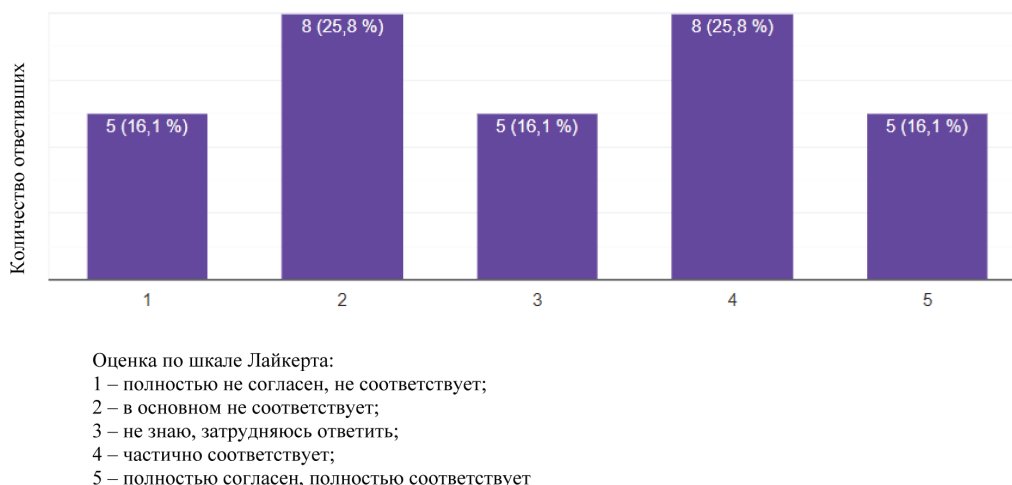


Рисунок 8 – Соответствие формируемых навыков и умений требованиям профессии, по мнению студентов МУИВ

Наибольший интерес представляют выделенные студентами факторы качества образования (рисунки 9, 10). Респондентов просили отметить 3 наиболее, по их мнению, значимых фактора, с которыми связано качество получаемого образования.

Здесь практически все опрашиваемые считают, что качество образования в большей степени зависит от профессионализма преподавателей (80 % респондентов МГТУ и 84 % – МУИВ). Следующим по значимости идет такой фактор, как организация реальных практик (71 % МУИВ и 50 % МГТУ). 42 % студентов МУИВ считают, что качественное образование не возможно без использования инновационных методов обучения (лекций-дискуссий, мастер-классов и т.п.), тогда как студенты МГТУ на 3 место поставили такой фактор, как обучение работе на современном оборудовании (41 %), что объясняется спецификой инженерного вуза. Использование в вузе электронной образовательной среды показателем качества обучения считают всего 26 % студентов МУИВ и 12 % студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана. Отсюда делаем вывод, что так активно пропагандируемые сегодня цифровые технологии не являются для студентов важным показателем качества образования.

Повсеместное широкое использование цифровых технологий обучения, вызванное ситуацией пандемии COVID-19, продемонстрировало все преимущества и недостатки электронной образовательной среды. В последнее время в профессиональной среде проводится много обсуждений использования этой технологии, однако, как показал опрос, ее наличие для потребителя образовательных услуг, стремящегося к получению качественного высшего образования, не является приоритетным.

По нашему мнению, ожидания студентов связаны и с таким фактором, как осознанный выбор профессии. Не секрет, что многие идут учиться в тот или иной вуз, потому что настояли родители или проходной балл позволил пройти на бюджетное место, а не потому, что мечтают посвятить свою жизнь космосу или экономике. Поэтому если нет ожиданий, то нет и особых требований к качеству. При ответе на вопрос об осознанном выборе профессии только 26,5 % бауманцев (рисунок 11) и 42 % студентов МУИВ (рисунок 12) ответили, что профессию выбирали осознанно. Стоит отметить, что абитуриенты могут иметь представление о будущей профессии, и в процессе обучения понимают, что это не совсем то, что они ожидали. Так, выбрали профессию, не вполне осознавая ее сути 47,1 % студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана и 29 % студентов Московского университета им. С.Ю. Витте. Однако процент совсем не думающих о будущей профессии среди студентов Бауманки гораздо меньше – 8,8 % против 22,6 % студентов МУИВ.

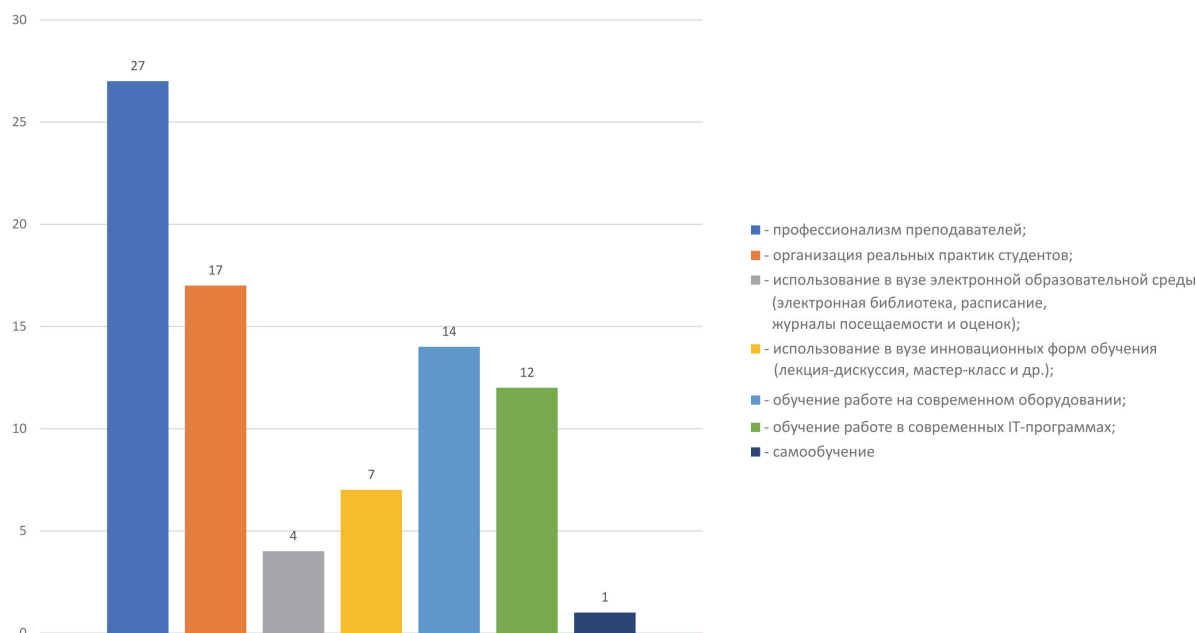


Рисунок 9 – Показатели качества образования с точки зрения студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана

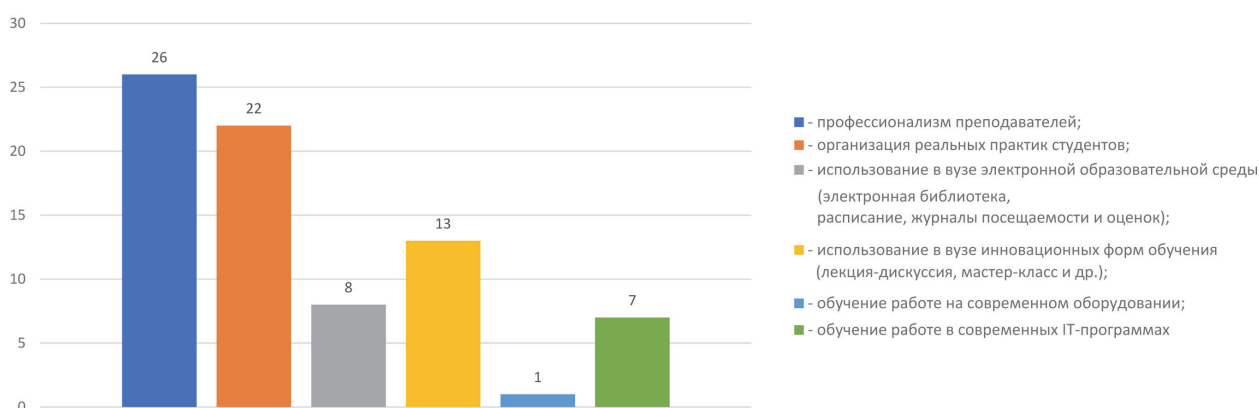


Рисунок 10 – Показатели качества образования с точки зрения студентов МУИВ



Рисунок 11 – Распределение ответов на вопрос об осознанности выбора профессии студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана

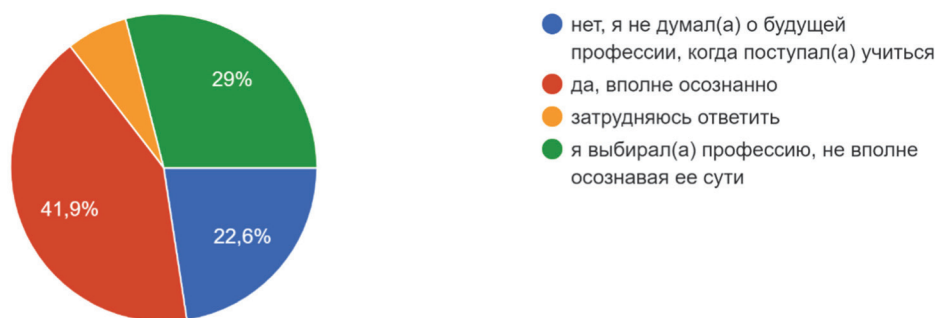


Рисунок 12 – Распределение ответов на вопрос об осознанности выбора профессии студентов Московского университета им. С.Ю. Витте

Все знать невозможно, это понимает и каждый выпускник вуза, и каждый работодатель. Авторам исследования показался интересным вопрос, связанный с оценкой причины недостатка каких-либо знаний и навыков у студентов. Примерно треть опрошенных ответила, что недостаточно приложили усилий для этого: 29,4 % студентов МГТУ им Н.Э. Баумана и 35,5 % студентов МУИВ. Винят вуз в отсутствии знаний и необходимых навыков 35,3 % бауманцев и 48,4 % студентов Московского университета им. С.Ю. Витте (рисунки 13, 14). Некоторые студенты МГТУ отмечают слабость преподавательского состава и методов преподавания.



Рисунок 13 – Причины недостатка знаний и необходимых навыков, выделенные студентами МГТУ им. Н.Э. Баумана

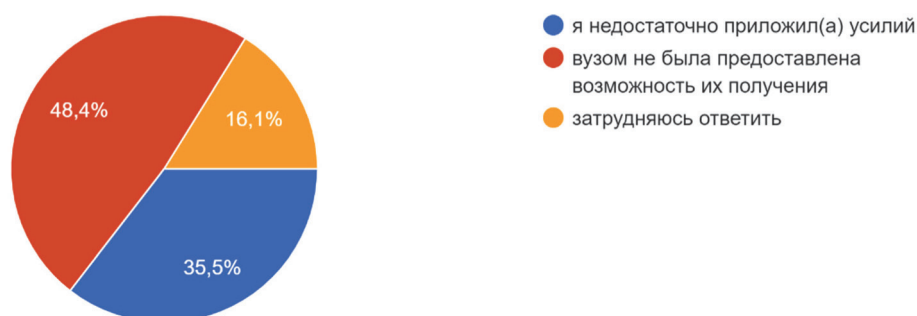


Рисунок 14 – Причины недостатка знаний и необходимых навыков, выделенные студентами Московского университета им. С.Ю. Витте

Отметим, что анкетирование проводилось в период пандемии, когда занятия проводились в режиме онлайн, что, несомненно, повлияло на ответы. В Московском университете им. С.Ю. Витте электронные образовательные технологии начали внедряться задолго до ситуации пандемии, но они не по-

казали свою действенность, судя по результатам опроса. В целом исследование показало, что у студентов обоих вузов – и государственного и негосударственного – есть требования к качеству образования, что опровергает расхожее мнение о том, что студентам частных вузов нужен только диплом о высшем образовании и неважно какого он качества.

Одним из показателей удовлетворённости качеством образования является желание рекомендовать производителя услуг своим друзьям и знакомым. Как показал опрос, 58,8 % студентов МГТУ им. Н.Э. Баумана будут рекомендовать вуз, еще 6 % отметили, что вуз будут рекомендовать, но не те направления, на которых учатся (рисунок 15). Всего 11,8 % респондентов настроены критично, демонстрируя полную неудовлетворенность качеством образования в вузе.

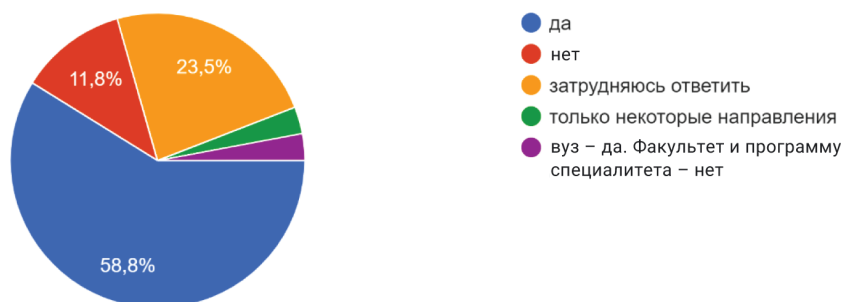


Рисунок 15 – Готовность рекомендовать вуз родственникам или знакомым студентами МГТУ им. Н.Э. Баумана

Среди студентов МУИВ отмечается большая неудовлетворенность качеством услуг – 41,9 %, рекомендовать вуз не будут, однако примерно столько же студентов – 38,7 % будут рекомендовать вуз своим знакомым (рисунок 16).

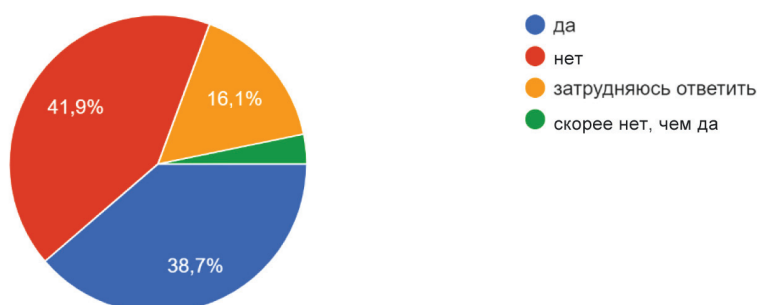


Рисунок 16 – Готовность рекомендовать вуз родственникам или знакомым студентами МУИВ

Заключение

Проведенное исследование является пилотным. Одна из задач – составить анкету, которая даст более полное представление о воспринимаемом качестве образовательных услуг. Результаты исследования показали, что необходимо оценивать выявленные показатели качества образования по шкале Лайкерта в двух плоскостях: «ожидание» и «реальность», также необходимо внести в анкету такой показатель, как «вес фактора».

Также необходимо измерить показатели воспринимаемого качества образовательных услуг таких аудиторий, как работодатели, абитуриенты и их родители. Попытка сравнения воспринимаемого качества образования школьников и студентов с помощью указанной в таблице выше анкеты уже была предпринята, результаты опубликованы [10].

В части достижения цели, связанной с уточнением критериев воспринимаемого качества образовательных услуг студентами государственного и негосударственного вуза, мы пришли к выводу: что критерии можно разделить на две группы:

1) объективные критерии, которые можно в той или иной мере измерить. Студенты государственного и негосударственного вузов выбрали схожие критерии: качество профессиональной подготовки преподавательского состава; организация практик; применение современных методов обучения, изучение актуальных для современных реалий техники и технологий;

2) субъективные критерии, связанные с психологическими особенностями студентов: ожидания высоких результатов обучения, которые позволят в будущем быть успешным; осознанность; критичность и самокритичность.

Необходимо отметить, что цифровые технологии студенты не воспринимают как инструмент повышения качества образования.

Результаты проведенного исследования можно также использовать в деятельности вуза при выборе методов и форм обучения, отдавая предпочтение интерактивным занятиям, уделять больше внимания организации практик студентов, пересмотреть критерии оценки деятельности преподавателей.

Исследование воспринимаемого качества образовательных услуг необходимо осуществлять периодически с учетом изменившихся условий обучения с целью повышения качества образовательной услуги, удовлетворенности и, как следствие, лояльности потребителей к бренду образовательной организации.

Список литературы

1. *Марикян, М.С.* К вопросу о критериях качества высшего образования / М.С. Марикян, Э.П. Разумовская, Е.А. Костромина // Социально-гуманитарное знание в эпоху электронно-сетевых взаимодействий: материалы научно-практической конференции (Москва, 13 декабря 2019 года). – Москва: изд. ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2020. – С. 102–107.
2. *Parasuraman A., Zeithaml V.A., & Berry L.L.* SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*. – 1988. – 64(1). – Pp. 12–40.
3. *Cronin J.J., & Taylor S.A.* Measuring service quality: A reexamination and extension. *Journal of Marketing*. – 1992. – № 56(3). – P. 55–68. URL: <https://doi.org/10.2307/1252296>
4. *Oliver R.L.* Satisfaction: A Behavioral Perspective on the Consumer. – New York: The Mc Graw-Hill Companies, Inc., 1997.
5. *Косолапов, Ю.В.* Рейтинг как маркетинговый инструмент повышения конкурентоспособности вуза / Ю.В. Косолапов, Е.А. Костромина // Наука и образование: будущее и цели устойчивого развития: материалы XVI международной научной конференции, в 4 частях (Москва, 27 ноября 2020 года). – Москва: изд. ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2020. – С. 139–145.
6. *Стукалова, И.Б.* Конкурентоспособность российских университетов и академические рейтинги // Современное образование. – 2019. – № 2. – С. 1–7. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=29724 (дата обращения: 28.10.2021).
7. *Allam, Z.* Students' perception of quality in higher education: An empirical investigation // *Management Science Letters*. – 2018. – Issue 8(5). – Pp. 437–444. DOI: 10.5267/j.msl.2018.4.002
8. *Луков, С.В.* Вуз, организация учебного процесса в нем: удовлетворенность и ожидания студентов // Знание. Понимание. Умение. – 2019. – № 3. – С. 118–147. URL: <https://journals.mosgu.ru/zpu/article/view/1023> (дата обращения: 28.10.2021).
9. *Образцов В.И., Половнев А.В.* Удовлетворенность студентов качеством обучения в вузе: социологический анализ на примере МГЛУ // Вестник МГЛУ. Общественные науки. – 2017. – Вып. 2. – № 786. – С. 221–241. URL: http://www.vestnik-mslu.ru/Vest/2_786.pdf (дата обращения: 28.10.2021).
10. *Костромин, Н.С.* Критерии качества высшего образования глазами школьников и студентов / Н.С. Костромин, Е.А. Костромина, А.Н. Сивова // Инновационные технологии в менеджменте: управленческий и социальный аспекты: материалы международной научно-практической конференции (Москва, 30 июня 2020 года). – Москва: изд. ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте», 2021. – С. 154–159.

References

1. *Marikyan, M.S.* K voprosu o kriteriyah kachestva vysshego obrazo-vaniya / M.S. Marikyan, E.P. Razumovskaya, E.A. Kostromina // Social'no-gumanitarnoe znanie v epohu elektronno-setevykh vzaimodeystvij: materia-ly nauchno-prakticheskoy konferencii (Moskva, 13 dekabrya 2019 goda). – Moskva: izd. CHOUVO «MU im. S.YU. Vitte», 2020. – S. 102–107.
2. *Parasuraman A., Zeithaml V.A., & Berry L.L.* SERVQUAL: A multi-ple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*. – 1988. – 64(1). – Rr. 12–40.
3. *Cronin J.J., & Taylor S.A.* Measuring service quality: A reexamina-tion and extension. *Journal of Marketing*. – 1992. – № 56(3). – R. 55–68. URL: <https://doi.org/10.2307/1252296>
4. *Oliver R.L.* Satisfaction: A Behavioral Perspective on the Consumer. – New York: The Mc Graw-Hill Companies, Inc., 1997.
5. *Kosolapov, Yu.V.* Rejting kak marketingovyj instrument povy-sheniya konkurentosposobnosti vuza / Yu.V. Kosolapov, E.A. Kostromina // Nauka i obrazovanie: budushchee i celi ustojchivogo razvitiya: materialy XVI mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, v 4 chastyah (Moskva, 27 noyabrya 2020 goda). – Moskva: izd. CHOUVO «MU im. S.YU. Vitte», 2020. – S. 139–145.
6. *Stukalova, I.B.* Konkurentosposobnost' rossijskih universite-tov i akademicheskie rejtingi // Sovremennoe obrazovanie. – 2019. – № 2. – S. 1–7. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=29724 (data obrashcheniya: 28.10.2021).
7. *Allam, Z.* Students' perception of quality in higher education: An em-pirical investigation // *Management Science Letters*. – 2018. – Issue 8(5). – Pp. 437–444. DOI: 10.5267/j.msl.2018.4.002
8. *Lukov, S.V.* Vuz, organizaciya uchebnogo processa v nem: udovletvorennost' i ozhidaniya studentov // *Znanie. Ponimanie. Umenie*. – 2019. – № 3. – S. 118–147. URL: <https://journals.mosgu.ru/zpu/article/view/1023> (data obrashcheniya: 28.10.2021).
9. *Obrazcov V.I., Polovnev A.V.* Udovletvorennost' studentov kachestvom obucheniya v vuze: sociologicheskij analiz na primere MGLU // *Vestnik MGLU. Obshchestvennye nauki*. – 2017. – Vyp. 2. – № 786. – S. 221–241. URL: http://www.vestnik-mslu.ru/Vest/2_786.pdf (data obrashcheniya: 28.10.2021).
10. *Kostromin, N.S.* Kriterii kachestva vysshego obrazovaniya glazami shkol'nikov i studentov / N.S. Kostromin, E.A. Kostromina, A.N. Sivova // *Innovacionnye tekhnologii v menedzhmente: upravlencheskij i social'nyj aspekty: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii* (Moskva, 30 iyunya 2020 goda). – Moskva: izd. CHOUVO «MU im. S.Yu. Vitte», 2021. – S. 154–159.

УДК 37.041

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К САМОВОСПИТАНИЮ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Подъячева Мария Андреевна¹,

e-mail: mariya_pod96@mail.ru,

¹Уральский юридический институт МВД России, Екатеринбург, Россия

Рассмотрение самовоспитания как метода воспитания в вузе представляется наиболее актуальным в век бурного развития информационных технологий и дистанционного обучения. Целью исследования является разработка концептуального подхода к самовоспитанию обучающихся в современной образовательной среде. В статье раскрыт необходимый психологический базис, на котором основано самовоспитание как психологическое качество будущего специалиста. Выделены принципы и задачи технологии самовоспитания на примере методики «Сделай себя сам», разработанной академиком Международной академии наук педагогического образования Г.К. Селевко, которые могут быть реализованы для обучающихся в условиях электронной образовательной среды (ЭОС). Обозначена необходимость их реализации с применением алгоритмических и математических моделей управления параметрами ЭОС, оценки соответствия компетенций обучаемого заданному уровню и другими формализованными методами, направленными на повышение творческого потенциала обучающихся в условиях ЭОС. Выделены критерии успешности развития самовоспитания как психологического качества личности обучающихся. Полученные результаты исследования могут найти применение в решении задачи по достижению синергетического эффекта в электронном обучении.

Ключевые слова: самовоспитание, приемы воспитания, образовательные технологии, методы воспитания, электронная образовательная среда

CONCEPTUAL APPROACH TO STUDENTS' SELF-UPBRINGING

Podyacheva M.A.¹,

e-mail: mariya_pod96@mail.ru,

¹Ural Law Institute of Russian Internal Affairs Ministry, Yekaterinburg, Russia

Self-upbringing as a university education method seems to be the most relevant in the age of rapid IT and distant learning development. The study aims at working out a conceptual approach to students' self-upbringing under modern educational realities. The article reveals the necessary psychological basis on which self-upbringing as professional's psychological quality is based. The article highlights principles and tasks of self-upbringing technology on DIY example (by G.K. Selevko). It can be used by distant learning students. The article points out the need for this implementation with help of algorithmic and mathematical models of distant learning parameters and assessing the student's competencies at a given level and other formalized methods of increasing the creative students' potential as well. The article highlights the criteria of successful development of self-upbringing as a psychological quality. The obtained research results can be applied in solving the issue of achieving a synergistic effect in distant learning.

Keywords: self-upbringing, ways of upbringing, educational technologies, methods of upbringing, electronic educational environment

DOI 10.21777/2500-2112-2021-3-25-31

Прежде чем говорить о методах воспитания в вузе, необходимо рассмотреть основные подходы к проблеме методов воспитания в общей педагогике, так как эта проблема является одной из наиболее сложных и дискуссионных. До настоящего времени отсутствует единая трактовка понятия «методы воспитания». Чаще всего методы определяются как способы совместной взаимосвязанной деятельности педагога и обучающегося, в ходе которой осуществляется целенаправленное формирование личности. Такая дефиниция является слишком общей и не делает ясным данное понятие.

В многоплановом, комплексном и изменяющемся воспитательном процессе педагогу постоянно приходится решать большое количество типовых и оригинальных педагогических задач. Чтобы принимать педагогически целесообразные и научно-обоснованные решения, он должен профессионально владеть методами воспитания. Именно методы являются таким механизмом, который обеспечивает взаимодействие воспитателя и воспитанников. Обучающийся проявляется в этом взаимодействии как целостная личность, в единстве сознания, воли, ценных установок, потребностей, интересов, чувств и привычек. Каждый метод воспитания выступает как инструмент, с помощью которого педагог воздействует на интеллектуальную, эмоциональную, деятельность-практическую сферы личности. Неслучайно, в одном из определений методы воспитания рассматриваются как способы воздействия на сознание, чувства, волю, поведение и систему отношений воспитанника в целях решения воспитательных задач. Однако здесь упускается из виду, что без собственной активности ученика в его работе над собой невозможно эффективно решать задачи воспитания. С помощью методов воспитания педагог организует разнообразную деятельность учащихся, руководит ею, побуждает обучающихся к самовоспитанию, стимулирует развитие их личности. Но воспитанники не остаются безучастными и посторонними в процессе воспитания. Они определённым образом реагируют на воспитательные воздействия и выступают не только в роли объекта, но и субъекта воспитательного процесса, являются его активными участниками. Если методы воспитания выбраны удачно и применяются умело, учащиеся своими ответными действиями содействуют решению воспитательных задач. У них развивается сознание, обогащаются чувства, вырабатываются нужные привычки поведения. Исходя из этого, наиболее полным представляется определение методов воспитания данное Б.Т. Лихачевым: «Методы воспитания представляют собой научно обоснованные способы педагогически целесообразного взаимодействия с детьми, организации и самоорганизации их жизни, воздействия на их сознание и поведение, стимулирования их деятельности и самовоспитания»¹.

В теории и практике воспитания нередко употребляется понятие «приём воспитания». Это составная часть метода, единичное, одноактное действие, которое обеспечивает практическую реализацию метода в конкретных условиях. Каждый метод осуществляется при помощи ряда приёмов, которые могут по-разному варьироваться с учётом реальной обстановки, уровня нравственной воспитанности обучающихся. Например, метод поощрения может быть реализован с помощью таких приёмов, как одобрение, похвала, благодарность, премирование. Приёмы воспитания носят подчиненный характер по отношению к методу и должны быть направлены на активизацию потребности в самовоспитании.

Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что процесс воспитания будет считаться эффективным в том случае, если у обучающихся появляется потребность в самовоспитании – в сознательной планомерной работе над собой, над своей личностью и своим сознанием. В.А. Сухомлинский подчёркивал, что главной целью воспитания должно быть воспитание, побуждающее к самовоспитанию, которое представляет собой не что-то вспомогательное в воспитании, а крепкий его фундамент [1, с. 97].

В научной педагогической литературе имеют место различные подходы к понятию «самовоспитание». В педагогическом словаре это понятие трактуется следующим образом: «Самовоспитание – сознательная деятельность, направленная на возможно более полную реализацию себя как личности, выработка человеком у себя таких личностных качеств, которые представляются желательными»². В.Г. Маралов под самовоспитанием понимает сознательную и целенаправленную деятельность по обнаружению и совершенствованию личностных качеств, умений, способов поведения и взаимодействия

¹ Лихачев Б.Т. Педагогика: курс лекций / учебное пособие для студентов педагогических учебных заведений и слушателей ИПК и ФПК. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт-М, 2010. – 647с.

² Педагогический словарь / [авт.-сост.: В.И. Загвязинский и др.]; под редакцией В.И. Загвязинского, А.Ф. Закировой. – Москва: Академия, 2008.

с окружающим миром. В.И. Вдовюк определяет самовоспитание студентов как осознанную, целенаправленную, активную деятельность по формированию и развитию у себя положительных и устранению отрицательных качеств, привычек, черт характера в соответствии с общественными и профессиональными требованиями, целью жизни и сложившимися идеалами. Самовоспитание студентов – это сознательная деятельность, направленная на совершенствование своей личности в соответствии с требованиями профессии [2, с. 43].

Самовоспитание как личностная характеристика возникает тогда, когда человек подготовлен и задумывается над своим будущим, проявляет самостоятельность в своей повседневной жизни. Самовоспитание происходит под влиянием всей совокупности воспитательных факторов, включающих и воспитательную работу в образовательном учреждении и моральную социализацию в семье, и представляет тот необходимый этап в совершенствовании личности, когда идёт активная работа над собой. В этот важный период личность осознаёт свои недостатки и соотносит их со своими достоинствами, появляется желание исправить недочёты и недостатки в своём поведении, характере.

Работа по самовоспитанию начинается с самоизучения, осознания своих успехов и неудач, с недовольства собой, которое возникает в процессе сравнения своих результатов деятельности с достижениями других людей, оценки своих поступков, анализа своих психических состояний, переживаний. На основе полученных данных о своей личности начинает формироваться уже волевой компонент, определяющий самовоспитание, как умение ставить перед собой определённую цель и стремление её достигать. С появлением цели, формируется и внутреннее желание её достичь. При этом грамотное достижение цели предполагает и наличие контроля, что формирует самоконтроль. То есть личность отдаёт себе отчёт в том, что сделано, а что ещё не сделано или сделано плохо, контролирует себя и оценивает результаты выполнения поставленной задачи. При этом не стоит забывать и о мотивах. К самовоспитанию могут побуждать как внешние воздействия (например, идеологические и моральные требования общества, требования коллектива и отдельной личности), так и внутренние (материальные и духовные потребности, личные интересы человека).

Как и любая деятельность, самовоспитание формируется потребностно-мотивационной сферой, целями, способами достижения и достигнутыми результатами. Цели самовоспитания могут быть различными: начиная с самоутверждения и заканчивая самосовершенствованием. Учитывая этот факт, можно говорить о том, что цели всегда будут различаться применительно к разным аспектам самовоспитания. Например, могут быть поставлены следующие цели: развить в себе определенные личностные качества; улучшить психические процессы (мышление, воображение, память); усовершенствовать способности; сформировать умение коммуницировать; выработать конкретные навыки, необходимые для осуществления той или иной деятельности и многие другие. При этом могут быть поставлены условно «мелкие» цели как производные от более глобальных, например, таких как стремление властвовать, подчиняться или сотрудничать с другими, а также под влиянием современных трендов: «Сейчас все занимаются самовоспитанием. Сейчас это модно».

Важным моментом при постановке целей самовоспитания выступает соблюдение определённого условия: постановка целей не должна сопровождаться отрицанием себя, борьбы с собой. Самовоспитание как личностная характеристика присуща индивидам с адекватной самооценкой, способных грамотно и результативно оценить себя. Наличие элемента борьбы с собой будет подрывать основу всего самовоспитания. Во-первых, личность не сможет адекватно себя оценить, из-за этого не сможет грамотно поставить задачи для реализации. Кроме того, при получении результата или неполучении такового не сможет подвести итоги и прийти к положительному подкреплению опыта. Как следствие, в будущем личность не будет прибегать к данному методу, так как будет сомневаться в его эффективности. Решение задач самовоспитания зависит от полного и безусловного самопринятия личности, со всеми достоинствами и недостатками. В противном случае самовоспитание приобретает характер борьбы с собой, появляются элементы самоуничтожения и самобичевания. Цель самовоспитания не должна формулироваться в негативной форме. У индивида должно развиваться желание улучшить себя, а не отрицать и унижать себя.

Ниже рассматриваются основные принципы и задачи концепции технологии самовоспитания «Сделай себя сам», разработанной академиком Международной академии наук педагогического обра-

зования, доктором педагогических наук, профессором Г.К. Селевко. Он также является автором учебного и справочного пособия «Энциклопедия образовательных технологий» [3], которое содержит описание около 500 образовательных технологий и создает представление о мировом образовательном пространстве. Выделенные принципы и задачи технологии самовоспитания «Сделай себя сам» могут быть успешно использованы для обучающихся в условиях электронной образовательной среды (ЭОС). В этом случае необходимо их использовать в сочетании с алгоритмическими и математическими моделями управления параметрами ЭОС [4], оценки соответствия компетенций обучаемого заданному уровню [5] и другими формализованными методами, направленными на повышение творческого потенциала обучающихся в условиях ЭОС.

Главным целевым ориентиром в воспитательной деятельности является формирование человека, обладающего следующими характеристиками [3]:

- одухотворенность, идейная направленность, устойчивость целей и задач самосовершенствования, превращение их в доминанту жизнедеятельности;
- владение совокупностью умений самосовершенствования;
- высокий уровень самостоятельности личности, готовность к включению в любую деятельность;
- творческий характер деятельности человека;
- осознанное поведение, направленное на улучшение себя; эффективность работы по самоформированию.

Чтобы обеспечить формирование такого человека в практической деятельности необходимо решить четыре группы задач.

Первая группа – задачи в области обучения: сформировать устойчивую мотивацию к учению как жизненно важному процессу; обеспечить формирование общеучебных умений и навыков; способствовать формированию творческих качеств личности, развивать креативность мышления, творчество в разнообразных его проявлениях.

Вторая группа – задачи в области воспитания: обеспечить каждому условия для максимальной самореализации; создать воспитательно-образовательную среду, формирующую у обучающихся потребность в самосовершенствовании.

Третья группа – задачи в области психического: развивать индивидуальные способности воспитанников, положительную Я-концепцию; способствовать формированию умений управления собой, саморегуляции.

Четвертая группа – задачи в области социализации: сформировать нравственное отношение личности к себе (адекватная самооценка, самоуважение, достоинство, честь, совесть) и к миру (гуманистическое, демократическое, диалектическое, экологическое мышление); подготовить воспитуемых к социальной автономизации; обучать их умениям самоутверждения и самореализации; готовить к профессиональному и жизненному самоопределению.

Главной составляющей содержания воспитания в данной концепции являются знания, умения и навыки, позволяющие обучающемуся целенаправленно и результативно вести работу по самопознанию, самостроительству, самоутверждению и самореализации своей личности. Они приобретаются в учебной и внеучебной деятельности, в процессе которой создаются социальные ситуации-пробы, представляющие собой упражнения по самооценке своих возможностей и выбору адекватных способов поведения [6].

Технология самовоспитания «Сделай себя сам» состоит из 3-х подсистем.

Первая подсистема – «Теория» – представляет собой целенаправленное и системное обучение основам самосовершенствования личности.

Вторая подсистема – «Практика» – направлена на формирование опыта деятельности обучающихся по самовоспитанию.

Третья подсистема – «Методика» – это совокупность техник, педагогических методов и приёмов, способствующих успешному протеканию процессов саморазвития в предметном обучении.

В данной технологии выделены следующие этапы самовоспитания, включая осознание необходимости усовершенствовать свои личностные качества:

- появление желания изменить себя;
- самоанализ, самооценка;

- определение цели и задач самовоспитания;
- включение механизма воли;
- применение методов, приёмов, средств самовоспитания.

Возможность измерения эффективности процессов самовоспитания и саморазвития обусловлена наличием канала обратной связи. С целью изучения результативности этих процессов предусмотрен постоянно действующий (мониторинговый) режим диагностики и самодиагностики обучающихся.

Особого внимания заслуживают способы и средства самовоспитания. В современной науке и практике их немало. Рассмотрим наиболее употребительные из них.

Одним из таких способов является самообязательство или личные обязательства, представляющие перечень добровольных заданий самому себе на определенный период времени.

Другой способ самостимулирование – это процесс, в результате которого личность самостоятельно определяет мотивы для занятий самовоспитанием, взвешивает все положительные и отрицательные стороны достигнутых результатов, преимущества, которые она получила в ходе самовоспитания. Эффективным средством самостимулирования является самоубеждение, когда, используя логические доводы, человек убеждает себя в необходимости самоизменений, вырабатывает в себе необходимую установку. В ряде случаев самоубеждения оказывается недостаточно, здесь на помощь приходит самоприказ как средство преодоления барьеров в виде собственной инертности, лени.

Самостимулирование органически перерастает в следующий способ самовоспитания – самопрограммирование. Чтобы достичь результата в самовоспитании, необходима программа действий, например: что я сделаю, чтобы перестать конфликтовать с другими? Что необходимо предпринять, чтобы развить своё воображение? На основе создания собственной программы осуществляется планирование: что необходимо сделать, в какой последовательности и в течение какого времени, чтобы добиться результатов.

Ещё одна группа способов самовоспитания связана с осуществлением программы. К этой группе относится самоинструктирование по поводу конкретной предстоящей деятельности. Например, человек поставил перед собой цель – достичь уверенности в выступлении на публике. Перед докладом он может проинструктировать себя как держаться. Такая установка уже сама по себе дает уверенность и силу, а если выступление на самом деле хорошо прошло, то она закрепляется и позитивно переживается личностью. В эту группу входят также следующие способы: самонаблюдение за процессом саморазвития и осуществлением задуманного; самоанализ – размышление над отдельными качествами своей личности, в целом над собой, приучающее человека думать над своими действиями и поступками, устанавливать причинно-следственные связи; самоконтроль – систематическая фиксация своего состояния и поведения с целью предотвращения нежелательных последствий, регулярная запись своего поведения для выявления новых качеств характера и борьбы с недостатками, которые в своей совокупности позволяют вносить необходимые коррективы как в ход самой деятельности, так и в программу саморазвития в дальнейшем.

Наконец, большое значение имеет анализ достигнутого за день, за неделю, за год, за более продолжительный промежуток времени. Эффективными средствами констатации достигнутого и определения дальнейших перспектив реализации собственной программы являются самоотчёт – ретроспективный взгляд на пройденный за определённое время путь, что повышает ответственность человека за свои действия и поступки; самооценка того, что было сделано, тех качеств и особенностей поведения, которые были приобретены, – это помогает взвесить и оценить свои возможности, посмотреть на себя со стороны, дать объективную оценку развитию как отдельных качеств личности, так и личности в целом. Здесь задействованы рефлексивные механизмы, связанные с дальнейшим самопрогнозированием развития личности. На основе проведенного самоконтроля осуществляется коррекция целей и способов достижения результатов.

Подводя итог вышеизложенного, стоит отметить, что самовоспитание является важным приёмом воспитания, на который стоит опираться преподавателю вуза в своей деятельности. Однако не стоит забывать о том, что «золотым» правилом образования, прежде всего, выступает принцип того, что мы не можем обучать тому, чего не делаем сами. А потому представляется важным первоначально педагогу самому овладеть навыками самовоспитания, довести их до определённого уровня мастерства, а потом, на собственном примере и с определённой долей пассионарности демонстрировать обучающимся важ-

ность данной черты, как одного из важнейших качеств будущего специалиста. Ещё неокрепшие умы будущих профессионалов как губки впитывают информацию, подаваемую на базе учебного заведения, а потому следует отбирать только лучшее, в том числе и по отношению к своим качествам, так как ученики, так или иначе, будут перенимать определённые черты преподавателей [7].

Безусловно, процесс самовоспитания – это сложная и рефлексивная работа с собственным сознанием. Однако, как следует из вышеизложенного, самовоспитание не является некоей утопией или недостижимым идеалом. Это вполне реально существующее качество, которое могут приобрести обучающиеся в ходе профессиональной подготовки.

В условиях развивающегося дистанционного образования всё чаще возникает проблема самоорганизации учеников [7]. Возможности информационной эпохи предвосхитили и опередили когнитивно-волевое развитие человека. Обучающиеся, как, впрочем, и многие педагоги, оказались психологически не готовы к самоорганизации и самовоспитанию, а потому имеются определённые «провалы» в современной системе образования. В настоящий момент наше общество ещё не готово в полной мере перейти на подобный формат обучения [8]. Это ставит вопрос о необходимости активного и безотлагательного внедрения методов самовоспитания в действующий педагогический процесс.

Заключение

В рамках работы раскрыт необходимый психологический базис, на котором основано самовоспитание как психологическое качество будущего специалиста. Обоснован вывод, что развитие самовоспитания возможно не у каждой личности, и обозначена роль педагога в максимально полном раскрытии потенциала обучающихся и стимулировании их в самообразовании, саморегулировании и рефлексии для успешной реализации профессиональной деятельности. Выделены основные принципы и задачи технологии самовоспитания, которые могут быть реализованы в электронной образовательной среде в сочетании с алгоритмическими и математическими моделями. Сформулированы критерии успешности развития самовоспитания как психологического качества в личности обучающихся.

Список литературы

1. Сухомлинский, В.А. О воспитании / Сухомлинский В.А. – 6-е изд. – Москва: Политиздат, 1988. – 269 с.
2. Вдовюк В.И., Фильков С.М. Основы педагогики высшей школы в структурно-логических схемах: учебное пособие. – Москва: МГИМО(У) МИД России, 2004. – 67 с.
3. Селевко, Г.К. Энциклопедия образовательных технологий. В 2-х т. – Москва: Народное образование, 2005.
4. Руденко Ю.С., Парфенова М.Я. Способ автоматизированного формирования решений по выбору параметров электронной образовательной среды // Патент на изобретение № 2669508. 2017. RU. Опубликовано 11.10.2018 Бюл. № 29.
5. Руденко Ю.С., Парфенова М.Я., Маликов С.Н. Способ оценки соответствия компетенций обучаемого заданному уровню // Патент на изобретение № 2657228. 2017. RU. Опубликовано 08.06.2018. Бюл. № 16.
6. Зеер Э.Ф., Хасанова И.И. Социально-профессиональное воспитание в вузе: практико-ориентир. монография. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-та, 2003. – 158 с.
7. Рыбакова, Н.А. Проблемы самоактуализации субъектов образовательного процесса вуза в условиях онлайн-обучения // Образовательные ресурсы и технологии. – 2020. – № 4. – С. 54–61.
8. Рыбакова, Н.А. Информационно-коммуникативная компетентность преподавателя: проблемы развития и реализации в условиях цифрового образования // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2021. – № 3. – С. 77–81.

References

1. *Suhomlinskij, V.A.* O vospitanii / Suhomlinskij V.A. – 6-e izd. – Moskva: Politizdat, 1988. – 269 s.
2. *Vdovyuk V.I., Fil'kov S.M.* Osnovy pedagogiki vysshej shkoly v strukturno-logicheskikh skhemah: uchebnoe posobie. – Moskva: MGIMO(U) MID Rossii, 2004. – 67 s.

3. *Selevko, G.K.* Enciklopediya obrazovatel'nyh tekhnologij. V 2-h t. – Moskva: Narodnoe obrazovanie, 2005.
4. *Rudenko Yu.S., Parfenova M.Ya.* Sposob avtomatizirovannogo formirovaniya reshenij po vyboru parametrov elektronnoj obrazovatel'noj sredy // Patent na izobretenie № 2669508. 2017. RU. Opublikovano 11.10.2018. Byul. № 29.
5. *Rudenko Yu.S., Parfenova M.Ya., Malikov S.N.* Sposob ocenki sootvetstviya kompetencij obuchaemogo zadannomu urovnyu // Patent na izobretenie № 2657228. 2017. RU. Opublikovano 08.06.2018. Byul. № 16.
6. *Zeer E.F., Hasanova I.I.* Social'no-professional'noe vospitanie v vuze: Praktiko-orientir. monogr. – Ekaterinburg: Izd-vo Ros. gos. prof.- ped. un-ta, 2003. – 158 s.
7. *Rybakova, N.A.* Problemy samoaktualizacii sub»ektov obrazovatel'nogo processa vuza v usloviyah onlajn-obucheniya // Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii. – 2020. – № 4. – S. 54–61.
8. *Rybakova, N.A.* Informacionno-kommunikativnaya kompetentnost' prepodavatelya: problemy razvitiya i realizacii v usloviyah cifrovogo obrazovaniya // Alma mater (Vestnik vysshej shkoly). – 2021. – № 3. – S. 77–81.

УДК 378.147

RAFT-ТЕХНОЛОГИЯ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

Лебедева Ксения Сергеевна¹,

канд. пед. наук,

e-mail: skk86@mail.ru,

¹Алтайский государственный педагогический университет, г. Барнаул, Россия

Одним из требований, предъявляемым к выпускникам вузов со стороны государства и общества, является формирование образовательной самостоятельности, которая проявляется через личностную заинтересованность студентов в образовании, владении способами организации образовательной деятельности, стремлении к самообразованию. Вместе с тем, традиционные способы и средства обучения в контексте современных реалий высшего образования недостаточны для выполнения данного требования. В качестве инновационного средства формирования образовательной самостоятельности автором предлагается использование RAFT-технологии, при которой основной акцент делается на увеличение доли самостоятельности студентов, образование их личностных смыслов. Применение этой технологии анализируется на примере занятий по педагогике, проводимых в Алтайском государственном педагогическом университете (г. Барнаул). В результате автор приходит к выводу о повышении мотивации обучающихся, вовлечении их в собственную образовательную деятельность, развитии когнитивных процессов, необходимых для дальнейшего самосовершенствования и самоорганизации через создание текстов в рамках использования данной технологии.

Ключевые слова: RAFT-технология, образовательная самостоятельность, образовательное действие, критическое мышление, дистанционное обучение

RAFT-TECHNOLOGY AS A MEANS OF FORMING STUDENTS' LEARNING INDEPENDENCE

Lebedeva K.S.¹,

PhD in Pedagogy,

e-mail: skk86@mail.ru,

¹Altai State Pedagogical University, Barnaul, Russia

Learning independence is one of social requirements for university graduates. Its essence is students' personal learning interest, mastering educational activities and striving for self-education. At the same time traditional teaching methods and means in the context of modern higher education realities are insufficient to meet this requirement. The author proposes RAFT technology as an innovative means of forming learning independence. Its main emphasis is increasing the proportion of students' independence and their personal meanings formation. This technology is analyzed on the example of Pedagogy classes held at Altai State Pedagogical University (Barnaul). The author comes to conclusion about increasing students' motivation, their involvement in educational activities and development of cognitive processes necessary for further self-improvement and self-organization by means of creation of texts supposed in this technology.

Keywords: RAFT-technology, educational independence, educational action, critical thinking, distance learning

DOI 10.21777/2500-2112-2021-3-32-36

Введение

С каждым годом в современном обществе наблюдается рост требований к выпускникам на всех ступенях обучения. При этом особое внимание уделяется сформированности «универсальных учебных действий», подразумевающих умения учиться самостоятельно на протяжении всей жизни.

Прежде всего, данное умение связывается с умением регулировать собственное познание и рассматривается как важный фактор успешности обучения [5].

Вместе с тем, недавняя ситуация, связанная с вынужденным переходом на дистанционное образование большого количества обучающихся, вскрыла проблему несформированности данных способностей и умений, которая проявилась в неготовности значительного числа школьников и студентов осуществлять самостоятельное целеполагание, поиск оптимальных путей решения поставленных образовательных задач, выбор необходимых источников информации с последующим анализом.

Особую значимость данная проблема приобрела в условиях организации образовательного процесса в высших учебных заведениях. Это связано с тем, что большинство рабочих программ дисциплин в вузах рассчитано на приоритетность самостоятельной работы обучающихся, где, априори, считается, что студент уже умеет пользоваться оптимальными способами самоорганизации. Однако на практике выяснилось, что большинство из них ориентировано на учебные действия, в основе которых репродуктивный способ подачи информации и чёткое структурирование последующих действий преподавателем. Именно такие данные были получены нами в результате опроса, проведённого на базе Алтайского государственного педагогического университета среди студентов 3–4 курсов в 2020 году до введения дистанционного обучения. В дальнейшем после временного перехода на дистанционный формат обучения нами был проведён дополнительный опрос, где студентам предлагалось выделить основные трудности, возникшие в этот период. Исследование показало, что одной из главных трудностей для обучающихся (45 % из общего числа респондентов) при осуществлении дистанционного обучения стало предоставление педагогами большого объема информации, которую необходимо было самостоятельно изучить, проанализировать и сделать собственные выводы. На втором месте (36 %) было выявлено затруднение обучающихся, связанное с трудностью самостоятельного выполнения практических заданий без объяснений преподавателя. Таким образом, полученные данные подтвердили отсутствие у большинства студентов ориентации на образовательные действия, где главным выступает осмысление собственной образовательной деятельности, наличие умений самостоятельной постановки целей, самоанализа, рефлексии. Все вышеперечисленные составляющие входят в понятие «образовательная самостоятельность», определяемое нами как образовательное действие, приобретаемое и функционирующее в образовательной деятельности, которое проявляется в инициативе, личностной заинтересованности в образовании, владении способами организации образовательной деятельности, стремлении к самообразованию [6].

Вместе с тем, для формирования образовательной самостоятельности становится необходимым использование особых способов, форм и средств построения занятия. В качестве одного из возможных средств, способствующих формированию исследуемого действия, нами предлагается RAFT-технология.

Опыт организации образовательного процесса с использованием RAFT-технологии

RAFT-технология представляет собой особый способ организации образовательной деятельности обучающихся, в основе которой прохождение трёх обязательных стадий: вызов – осмысление – размышление. Данная технология возникла как составляющий компонент образовательной технологии «Развитие критического мышления через чтение и письмо» (РКМЧП), предложенной J.L. Steele и K.C. Meredith [8].

Использование RAFT-технологии подразумевает глубокий анализ предлагаемых понятий, явлений и процессов как в конкретных изучаемых дисциплинах, так и в реалиях жизни. Эта технология широко применима в школьной практике, особенно при проведении таких дисциплин как литература, русский язык, история [1; 3; 4; 7]. Однако обзор источников по данной тематике показал, что в вузовской практике она раскрыта недостаточно и представлена небольшим количеством статей [2]. Остаётся нерассмотренным использование данной технологии в контексте формирования образовательной самостоятельности студентов.

С целью определения влияния данной технологии на становление образовательной самостоятельности обучающихся вузов нами была проведена опытно-экспериментальная работа, в ходе которой

мы систематически использовали RAFT-технологию при проведении лекционных и практических занятий. Базой исследования являлся ФГБОУ ВО «Алтайский государственный педагогический университет» (г. Барнаул), в исследовании принимали участие обучающиеся по направлению «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)».

Остановимся кратко на методике проведения занятия с применением этой технологии. На начальной стадии обучающимся предлагается тема для осмысления. Она может быть как новой, ещё неизученной ранее, так и уже излагаемой на предыдущих занятиях. Далее студентам предлагается подумать и изложить эту тему, пользуясь схемой:

- R – role (роль);
- A – audience (аудитория);
- F – format (форма);
- T – topic (тема).

При этом могут быть два варианта организации этой работы. Первый вариант (классический) предполагает то, что педагог сам выбирает роль, аудиторию и форму представления студентами информации. Такой вариант возможен при знакомстве с новой технологией или на начальных этапах работы. Второй вариант подразумевает, что студенты самостоятельно выбирают свою роль, т.е. от чьего лица они будут выступать. Например, это может быть лектор, журналист, блогер, ребёнок, инопланетянин и т.д. В зависимости от выбранной ими роли обучающиеся выбирают аудиторию, перед которой будут выступать. Так, если они выбрали роль журналиста, то, соответственно, и аудитория будет слушатели или интервьюеры. Отсюда форма выступления выбирается студентами либо интервью, либо репортаж. Тема может быть задана преподавателем или выбрана из числа обсуждаемых тем. Работа с данной технологией может проводиться как индивидуально, так и в группах. Следует отметить, что преимуществом RAFT-технологии является то, что её можно проводить как на лекционном занятии, так и на практическом.

Рассмотрим в качестве примера фрагмент лекционного занятия с использованием данной технологии. В начале лекции студентам предлагается разделить на несколько групп и происходит знакомство с технологией. Затем кратко вводится тема, рассматриваемая в дальнейшем на лекции «Образование». Исходя из того, что аудитория уже немного знакома с этим понятием, новых данных лектором не упоминается. Студенты самостоятельно выбирают форму, роль и аудиторию, перед которой будут излагать свои мысли об инновационном образовании. Через определённое время каждая группа представляет полученные итоги. Завершается работа совместным обсуждением участников групп.

Приведём одну из работ, полученных в результате такого занятия:

- «Р (роль) – писатель;
- А (аудитория) – дети;
- Ф (форма) – сказка;
- Т (тема) – образование.

Жил-был маленький мальчик, и однажды он услышал о стране, под названием «Школа». Он узнал, что главным городом в стране был город с названием «Образование», но чтобы до него добраться, мальчику нужно было пройти три ключевых города – «Обучение», «Воспитание», «Развитие». Ему помогали не только родные, но и хранители этих городов – учителя. Мальчик прилагал много усилий в прохождении трёх городов и с каждым годом приближался к главной цели – стать жителем города «Образование»».

Как видим, использование этой технологии в данном случае позволяет обучающимся: во-первых, переосмыслить те знания, которые у них имеются по теме; во-вторых, в ходе работы приобретаются и отрабатываются навыки сотрудничества; в-третьих, стимулируются такие мыслительные процессы как анализ, синтез, обобщение и рефлексия, что составляют основу образовательной самостоятельности; в-четвёртых, творческая форма работы мотивирует студентов к изучению темы и созданию творческого образовательного продукта.

Таким же образом была выстроена работа и на практических занятиях, при этом следует отметить, что, исходя из цели исследования, мы модифицировали данную технологию. Так, в отличие от классического варианта использования RAFT-технологии в нашем исследовании на всех этапах работы обучающиеся самостоятельно формулировали цели задания, определяли роли, писали тексты и об-

суждали их без дополнительной помощи со стороны педагога. Кроме этого, наблюдался постепенный переход форм работы: от групповой к индивидуальной. Это было вызвано постепенным ростом требований к их образовательной деятельности как со стороны педагога, так и самих обучающихся, и увеличением уровня сформированности образовательной самостоятельности среди студентов. Так, в начале опытно-экспериментальной работы (ОЭР) у большинства обучающихся (56 %) нами был зафиксирован низкий уровень формирования образовательной самостоятельности, что выражалось в отсутствии умений самостоятельно ставить цели образовательной деятельности, анализировать и рефлексировать её, незаинтересованности в получении знаний и безынициативности. По завершении ОЭР увеличилось количество обучающихся со средним (с 42 % до 75 %) и высоким (с 3 % до 10 %) уровнями сформированности образовательной самостоятельности.

Заключение

Полученные результаты позволяют сделать вывод об эффективности применения RAFT-технологии как одного из средств формирования образовательной самостоятельности студентов, что проявляется в повышении уровня заинтересованности обучающихся образовательной деятельностью, её осмысленностью, развитии когнитивных процессов, необходимых для дальнейшего самосовершенствования и самоорганизации.

Данная область исследования является перспективной не только с точки зрения применения и рассмотрения её в условиях очного формата обучения, но и с позиции дальнейшего исследования в контексте дистанционного обучения и внедрения цифровой образовательной среды, которое становится всё более актуальным на данном этапе развития общества.

Практическая значимость проведённого исследования заключается в возможности использования педагогами предлагаемой технологии в образовательном процессе вуза для формирования образовательной самостоятельности студентов.

Список литературы

1. Власова, Т.А. Развитие критического мышления на уроках истории и обществознания в старших классах // Преподавание истории и обществознания в школе. – 2005. – №3. – С. 17–18.
2. Вохминцева, Л.В. Технология развития критического мышления через чтение и письмо в преподавании биохимии в медицинском университете // Вестник науки Сибири. – 2014. – № 1 (11). – С. 199–203.
3. Землянская, Е. Стратегия РАФТ для развития критического мышления на уроках гуманитарного направления // Сетевое издание «Росконкурс» [Электронный ресурс]. – URL: <https://roskonkursy.ru/stati/strategiya-raft-dlya-razvitiya-kriticheskogo-myishleniya-na-urokax-gumanitarnogo-napravleniya.html> (дата обращения: 15.12.2020).
4. Ислямова, Э.И. Использование технологии развития критического мышления для формирования мыслительной деятельности обучающихся на уроках истории // Наука и образование сегодня. – 2017. – С. 76–78.
5. Коротаяева, И.В. Ориентировка в структуре научного знания как основа умения учиться у студентов разных специализаций // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. – 2019. – № 2. – С. 88–104.
6. Лебедева, К.С. Работа с буктрейлером как форма становления образовательной самостоятельности будущих педагогов // Педагогическое образование: традиции, инновации, поиски, перспективы. Материалы X Международной научно-практической конференции / отв. редактор Л.И. Пономарева. – 2020. – С. 285–288.
7. Самсонова, Т.А. Использование РАФТ-метода для выполнения творческих заданий на дополнительных занятиях по литературе в 6–8 классах (на примере работы с произведениями Анники Тор) // Поволжский педагогический вестник. – 2015. – № 1 (6). – С. 96–101.
8. Steele, J.L. The reading and writing for critical thinking project: a framework for school change // rwctic.org: reading and writing for critical thinking international consortium [Электронный ресурс]. 2010. – URL:

<http://www.rwctic.org/ckfinder/userfiles/the-reading-writing-for-critical-thinking-project-jsteele.pdf> (дата обращения: 07.12.2020).

References

1. *Vlasova, T.A.* Razvitie kriticheskogo myshleniya na urokah istorii i obshchestvoznaniya v starshih klassah // Prepodavanie istorii i obshchestvoznaniya v shkole. – 2005. – №3. – S. 17–18.
2. *Vohminceva, L.V.* Tekhnologiya razvitiya kriticheskogo myshleniya cherez chtenie i pis'mo v prepodavanii biohimii v medicinskom universitete // Vestnik nauki Sibiri. – 2014. – № 1 (11). – S. 199–203.
3. *Zemlyanskaya, E.* Strategiya RAFT dlya razvitiya kriticheskogo myshleniya na urokah gumanitarnogo napravleniya // Setevoe izdanie «Roskonkurs» [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://roskonkursy.ru/stati/strategiya-raft-dlya-razvitiya-kriticheskogo-myishleniya-na-urokax-gumanitarnogo-napravleniya.html> (data obrashcheniya: 15.12.2020).
4. *Islyamova, E.I.* Ispol'zovanie tekhnologii razvitiya kriticheskogo myshleniya dlya formirovaniya myslitel'noj deyatel'nosti obuchayushchihsya na urokah istorii // Nauka i obrazovanie segodnya. – 2017. – S. 76–78.
5. *Korotaeva, I.V.* Orientirovka v strukture nauchnogo znaniya kak osnova umeniya uchit'sya u studentov raznyh specializacij // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psihologiya. – 2019. – № 2. – S. 88–104.
6. *Lebedeva, K.S.* Rabota s buktrejlerom kak forma stanovleniya obrazovatel'noj samostoyatel'nosti budushchih pedagogov // Pedagogicheskoe obrazovanie: tradicii, innovacii, poiski, perspektivy. Materialy X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii / otv. redaktor L.I. Ponomareva. – 2020. – S. 285–288.
7. *Samsonova, T.A.* Ispol'zovanie RAFT-metoda dlya vypolneniya tvorcheskikh zadaniy na dopolnitel'nyh zanyatiyah po literature v 6–8 klassah (na primere raboty s proizvedeniyami Anniki Tor) // Povolzhskij pedagogicheskij vestnik. – 2015. – № 1 (6). – S. 96–101.
8. *Steele, J.L.* The reading and writing for critical thinking project: a framework for school change // rwctic.org: reading and writing for critical thinking international consortium [Elektronnyj resurs]. 2010. – URL: <http://www.rwctic.org/ckfinder/userfiles/the-reading-writing-for-critical-thinking-project-jsteele.pdf> (data obrashcheniya: 07.12.2020).

УДК 37.03; 316.42

РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА ОСНОВЕ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ SMART-ОБРАЗОВАНИЯ¹

Соловьева Татьяна Сергеевна¹,

e-mail: solo_86@list.ru,

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Вологодский научный центр РАН, Вологда, Россия

Человеческий потенциал является значимым фактором, влияющим на обеспечение конкурентоспособности экономики. Особенно важным при этом представляется формирование человеческого потенциала молодого поколения как инновационного ресурса развития общества. В связи с этим целью настоящей работы выступает анализ возможностей развития человеческого потенциала молодого поколения в контексте реализации концепции smart-образования. Рассмотрены ключевые аспекты концепции smart-образования, в частности, связанные с развитием smart-компетенций. На основе результатов первого этапа формирующего эксперимента, проведенного ФГБУН ВолНЦ РАН, установлено, что в среднем в контрольной и экспериментальных группах владение smart-компетенциями находится на автономном уровне при желательности достижения стратегического. Предложены основные направления развития отдельных составляющих smart-компетенций, а также обозначен их возможный вклад в формирование человеческого потенциала учащихся. В заключение отмечена необходимость создания благоприятной среды, способствующей развитию способностей и возможностей учащихся, и определены перспективы исследования.

Ключевые слова: человеческий потенциал, молодое поколение, smart-образование, smart-технологии, smart-компетенции

HUMAN POTENTIAL DEVELOPMENT BY MEANS OF THE SMART-EDUCATION CONCEPTION

Solovyova T.S.¹,

e-mail: solo_86@list.ru,

¹Federal State Budgetary Institution of Science «Vologda Research Center of Russian Academy of Sciences», Vologda, Russia

Human potential is a significant factor affecting economy competitiveness. It's especially important to focus on forming youth's human potential as an innovative resource of social development. The purpose of this article is to analyze the opportunities of youth's human potential development in the context of SMART-education concept. We present the key aspects of this approach in particular related to the development of SMART-competencies. The research is based on the findings of the experiment conducted by VRC of RAS in 2020. It shows that on average the SMART-competencies in the experimental and control groups are at an autonomous level with prospects of a strategic one. The author proposes a list of the basic directions that would help to develop individual components of SMART-competencies and indicates their possible contribution to human potential formation. The paper concludes with the need to create a favorable environment that promotes the development of students' abilities and outlines the areas for further studies.

Keywords: human potential, youth, smart-education, smart-technologies, smart-competence

DOI 10.21777/2500-2112-2021-3-37-44

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-010-00811.

Введение

В современном мире конкурентоспособность становится одним из ключевых факторов успешности человека, а также реализации его творческого и трудового потенциала, что напрямую оказывает воздействие на социально-экономическое развитие отдельных организаций и территорий в целом. При этом основы конкурентоспособности специалиста закладываются еще на этапах домашнего воспитания, ступенях дошкольного и школьного образования [3, с. 8–9]. Именно в эти периоды происходит становление фундамента человеческого потенциала молодого поколения, который в будущем при благоприятных условиях трансформируется в человеческий капитал как стратегический ресурс экономического роста. Однако для России и ряда других стран в настоящее время характерна проблема «недокапитализированного человеческого потенциала» [5, с. 11]. В связи с этим актуализируются вопросы, связанные с развитием человеческого потенциала молодежи, в частности, в контексте инновационного развития. Как показывают исследования, свою принадлежность к инновационному слою населения отмечает только порядка 9–16 % молодежи [9, с. 52; 10, с. 136]. В то же время современной экономике требуются специалисты, обладающие не только профессиональными компетенциями, но и рядом инновационных характеристик и качеств, таких как: коммуникативные навыки, креативность, организаторские способности, умение работать в команде, знания и компетенции в сфере информационно-коммуникационных технологий и т.д. [11]¹.

В развитии данных компетенций существенную роль играет система образования, вносящая ключевой вклад в формирование человеческого потенциала. Одним из перспективных подходов при этом в условиях всеобщей цифровизации представляется концепция smart-образования, ориентированная на учащихся и основанная на использовании smart-технологий [12]. Аббревиатура SMART расшифровывается как: Self-Directed (самоуправляемая), Motivated (мотивированная), Adaptive (гибкая), Resource-enriched (обогащенная ресурсами) и Technology-embedded (технологичная). Основными элементами концепции smart-образования выступают: smart-среда, smart-педагогика и smart-обучающиеся. Суть рассматриваемого подхода заключается в создании особой smart-среды с использованием smart-технологий, позволяющей предоставлять персонализированные образовательные услуги и расширять возможности smart-обучающихся [13, с. 6] как ключевого субъекта smart-образования. В рамках настоящей статьи рассмотрим возможности развития человеческого потенциала молодого поколения в контексте реализации концепции smart-образования.

Материалы и методы исследования

Информационную базу исследования составили материалы первого этапа формирующего эксперимента, нацеленного на выявление наличного (стартового) уровня развития smart-компетенций как «предметных знаний, а также личностных качеств, ценностей, которые необходимы, чтобы без критической массы издержек адаптироваться к новым условиям информационной среды web 3.0» [2, с. 84]. Оценка была осуществлена в сентябре–октябре 2020 г. в группах свободного (без формирующего воздействия) и целенаправленного формирования smart-компетенций (в аудиторном формате по месту обучения испытуемых), а также в группе смешанного (формирующее воздействие в рамках Экономической интернет-школы НОЦ ФГБУН ВолНЦ РАН) формирования компетенций (дистанционно). Общая выборка составила 76 учащихся (1 группа – 28 чел.; 2 группа – 27 чел.; 3 группа – 21 чел.).

В качестве инструментария использовался оригинальный диагностический тест, разработанный научным коллективом гранта РФФИ № 19-010-00811 «Smart-образование как вектор развития человеческого потенциала молодого поколения». Тест представлял собой опросник, состоящий из двух блоков:

– базовые знания и навыки: цифровая грамотность, практики использования новейших интернет-технологий, социальных сетей и отношение к ним, финансовая грамотность, умение работать с массивами информации в рамках исследовательской и проектной деятельности;

¹ Образование для сложного общества: Доклад Global Education Futures [Электронный ресурс]. – URL: <https://drive.google.com/file/d/0B9ZvF6mQ5FMbSTFKVmhodU5rNTNiTXpUZ2QwZktiR0pzSmJR/view?resourcekey=0-d3FGUmpdKpcCi8CgLVHqXQ> (дата обращения: 06.07.2021).

– гибкие навыки: коммуникабельность и организаторские склонности, умение работать в команде, творческая активность [2, с. 85].

Полученные данные обрабатывались с помощью программы IBM SPSS Statistics. При этом регистрируемые ответы оцифровывались в виде коэффициента (от 0 до 1). Индекс владения smart-компетенциями рассчитывался на основе средней арифметической составляющих его субиндексов, отражающих уровень развития отдельных компетенций (цифровая и финансовая грамотность, умение работать с массивами информации, развитость гибких навыков). В рамках каждой компетенции и по совокупности в целом определялся уровень владения ими учащимися:

– [0–0,5] – базовый (знаком с элементарными IT-операциями; осведомлен в ряде вопросов, связанных с использованием денежных средств; испытывает интерес к исследовательской работе только в контексте возможности поступления в престижный университет; малообщителен и редко является лидером в команде; нечасто проявляет креативность и т.д.);

– [0,5–0,75] – автономный (знаком с некоторыми специфическими IT-операциями; частично владеет информацией о безопасном использовании денежных средств и склонен к их экономии; периодически проявляет интерес к научной работе как творческой деятельности и иногда участвует в конференциях и олимпиадах по своему желанию; коммуникабелен, но при работе в команде чаще является исполнителем и т.д.);

– [0,75–1] – стратегический (владеет некоторыми специфическими IT-операциями и основами программирования; хорошо осведомлен в вопросах финансовой безопасности и использования денежных средств; постоянно интересуется научной деятельностью, дополнительно занимается в научном кружке и часто участвует в конференциях и олимпиадах по своему желанию; высоко коммуникабелен и творчески активен, имеет организаторские способности и т.д.).

Результаты исследования

В рамках первого этапа эксперимента было выявлено, что в среднем уровень владения smart-компетенциями, как и отдельными знаниями и навыками, находится на автономном уровне во всех группах испытуемых (0,647 – 1 группа; 0,657 – 2 группа; 0,642 – 3 группа). Это говорит о схожести стартового уровня владения рассматриваемыми компетенциями. При этом владеют smart-компетенциями на базовом и стратегическом уровне порядка 5–7 % учащихся (за исключением группы целенаправленного формирования компетенций, где у всех учащихся был отмечен автономный либо стратегический уровень).

Как показывают данные исследования, наиболее развитыми знаниями и навыками являются цифровая и финансовая грамотность: только порядка 22–42 % испытуемых обладают стратегическим уровнем. Самыми западающими компетенциями оказались навыки коммуникации и организаторские способности, а также умение работать в команде (для 26–42 % и 30–34 % учащихся соответственно характерен базовый уровень). Также в группе целенаправленного формирования компетенций практически каждый пятый учащийся продемонстрировал базовый уровень творческой активности. Что касается умения работать с информацией, то наибольший уровень владения данной компетенцией был зафиксирован в группах смешанного и свободного формирования компетенций.

При этом необходимо отметить, что в плане повышения уровня владения smart-компетенциями существует значительный потенциал по всем категориям базовых и гибких знаний и навыков, поскольку целевым ориентиром процесса smart-обучения выступает достижение стратегического уровня их развития.

Формирование smart-компетенций в свою очередь вносит вклад в развитие человеческого потенциала учащихся (таблица 1).

В настоящее время существует значительное количество трактовок понятия «человеческий потенциал», однако применительно к возрастной группе детского населения² данная категория употребляется нечасто. Так, А.В. Короленко и А.Н. Гордиевская определяют человеческий потенциал детского населения как «совокупность врожденных способностей и приобретаемых в ходе жизнедеятельности качеств (навыков), динамически изменяющихся по мере взросления, которые необходимы для успешного развития личности, ее социализации и адаптации к меняющимся условиям среды» [4, с. 4].

² Под детьми в данном случае мы понимаем население в возрасте от 0 до 17 лет.

При этом относительно структуры человеческого потенциала в научном сообществе также отмечается плюрализм мнений. В то же время, как показывает анализ, наиболее часто встречающимися составляющими человеческого потенциала, выделяемыми экспертами, являются: интеллектуальный, творческий, коммуникативный, ценностный и деятельностный потенциал [7, с. 101].

Таблица 1 – Доля учащихся, владеющих smart-компетенциями и отдельными их составляющими, % от численности соответствующей группы

Индекс	Группа свободного формирования компетенций			Группа целенаправленного формирования компетенций			Группа смешанного формирования компетенций		
	Б	А	С	Б	А	С	Б	А	С
Уровень развития цифровой грамотности	3,6	67,9	28,6	3,7	70,4	25,9	3,9	68,4	27,6
Уровень развития финансовой грамотности	3,6	53,6	42,9	3,7	74,1	22,2	3,9	67,1	28,9
Уровень владения умением работать с массивами информации в рамках исследовательской и проектной деятельности	25,0	67,9	7,1	25,9	70,4	3,7	21,1	73,7	5,3
Уровень развития коммуникабельности и организаторских способностей	39,3	39,3	21,4	25,9	44,4	29,6	42,1	36,8	21,1
Уровень владения умением работать в команде	32,1	67,9	0,0	29,6	70,4	0,0	34,2	64,5	1,3
Уровень развития творческой активности	3,6	64,3	32,1	18,5	40,7	40,7	7,9	53,9	38,2
Уровень владения smart-компетенциями	7,1	85,7	7,1	0,0	92,6	7,4	5,3	89,5	5,3

Примечание: расчеты выполнены с.н.с. ФГБУН ВолНЦ РАН к.э.н. Головчиным М.А. и к.э.н. Россошанским А.И.

Б – базовый уровень; А – автономный уровень; С – стратегический уровень владения теми или иными компетенциями.

Рассмотрим направления развития отдельных составляющих smart-компетенций в контексте их участия в формировании компонентов человеческого потенциала молодого поколения (таблица 2).

Цифровая грамотность выступает значимым элементом становления не только общепрофессиональной компетентности современного специалиста, но и имеет большое значение в плане обеспечения безопасности и повышения эффективности использования населением цифровых технологий в целом. Учитывая проникновение цифровизации во все области человеческой жизнедеятельности, знания и навыки в данной сфере будут практически также востребованы, как и умения писать и читать [6, с. 64]. В связи с этим представляется важным развитие цифровой грамотности учащихся до стратегического уровня.

Таблица 2 – Направления развития отдельных составляющих smart-компетенций и их вклад в формирование компонентов человеческого потенциала молодого поколения

Компетенция	Направления развития	Вклад в компоненты человеческого потенциала
Цифровая грамотность	– использование специальных онлайн-ресурсов в процессе обучения (например, http://www.razbiraeminternet.ru); – организация встреч и мастер-классов с представителями IT-компаний, разработка мероприятий в игровой форме (в т.ч. онлайн-игры); – развитие творческой активности с использованием цифровых сервисов и т.д.	Интеллектуальный, ценностный, деятельностный, творческий, коммуникативный
Финансовая грамотность	– углубление практической составляющей обучения (в частности, составление семейного бюджета, деловые игры, решение инсценированных жизненных ситуаций, связанных с личным потреблением и актуальных для данной возрастной группы учащихся); – привлечение родителей к проведению занятий; – организация экскурсий в финансовые учреждения, мастер-классов и онлайн-уроков специалистов в сфере финансов и т.д.	Интеллектуальный, ценностный, деятельностный, коммуникативный
Умение работать с массивами информации в рамках исследовательской и проектной деятельности	– непосредственное вовлечение учащихся в проектную исследовательскую работу в различных направлениях с учетом их интересов и склонностей; – привлечение студентов, а также молодых и опытных ученых к просветительской и профориентационной работе и непосредственно к исследовательской деятельности учащихся; – реализация научных проектов вузов на основе краудсорсинга с привлечением учащихся и т.д.	Интеллектуальный, творческий, ценностный, деятельностный, коммуникативный

Коммуникабельность и организаторские способности	– использование активных методов обучения (деловые игры и игровое проектирование, дискуссии, проблемные лекции и семинары и др.); – организация тренингов и бесед со специалистами различных сфер жизнедеятельности; – стимулирование участия учащихся в деятельности общественных организаций и т.д.	Интеллектуальный, коммуникативный, деятельностный, ценностный
Умение работать в команде	– применение тренинговых методик, творческих групповых заданий, деловых и ролевых игр; – реализация групповых исследовательских проектов; – стимулирование добровольческой активности и др.	Коммуникативный, интеллектуальный, ценностный, деятельностный
Творческая активность	– вовлечение учащихся в различные творческие конкурсы и исследовательские проекты; – проведение тренингов по развитию креативности; – написание эссе, решение задач поискового характера и проблемно-творческих ситуаций и др.	Интеллектуальный, творческий, ценностный, деятельностный

Источник: составлено автором.

Во-первых, этого возможно достичь за счет повышения компьютерной грамотности, т.е. владения базовыми знаниями и навыками работы на компьютере. Согласно данным опроса, 13 % испытуемых уверены, что выкладывать свои личные данные в открытом доступе в сети Интернет безопасно, если сайт предоставляет соответствующие гарантии. Это говорит о необходимости усиления работы, как в рамках общеобразовательных программ по информатике, так и средствами дополнительного образования. В частности, возможна реализация таких направлений, как: использование специальных онлайн-ресурсов (например, <http://www.razbiraeminternet.ru>), организация встреч и мастер-классов с представителями IT-компаний, разработка мероприятий в игровой форме (в т.ч. онлайн-игры), развитие творческой активности с использованием цифровых сервисов и т.д. В контексте формирования человеческого потенциала повышение цифровой грамотности вносит вклад в развитие ценностного (усвоение правил и норм поведения и культуры общения в Интернете, уважение и соблюдение требований к защите информации), интеллектуального (усвоение соответствующих знаний и навыков), творческого (создание новых знаний с применением цифровых технологий), коммуникативного (развитие навыков общения в цифровой среде и обмена информацией), деятельностного (овладение навыками использования цифровых технологий для учебы, работы, для получения товаров и услуг) компонентов.

Умение работать с массивами информации в рамках исследовательской и проектной деятельности, в том числе грамотно и эффективно осуществлять ее поиск и анализ, выступает значимой компетенцией, как для успешного освоения образовательных программ, так и для будущей трудовой деятельности. Притом, что в целом, как показал первый этап эксперимента, учащиеся в той или иной степени проявляют интерес к исследовательской деятельности, для 45 % из них она представляется в виде кропотливой и изнуряющей работы. В связи с этим целесообразно формировать видение научного труда как творческой деятельности, носящей поисковый характер. В первую очередь, представляется важным непосредственное вовлечение учащихся в проектную исследовательскую работу в различных направлениях, учитывая их интересы и склонности. Во-вторых, возможно привлечение студентов, а также молодых и опытных ученых не только к просветительской и профориентационной работе, но и непосредственно к исследовательской деятельности учащихся. В том числе перспективным видится реализация научных проектов вузов на основе краудсорсинга с привлечением учащихся (к примеру, когда они собирают полевой материал). В плане вклада в человеческий потенциал молодого поколения формирование исследовательской грамотности способствует интеллектуальному развитию учащихся, усвоению ценностных ориентаций научной деятельности, стимулированию творческой поисковой активности, развитию навыков научной коммуникации. Кроме того, исследовательское поведение является ценным компонентом адаптивных возможностей человека в постоянно изменяющейся внешней среде.

Одним из ключевых качеств современного человека является финансовая грамотность, поскольку с ситуациями, которые требуют знаний и навыков в сфере финансов, мы сталкиваемся на протяжении всей жизни. Тем не менее, по данным опроса было выявлено, что каждый шестой опрошенный недостаточно осведомлен в вопросах использования денежных средств, а в области финансовой безопасности – 42 % учащихся. В данном аспекте крайне важно проведение работы в направлении разви-

тия осведомленности, понимания, планирования и управления финансами. Среди основных мероприятий, ориентированных на повышение уровня финансовой грамотности, можно выделить: углубление практической составляющей обучения (в частности, составление семейного бюджета, деловые игры, решение инсценированных жизненных ситуаций, связанных с личным потреблением и актуальных для данной возрастной группы), организацию экскурсий в финансовые учреждения, мастер-классов и онлайн-уроков специалистов в сфере финансов и т.д. Совершенствование данного вида грамотности также позволяет формировать такие компоненты человеческого потенциала как: интеллектуальный (освоение финансовых знаний и навыков), ценностный (развитие личной финансовой ответственности, внимательного отношения к деньгам в целом), коммуникативный (становление основ финансовой коммуникации), деятельностный (подготовка учащихся к реализации различных социально-экономических ролей (собственника имущества, налогоплательщика, покупателя и др.)).

Коммуникативные и организаторские способности весьма значимы в контексте осуществления успешной трудовой деятельности и высоко ценятся работодателями. Результаты опроса свидетельствуют о том, что порядка трети учащихся не стремятся устанавливать новые контакты с людьми, 60 % – испытывают трудности при проявлении инициативы знакомства, 47 % – чувствуют себя неуверенно, если им приходится что-то говорить незнакомой группе людей. Развитие рассматриваемых способностей представляется возможным путем применения активных методов обучения (деловые игры и игровое проектирование, дискуссии, проблемные лекции и семинары и др.), проведения тренингов и бесед со специалистами различных сфер жизнедеятельности, стимулирование участия обучающихся в деятельности общественных организаций и т.д. С точки зрения формирования человеческого потенциала коммуникабельность и высокие организаторские способности вносят вклад в становление следующих его составляющих: интеллектуальной (получение знаний и навыков на основе обмена информацией и взаимодействия с другими людьми), коммуникативной (освоение навыков межличностного общения и выстраивания стратегий взаимодействия), ценностной (развитие культуры общения и самоорганизации), деятельностной (повышение социальной активности, инициативности).

Умение работать в команде также выступает важным навыком для осуществления образовательной и трудовой деятельности, тесно связанным с развитием коммуникативных и организаторских компетенций. Согласно данным первого этапа эксперимента, 41 % испытуемых не любят участвовать в коллективных играх, а 56 % – отметили, что если их захватывает идея, то им лучше всего думать о ней в одиночестве. В качестве направлений развития навыков командной работы предлагается использовать тренинговые методики, творческие групповые задания, деловые и ролевые игры, реализацию групповых исследовательских проектов, стимулирование добровольческой деятельности и др. Рассматриваемая составляющая smart-компетенций в случае активного ее формирования будет способствовать повышению уровня развития интеллектуального (освоение знаний о работе в команде и навыков анализа полученной от членов команды информации), ценностного (усвоение ценностей достижения командных целей и уважения чужого мнения), коммуникативного (развитие способностей находить контакт с членами команды и грамотно выстраивать диалог), деятельностного (проявление навыков командной работы в социально значимой деятельности).

Творческая активность и проявление креативности содействуют не только созданию инновационных продуктов, но и позволяют человеку более эффективно адаптироваться в ситуациях неопределенности и необходимости быстрого реагирования. Одним из направлений творческой активности учащихся является участие в различных конкурсах, олимпиадах и конференциях. Как свидетельствуют итоги первого этапа эксперимента, инициаторами (разработчиками) проектов выступает порядка 13 % испытуемых. В связи с этим необходимо развивать потребность учащихся в творчестве, а также проявлении инновационных инициатив. Представляется целесообразным вовлечение учащихся в различные творческие конкурсы и исследовательские проекты, проведение тренингов по развитию креативности, решение задач поискового характера и проблемно-творческих ситуаций и др. Относительно формирования человеческого потенциала повышение творческой активности и креативности может привести к росту ценностного (усвоение ценности новых идей и творчества), творческого (становление инновационного мышления), интеллектуального (развитие интеллектуальных способностей) и деятельностного (развитие предпринимчивости, проявления творческой активности в повседневной деятельности) его компонентов.

Таким образом, последовательное развитие smart-компетенций от базового/автономного до стратегического уровня будет способствовать повышению человеческого потенциала молодого поколения, что в свою очередь в будущем позволит повысить конкурентоспособность учащихся на рынке труда и в других сферах жизнедеятельности.

Заключение

В ходе проведенного исследования были рассмотрены вопросы реализации концепции smart-образования во взаимосвязи с развитием человеческого потенциала молодого поколения. Данные первого этапа формирующего эксперимента демонстрируют, что в среднем во всех группах испытуемых наблюдается автономный уровень владения теми или иными smart-компетенциями, что говорит о необходимости проведения мероприятий по его повышению до стратегического уровня.

Покомпонентный анализ smart-компетенций позволил выявить их вклад в формирование конкретных составляющих человеческого потенциала (интеллектуального, ценностного, коммуникативного, творческого и деятельностного). Помимо предложенных в работе направлений развития smart-компетенций в процессе их становления представляется целесообразным использовать потенциал социокультурной среды, а именно: библиотек, музеев, учреждений дополнительного образования, театров и т.д. [8]. При этом ключевым условием их эффективного формирования является создание благоприятной smart-среды, способствующей развитию способностей и возможностей обучающихся.

Дальнейшие перспективы исследования связаны с подведением итогов второго этапа формирующего эксперимента, на основании чего будет сделан вывод о работоспособности разработанной научным коллективом модели [1], и последующей ее корректировке. Реализация поставленных задач позволит комплексно подойти к проблеме развития smart-компетенций, что будет содействовать повышению уровня человеческого потенциала молодого поколения как важнейшего ресурса успешной социализации и конкурентоспособности на рынке труда.

Список литературы

1. Бабич Л.В., Головчин М.А., Мироненко Е.С. Модель smart-компетенций как основа формирования человеческого капитала // Экономика образования. – 2021. – № 1. – С. 4–17.
2. Головчин М.А., Россошанский А.И. Измерение SMART-компетенций в рамках формирующего эксперимента: проверка оценочной модели // Педагогические измерения. – 2021. – № 1. – С. 80–89.
3. Конкурентоспособность как фактор успешности молодого специалиста на рынке труда: монография / О.Н. Беленов, О.А. Колесникова, А.В. Звездинская, Е.В. Маслова; под общей редакцией Е.В. Масловой. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2017. – 74 с.
4. Короленко А.В., Гордиевская А.Н. Человеческий потенциал детского населения: понимание и оценка // Социальное пространство. – 2018. – № 5 (17). – DOI: 10.15838/sa.2018. 5.17.3.
5. Кузьминов Я.И., Фрумин И.Д. Двенадцать решений для нового образования: доклад Центра стратегических разработок и Высшей школы экономики / под общей редакцией Я.И. Кузьмина, И.Д. Фрумина. – Москва: НИУ ВШЭ, 2018. – 108 с.
6. Пешкова Г.Ю., Самарина А.Ю. Цифровая экономика и кадровый потенциал: стратегическая взаимосвязь и перспективы // Образование и наука. – 2018. – Т. 20. – № 10. – С. 50–75. – DOI: 10.17853/1994-5639-2018-10-50-75.
7. Россошанская Е.А., Устинова К.А., Лихачева Т.Н. Теоретико-методологические подходы к исследованию человеческого потенциала сельских территорий // Проблемы развития территории. – 2017. – № 4 (90). – С. 96–111.
8. Соловьева, Т.С. Социокультурная среда региона как фактор формирования интеллектуального потенциала // Проблемы развития территории. – 2010. – № 4(50). – С. 49–57.
9. Шабунова А.А., Леонидова Г.В., Калачикова О.Н. Дети и молодежь в России: глобальные вызовы современности // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2015. – № 6 (42). – С. 36–57. – DOI: 10.15838/esc/2015.6.42.2.

10. Шестакова Н.Н., Скворцова М.Б. Человеческий капитал молодого поколения как инновационный потенциал общества // Труды Карельского научного центра РАН. – 2013. – № 5. – С. 129–139.
11. Archer W., Davison. J. Graduate Employability: What Do Employers Think and Want? – London: The Council for Industry and Higher Education, 2008. – 20 p.
12. Kim T., Cho J.Y., Lee B.G. Evolution to smart learning in public education: a case study of Korean public education / In: Open and Social Technologies for Networked Learning. // L. Tobias, R. Mikko, L. Mart, T. Arthur (eds). – Berlin Heidelberg, Springer, 2013. – Pp. 170–178.
13. Zhu Z.T., Yu M.H., Riezebos P. A research framework of smart education // Smart Learning Environment. – 2016. – Vol. 3(4). – Pp. 1–17. – DOI: 10.1186/s40561-016-0026-2.

References

1. Babich L.V., Golovchin M.A., Mironenko E.S. Model' smart-kompetencij kak osnova formirovaniya chelovecheskogo kapitala // Ekonomika obrazovaniya. – 2021. – № 1. – С. 4–17.
2. Golovchin M.A., Rossoshanskij A.I. Izmerenie SMART-kompetencij v ramkah formiruyushchego eksperimenta: proverka ocenочноj modeli // Pedagogicheskie izmereniya. – 2021. – № 1. – С. 80–89.
3. Konkurentosposobnost' kak faktor uspešnosti mladogo spetsialista na rynke truda: monografiya / O.N. Belenov, O.A. Kolesnikova, A.V. Zvezdinskaya, E.V. Maslova; pod obshchej redakciej E.V. Maslovoj. – Voronezh: Izdatel'skij dom VGU, 2017. – 74 s.
4. Korolenko A.V., Gordievskaya A.N. Chelovecheskij potencial detskogo naseleniya: ponimanie i ocenka // Social'noe prostranstvo. – 2018. – № 5 (17). – DOI: 10.15838/sa.2018. 5.17.3.
5. Kuz'minov Ya.I., Frumin I.D. Dvenadcat' reshenij dlya novogo obrazovaniya: doklad Centra strategicheskikh razrabotok i Vysshej shkoly ekonomiki / pod obshchej redakciej YA.I. Kuz'minova, I.D. Frumina. – Moskva: NIU VSHE, 2018. – 108 s.
6. Peshkova G.Yu., Samarina A.Yu. Cifrovaya ekonomika i kadrovyy potencial: strategicheskaya vzaimosvyaz' i perspektivy // Obrazovanie i nauka. – 2018. – T. 20. – № 10. – С. 50–75. – DOI: 10.17853/1994-5639-2018-10-50-75.
7. Rossoshanskaya E.A., Ustinova K.A., Lihacheva T.N. Teoretiko-metodologicheskie podhody k issledovaniyu chelovecheskogo potenciala sel'skikh territorij // Problemy razvitiya territorii. – 2017. – № 4 (90). – С. 96–111.
8. Solov'eva, T.S. Sociokul'turnaya sreda regiona kak faktor formirovaniya intellektual'nogo potenciala // Problemy razvitiya territorii. – 2010. – № 4(50). – С. 49–57.
9. Shabunova A.A., Leonidova G.V., Kalachikova O.N. Deti i molodezh' v Rossii: global'nye vyzovy sovremennosti // Ekonomicheskie i social'nye peremeny: fakty, tendencii, prognoz. – 2015. – № 6 (42). – С. 36–57. – DOI: 10.15838/esc/2015.6.42.2.
10. Shestakova N.N., Skvorcova M.B. Chelovecheskij kapital mladogo pokoleniya kak innovacionnyj potencial obshchestva // Trudy Karel'skogo nauchnogo centra RAN. – 2013. – № 5. – С. 129–139.
11. Archer W., Davison. J. Graduate Employability: What Do Employers Think and Want? – London: The Council for Industry and Higher Education, 2008. – 20 p.
12. Kim T., Cho J.Y., Lee B.G. Evolution to smart learning in public education: a case study of Korean public education / In: Open and Social Technologies for Networked Learning. // L. Tobias, R. Mikko, L. Mart, T. Arthur (eds). – Berlin Heidelberg, Springer, 2013. – Pp. 170–178.
13. Zhu Z.T., Yu M.H., Riezebos P. A research framework of smart education // Smart Learning Environment. – 2016. – Vol. 3(4). – Pp. 1–17. – DOI: 10.1186/s40561-016-0026-2.

УДК 372.881.1

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА «БЕЗ УЧЕБНИКА» В СОВРЕМЕННОЙ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Флеров Олег Владиславович¹,

кандидат педагогических наук, доцент,

e-mail: olegflerov2964@gmail.com,

¹Московский университет им. С.Ю. Витте, Москва, Россия

Настоящая статья носит практический методический характер и преследует цель критического описания неформальной лингвообразовательной практики. Предметом исследования выступает лингвообразовательный процесс. В работе рассматривается современный подход преподавания иностранного языка «без учебника» в современной педагогической практике, который предлагается внедрять преподавателями-практиками в связи с развитием коммуникаций в образовательном пространстве и возможности непосредственного коммуницирования с носителями языка и участия в различных online-тренингах. Раскрываются преимущества, недостатки и перспективы преподавания иностранного языка «без учебника». Выявляются особенности отказа от учебника как основного дидактического средства в процессе преподавания иностранного языка. Дается оценка оправданности и эффективности такого подхода. Особое внимание уделяется анализу преимуществ и недостатков такого обучения. Делается вывод о возможности его применения лишь в локальном контексте для решения весьма узкого круга педагогических задач.

Ключевые слова: лингвообразование, коммуникативное обучение, интерактивное обучение, эдьютейнмент, неформальное образование, репетиторство

PROSPECTS OF TEACHING FOREIGN LANGUAGES WITHOUT A TEXTBOOK IN CONTEMPORARY PRACTICE

Flerov O.V.¹,

PhD in Pedagogy, Assoc. Prof.,

e-mail: olegflerov2964@gmail.com,

¹Moscow Witte University, Moscow, Russia

The article bears methodological character and aims at critical description of non-formal educational practice. The matter of research is linguo-educational process. The article views contemporary approach of teaching a foreign language without a textbook that is suggested by a number of practicing teachers for bringing into practice due to developing international online-communications in education (including online-trainings). It also reveals the peculiarities of doing without a textbook as the main didactic means in teaching foreign languages. The relevance and appropriateness of such an approach are estimated. Particular attention is paid to pros-and-cons analysis. It comes to the conclusion that such practice can be applied only for local pedagogical goals.

Keywords: linguo-education, communicative education, interactive education, edutainment, non-formal education, private teaching

DOI 10.21777/2500-2112-2021-3-45-52

1. Почему в практике обучения иностранному языку встаёт вопрос об отказе от учебника (актуальность исследования)

Первые два десятилетия нашего века прошли в образовательной практике под знаком инноваций. Причём если в педагогике в целом существует понимание о необходимости опоры инновации на традиции, их разумного сочетания для обеспечения преемственности образования, то в методике обучения иностранным языкам инновации приняли весьма «агрессивный» характер.

За 20 лет появилось гигантское количество авторских методик, нестандартных подходов и «уникальных» программ, большинство из которых несёт в себе заявление о необходимости обучить языку принципиально новым способом. Для многих практикующих педагогов-практиков стремление обучать «не как в школе» и «не как в вузе» стало негласным признаком хорошего тона, некой дидактической «модой», притом что в самих школьных и вузовских программах инновационный компонент выражен тоже очень сильно.

Разумеется, ситуация, когда все стремятся обучать не как все, не является нормальной с точки зрения системной сущности педагогического процесса и столь популярных сегодня идей об образовательной траектории личности, поскольку этот маршрут невозможен без преемственности образовательного опыта.

«Дискретный» характер получения иноязычных знаний, на наш взгляд, – одна из основных причин по которым уровень навыков иноязычной коммуникации россиян явно ниже, чем общий объём учебной информации, осваиваемый в процессе изучения языка. Говоря строгим педагогическим языком, знания и ситуативно формирующиеся зачаточные умения не переходят в компетенции по причине наличия барьера в виде отсутствия системности.

Несмотря на уже упомянутое количество лингвообразовательных инноваций и псевдоинноваций в современной методике существуют лишь три взаимосвязанные и вытекающие друг из друга идеи, зародившиеся ещё в прошлом столетии и вкуче сформировавшие парадигму современной педагогической практики. Речь идёт в первую очередь об идее коммуникативного обучения, выражающейся в первичном статусе речевой деятельности по сравнению с собственно языковым и соответствующей цели обучать языку как средству общения, а не как самоценной системе. В такой парадигме язык и иноязычное знание представляют ценность для человека только в контексте его использования.

К концу 2000-х годов на смену коммуникативной парадигме пришла интерактивная, фактически являющаяся модификацией первой. В таком понимании ценность иноязычного знания не просто как у средства общения и решения стандартных коммуникативных задач, но как у средства достижения результатов в совместной деятельности в процессе иноязычного взаимодействия. Под результатом деятельности может подразумеваться не только какой-либо материальный объект, но и совместно принятое решение, выработанная идея, план и пр. Именно последнее катализировало использование кейсового метода в обучении иностранному языку с начала 2010-х годов.

Коммуникативная и интерактивная лингвообразовательные парадигмы объединены идеей обучения «от речи к языку», при котором первичной является коммуникативная деятельность, а собственно лингвистический материал приобретает обобщающую и систематизирующую функции. Все остальные лингвопедагогические инновации 21-го века сводятся именно к этим трём перечисленным идеям, которые в целом родом из века 20-го.

В подобных условиях распространяется так называемое преподавание языка «без учебника». Данное выражение употребляется в данной статье в кавычках, поскольку оно является не научно-педагогическим, а обиходно-профессиональным термином. Это понятие охватывает широчайший спектр локально-ситуативных педагогических практик, при которых преподаватель работает либо без программы, либо по формально существующей программе, организовывая коммуникацию по своему усмотрению с использованием подбираемых отдельно под каждое занятие материалов, без привязки к основному учебнику или учебному пособию.

Не следует путать преподавание «без учебника» как педагогическое явление с отказом от учебника на конкретном занятии в рамках программы. Ситуация, при которой, следуя программе, преподаватель применяет дополнительные материалы, органично связанные общей концепцией и канвой основного учебника, является вполне нормальной, потому что буквальное следование учебнику – это противоположная малопродуктивная крайность.

Преподавание «без учебника» особенно широко распространено в среде неформального образования, где нет строгой регламентации образовательного процесса стандартами, подобно тому, как это происходит в институциональной образовательной среде. «Без учебника» всё чаще работают в центрах дополнительного образования (на курсах), в тренинговых центрах, в системе корпоративного обучения и в особенности преподаватели, обучающие языку в частном порядке. Причиной распространения

такого преподавания является развитие идей тренингового обучения и невольные попытки применить натуральный метод обучению языку в современных реалиях.

Тренинг – форма обучения иностранному языку, характеризующаяся интенсивностью коммуникации и взаимодействия участников. Постоянное обращение к учебнику, так или иначе, снижает интенсивность занятия, поэтому тренинги проводятся либо вообще без учебно-методических материалов, либо с минимальным объёмом раздаточных материалов, содержащих точечную информацию для решения конкретных ситуативно-коммуникативных задач.

Натуральный метод – самый первый в практике лингвообразования. Он применялся с древних времён, когда ещё не было институциональной педагогической системы. С человеком просто с ранних лет говорили на неродном языке, и он осваивался подобно родному. Насколько это оправдано в современных реалиях, будет методически проанализировано во второй части настоящей работы.

Выше уже отмечалось, что преподавание «без учебника» является обиходно-профессиональным скорее, чем научным термином, по этой причине в обзоре разработанности проблемы мы обратимся к фундаментальным исследованиям и публикациям РИНЦ по проблеме неформального (информального) лингвообразования, к которому относится рассматриваемая в данной работе образовательная практика.

Теоретико-педагогические исследования в области неформального и информального образования восходят к проблематике непрерывного образования личности и влияния внеинституциональной среды на её развитие. Следует отметить, что особое внимание в этих работах уделяется взаимодействию формального и неформального образования как двух разных и диалектически взаимодействующих источников развития человека. Применительно к освоению иностранных языков эти аспекты будут рассмотрены нами в последней части данной работы.

Среди диссертационных и монографических исследований последнего десятилетия по проблемам рассматриваемого рода образования следует отметить работы Э.С. Бабаевой, Т.Л. Дубровиной, М.Р. Илакавичус, А.В. Окерешко, О.В. Ройтблат, Д.Г. Сидорова [1–7].

В контексте обучения иностранным языкам исследования в этой области носят в большей степени научно-методический, нежели фундаментальный характер, при этом важно понимать, что их концептуальные позиции опираются на теоретические работы в области неформального образования и проблем его интеграции в социально-институциональную среду. Так их анализ показал, что по части общедидактических аспектов они полностью базируются на постулатах таких трудов, а новым в них выступает анализ возможностей практической реализации этих идей через призму специфики иноязычной среды, иноязычного знания и роли иноязычного образования в развитии личности в целом. Именно по причине методической новизны в контексте проблематики нашего исследования подробнее остановимся на практических работах.

Т.В. Лискина и Н.С. Паульзен в своей работе систематизируют источники информального образования в контексте освоения иностранных языков студентами. Проанализировав ряд методических работ в рамках компетентностного подхода, авторы приходят к выводу, что к основным источникам сегодня относятся просмотр фильмов, сериалов, прослушивание песен, чтение книг и журналов, компьютерные игры и приложения, виртуальные сети и интернет-ресурсы, рекламные ролики и объявления, сайты продаж и заказов, общение с иностранцами. При этом, согласно авторам, каждый источник обладает потенциалом для реализации приёмов и стратегий по развитию как общеучебных, так и специальных действий, также систематизированных в данном исследовании [8].

Т.В. Лискина, В.В. Блудов и О.Ю. Оношко приходят к выводу о соответствии форм контроля и видов мотивации в процессе формального образования трём видам нацеливания обучающихся на самообучение в условиях информального образования обучения: открытое, косвенное и скрытое нацеливание. По мнению авторов, «открытое, явное нацеливание происходит через такую формулировку учебных заданий и постановку их целей, что обучающиеся сами видят необходимость в самостоятельной работе и поиске дополнительной информации в информальных источниках и обращаются к ним для выполнения заданий. Косвенное нацеливание является промежуточным видом и основывается как на открытых, так и скрытых мотивах деятельности. Такое нацеливание может происходить, например, благодаря проблемной ситуации или заданию, сформулированному в форме вопроса, на который обучающийся должен найти ответ. Третий выделенный вид, скрытое нацеливание, происходит благода-

ря ориентации обучающихся не на форму работы, а на конечный результат, на сам процесс подготовки ответа на это задание» [9].

К.И. Баймухаметова видит в информальном лингвообразовании, а именно в самостоятельной работе по изучению иностранного языка дополнительный источник формирования лингвокультуры. В основе этого, по мнению автора, лежит интегративно-акмеологический подход, «синтезирующий субъ-ектно-деятельностный, компетентностный, культурологический, синергетический и системный под-ходы» [10, с. 75].

А.В. Дубаков, Д.В. Лялин, В.И. Шалабодова отмечают, что «в качестве достоинств неформаль-ного обучения иностранному языку целесообразно выделить следующие: возможности введения и трансляции языкового материала в необычной, оригинальной форме; бóльшие возможности в создании развивающей педагогически комфортной среды; разрушение коммуникативных барьеров; ориентиро-ванность на более интенсивное формирование иноязычных коммуникативных навыков. Вместе с тем следует отметить, что неформальное обучение иностранному языку обладает рядом недостатков. Пре-жде всего, постоянное использование неформальных средств может достаточно снизить результаты обучения. Обучающиеся станут воспринимать неформальный процесс с меньшей серьезностью, сле-довательно, не уделять должного внимания подготовке к занятиям. Постоянный формальный контроль также мотивирует обучающихся на достижение результатов, постоянную работу. В рамках неформаль-ного обучения данный контроль может быть ослаблен» [11, с. 154].

В.Н. Концевая отмечает, что основной недостаток информального обучения в том, что «обучаю-щийся не всегда ставит перед собой конкретную цель и, как следствие, не всегда получает конкретный результат – сложно оценить прогресс и динамику обучения» [12, с. 173].

Выявление данных недостатков позволило автору сделать вывод о необходимости соблюдения баланса между неформальным и формальным обучением и их рациональной интеграции в процесс об-учения способны во многих отношениях улучшить его результаты.

Сопоставляя эти работы, следует отметить, что в педагогике нет единой позиции относительно неформального образования, в частности, языкового. Его специфика выдаёт слишком очевидные как преимущества, так и недостатки, поэтому наиболее значимым в этом разрезе представляется вопрос о его интеграции в профессиональную среду для обеспечения синергического эффекта и минимизации недостатков. Собственно говоря, с методологической точки зрения вопрос о преподавании «без учеб-ника» (в нашем случае – иностранного языка) возникает именно на основе диалектического противор-ечия между неформальным образованием как явлением социальной среды 21 века и традиционной устоявшейся педагогической практикой.

2. Дидактические особенности и преимущества преподавания иностранного языка «без учебника»

Методическую часть настоящей работы следует начать с того, что с точки зрения специфики иноязычного знания иностранный язык – самая удобная дисциплина для преподавания любым нефор-мальным способом, что собственно и является причиной такого широкого роста числа последних в условиях обилия информации в цифровой среде.

Знание языка – это фактически метазнание. Обучая иностранному языку, мы не сообщаем ника-кого нового знания, а формируем инструментальные навыки для получения знания в другом знаковом коде. Получается, что работа с вообще любой информацией на неродном языке – это обучение дисци-плине «иностранному языку».

Преподавание «без учебника» может быть как сугубо устным – в этом случае педагог организо-вывает коммуникацию обучающихся на самостоятельно выбираемую тематику, либо же может пред-полагать использование самостоятельно заготавливаемых заранее материалов. Разумеется, при высо-ком уровне педагогического мастерства и методической подготовке можно и без учебника провести эффективное и интересное занятие. Если же, наоборот, мастерства и методической подготовки не до-статочно, то и самый лучший учебник не поможет. И всё же чрезмерная зависимость педагогического

процесса от обозначенных качеств конкретного педагога – явная уязвимость такого подхода с точки зрения качества обучения. Дело в том, что в отличие от режиссёра, у преподавателя нет возможности выбрать лучший из множества дублей. Проводить каждое занятие на стабильно высоком уровне невозможно. Даже при высочайшем уровне профессионализма на качество работы очень сильно влияет совокупность таких факторов как усталость, самочувствие и настроение. Наличие и частое обращение к материальным средствам позволяет нивелировать обозначенные факторы.

Рассмотрим, тем не менее, теперь преимущества преподавания иностранного языка «без учебника». Они вытекают из факторов, которые собственно и породили подобное явление в современной практике. Один из таких фактор – это попытки применить рассмотренный в начале статьи натуральный метод обучения иностранному языку в институциональной среде. На современный манер это принято называть обучение с погружением или методом погружения.

Действительно, в реальной жизни мы общаемся без привязки к каким-либо программам. На основе идей о том, что иноязычный педагогический процесс должен моделировать реальное социальное взаимодействие и рождается представление об отказе от учебника.

Очень важно понимать, тем не менее, что институциональный педагогический процесс ограничен в пространстве и во времени в отличие от, скажем, ситуации, когда с маленьким ребёнком дома общается иноязычная гувернантка.

В институциональном обучении погружение в любом случае локально, ситуативно и кратковременно, то есть его преимущества выражены слабо, а трудности – наоборот актуализируются. Так моделирование общения без учебника должно быть чётко продумано изначально. Нельзя приходить в аудиторию, чтобы просто пообщаться. Ключевым фактором успеха является поддержание высокого уровня коммуникативной мотивации, то есть каждую минуту студенты должны хотеть что-либо сказать. Для этого необходим план, содержащий основные обсуждаемые темы (аспекты темы/вопросы в рамках темы), при этом каждый пункт плана должен быть дополнен действиями преподавателя на случай, если общение не будет задаваться по причине отсутствия интереса, усталости, либо других субъективных причин пассивности со стороны обучающихся.

Несмотря на наличие широкого спектра приёмов активизации аудитории в преподавании иностранного языка никогда нет гарантии, что здесь и сейчас общение обязательно задастся на высоком уровне активности.

Возможность прибегнуть к учебнику в таком случае для преподавателя – прекрасный способ «спасти занятие» переведя его в более консервативное медленное русло, в случае же её отсутствия и без дополнительного плана занятие будет неэффективным.

В действительности в институциональных условиях возможно обучать языку не с погружением, а с элементами погружения. Это подразумевает более скромные и более реальные задачи, для выполнения которых отказ от учебника может быть оправдан.

Второе преимущество преподавания «без учебника» в том, что такое преподнесение информации полностью соответствует форме её существования в современной среде, а именно стихийной. Современный человек по большей мере вынужденно потребляет информацию чрезвычайно бессистемно, гораздо чаще стремясь узнать понемногу обо всём, нежели вникнуть во что-то.

В учебник нужно обязательно именно вникать. В этом смысле преподавание «без учебника» чрезвычайно хорошо подходит в том случае, когда не требуется создать интеллектуальную нагрузку, а скорее развлечь обучающихся. Это соответствует нише неформального образования, где сегодня достаточно активно развивается такая практика как эдьютейнмент (education + entertainment), то есть образование для удовольствия, организованное развлекательным способом [13].

Другим важным преимуществом преподавания иностранного языка «без учебника» выступает его полная гибкость. Индивидуальный подход – аксиоматично важный в педагогике в целом, актуализируется в разы применительно к обучению языкам. Этой дисциплине можно успешно обучать, только если уровень сложности предлагаемого материала соответствует базовому уровню иноязычных компетенций студентов.

Несмотря на обилие учебно-методических материалов, существующих в наше время, никакой учебник или учебное пособие не могут полностью соответствовать индивидуальным интересам учебной

группы или тем более отдельных студентов. Самостоятельная заготовка материалов преподавателем, хорошо знающим когнитивные возможности и потребности своих обучающихся, решает эту проблему с одной стороны, но создаёт чрезмерную зависимость от уровня готовности к занятию самого педагога.

Так преподавание «без учебника» выступает абсолютно и даже чрезмерно творческим процессом и по этой причине может решать дидактические задачи только в среде неформального образования, где сам процесс образовательных коммуникаций значит не меньше, а иногда даже больше, чем конкретные программные образовательные результаты.

К недостаткам преподавания «без учебника» относится то, что оно несистемно, стихийно и спонтанно, а соответственно не обладает характеристиками полноценного педагогического процесса, и даже отчасти противоречит им.

3. Перспективы и возможности преподавания «без учебника» в лингвообразовательной практике

Методический анализ показал, что у преподавания иностранного языка «без учебника» есть ряд достоинств и недостатков. При этом основной недостаток – априорное отсутствие системности подчеркивает, по нашему мнению, все локальные преимущества.

Ввиду системной сущности педагогического процесса и системности как основной его характеристики, преподавание без учебника «в чистом виде» вообще не представляется возможным классифицировать как учебный процесс. Это скорее совокупность педагогических ситуаций, нацеленных на решение точечных задач. Здесь же следует отметить и системную сущность языка, представление о которой не могут формироваться стихийно.

Проводимые часто в пользу преподавания «без учебника» параллели с родным языком не являются точными, потому что, осваивая родной язык с малых лет ребёнок осваивает именно речь на родном языке, а с языковой системой знакомится при помощи букваря (азбуки) и далее школьного учебника. Если человек умеет говорить на родном языке, но не владеет его системными правилами, правописанием и прочим, о нём говорят как о неграмотном. Ровно то же самое можно сказать и применительно к языку иностранному.

Проведение занятий «без учебника», таким образом, оправдано, если иного не предполагает форма их организации. Например, серия тренингов, мастер-класс, экспресс-курс и прочие краткосрочные и сверхкраткосрочные формы обучения, нацеленные не на системное обучение, а на точечное совершенствование конкретных компетенций, разумеется, не предполагают использование учебника. Вполне методически оправданным является отказ от учебника на конкретном занятии в рамках курса, если учебник заменяется материалом, органически вплетённым в его канву и расширяющим предложенный в нём материал. В остальных случаях преподавание без учебника несёт в себе бессистемность и является не только бесполезным, но и даже вредным, потому что разрушает преемственность в сознании обучающегося, что важно с точки зрения когнитивных связей при освоении языка.

Заключение

В качестве вывода следует отметить, что даже проблемная и далёкая от совершенства система с точки зрения эффективности намного предпочтительнее бессистемности. Так преподавание иностранного языка «без учебника» возможно только в среде неформального и информального образования, которое стихийно по своей природе и должно служить дополнением, но не заменой полноценному педагогическому процессу, ориентированному на не просто формально существующую программу, а на реально отражённые на страницах учебные материалы.

Современные социально-коммуникативные реалии таковы, что несистемное владение иностранным языком в профессиональной среде стремительно теряет ценность. Уровень «читаю и перевожу со словарём», «могу объясняться» и прочее в 2020-х годах не может выступать самостоятельной дидактической задачей, в виду активного совершенствования систем компьютерного перевода, причём уже не только письменного, но и устного с распознаванием голоса человека.

Так мы приходим к выводу о невозможности полноценного освоения иностранного языка без привязки к конкретной программе, отражённой на страницах учебника, учебного пособия либо совокупности учебно-методических материалов. Эти стандартные материалы с теоретико-дидактической точки зрения выступают средством обучения. Обучение в рамках одного процесса с использованием каждый раз новых средств вместе с чрезвычайной зависимостью от мастерства и качества работы конкретного преподавателя приобретает характеристики бессистемности и стихийности – прямо противоположные ключевым педагогическим сущностям – системности и целенаправленности.

Список литературы

1. *Бабаева, Э.С.* Концепция и технология проектирования интегрированных образовательных программ для взрослых обучающихся: диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук. – Ставрополь, 2019. – 325 с.
2. *Дубровина, Т.Л.* Технология организации неформального образования преподавателей профессионального цикла колледжа: диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. – Санкт-Петербург, 2013. – 254 с.
3. *Илакавичус, М.Р.* Теоретические основы взаимодействия формального и неформального образования взрослых: диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук. – Москва, 2018. – 340 с.
4. *Окерешко, А.В.* Стимулирование педагогов к информальному образованию в процессе повышения квалификации: диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук. – Великий Новгород, 2016. – 263 с.
5. *Ройтблат, О.В.* Неформальное образование педагогических работников: вчера, сегодня, завтра: монография // Вестник ТОГИРРО. – 2014. – № 2 (29). – Тюмень: ТОГИРРО, 2014. – 236 с.
6. *Ройтблат, О.В.* Развитие теории неформального образования в системе повышения квалификации педагогических работников: диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук. – Санкт-Петербург, 2015. – 311 с.
7. *Сидоров, Д.Г.* Педагогическая интеграция формального, неформального и информального видов образования в процессе формирования здорового образа жизни студентов: диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук. – Нижний Новгород, 2013. – 341 с.
8. *Лискина Т.В., Паульзен Н.С.* Возможности организации учебного процесса при обучении иностранным языкам в контексте информального вида образования (уровень языкового вуза) // Электронный научный журнал Байкальского государственного университета. – 2017. – Т. 8. – №4. DOI: 10.17150/2411-6262.2017.8(4).4.
9. *Лискина Т.В., Блудов В.В. и Оношко О.Ю.* Информальное образование в процессе изучения иностранных языков и типы заданий, нацеливающих студентов на самостоятельную работу в условиях информального образования // Электронный научный журнал Байкальского государственного университета. – 2019. – Т. 10. – № 2.
10. *Баймухаметова, К.И.* Концепция формирования лингвокультуры в процессе самообразования студентов при обучении иностранному языку // Концепт. – 2019. – № 6. – С. 67–78.
11. *Дубаков А.В., Лялин Д.В., Шалабодова В.И.* Организация неформального обучения иностранному языку // Мир науки, культуры, образования. – 2019. – № 6 (79). – С. 152–154.
12. *Концевая, В.Н.* Информальное обучение как средство интенсификации процесса изучения иностранного языка // Электронное информационное пространство для науки, образования, культуры. – 2020. – С. 169–173.
13. *Горбунова, Ю.А.* Цифровизация высшего образования: позиция технореализма // Образовательные ресурсы и технологии. – 2020. – № 4. – С. 99–107.

References

1. *Babaeva, E.S.* Konceptiya i tekhnologiya proektirovaniya integrirovannyh obrazovatel'nyh programm dlya vzroslyh obuchayushchihsya: dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora pedagogicheskikh nauk. – Stavropol', 2019. – 325 s.

2. *Dubrovina, T.L.* Tekhnologiya organizatsii neformal'nogo obrazovaniya prepodavatelej professional'nogo cikla kolledzha: dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata pedagogicheskikh nauk. – Sankt-Peterburg, 2013. – 254 s.
3. *Ilakavichus, M.R.* Teoreticheskie osnovy vzaimodejstviya formal'nogo i neformal'nogo obrazovaniya vzroslykh: dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni doktora pedagogicheskikh nauk. – Moskva, 2018. – 340 s.
4. *Okereshko, A.V.* Stimulirovanie pedagogov k informal'nomu obrazovaniyu v processe povysheniya kvalifikatsii: dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata pedagogicheskikh nauk. – Velikij Novgorod, 2016. – 263 s.
5. *Rojtblat, O.V.* Neformal'noe obrazovanie pedagogicheskikh rabotnikov: vchera, segodnya, zavtra: monografiya // Vestnik TOGIRRO. – 2014. – № 2 (29). – Tyumen': TOGIRRO, 2014. – 236 s.
6. *Rojtblat, O.V.* Razvitie teorii neformal'nogo obrazovaniya v sisteme povysheniya kvalifikatsii pedagogicheskikh rabotnikov: dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni doktora pedagogicheskikh nauk. – Sankt-Peterburg, 2015. – 311 s.
7. *Sidorov, D.G.* Pedagogicheskaya integratsiya formal'nogo, neformal'nogo i informal'nogo vidov obrazovaniya v processe formirovaniya zdorovogo obraza zhizni studentov: dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni doktora pedagogicheskikh nauk. – Nizhnij Novgorod, 2013. – 341 s.
8. *Liskina T.V., Paul'zen N.S.* Vozmozhnosti organizatsii uchebnogo processa pri obuchenii inostrannym yazykam v kontekste informal'nogo vida obrazovaniya (uroven' yazykovogo vuza) // Elektronnyj nauchnyj zhurnal Bajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta. – 2017. – T. 8. – №4. DOI: 10.17150/2411-6262.2017.8(4).4.
9. *Liskina T.V., Bludov V.V. i Onoshko O.Yu.* Informal'noe obrazovanie v processe izucheniya inostrannykh yazykov i tipy zadaniy, nacelivayushchih studentov na samostoyatel'nyu rabotu v usloviyah informal'nogo obrazovaniya // Elektronnyj nauchnyj zhurnal Bajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta. – 2019. – T. 10. – № 2.
10. *Bajmuhametova, K.I.* Konceptiya formirovaniya lingvokul'tury v processe samoobrazovaniya studentov pri obuchenii inostrannomu yazyku // Koncept. – 2019. – № 6. – S. 67–78.
11. *Dubakov A.V., Lyalin D.V., Shalabodova V.I.* Organizatsiya neformal'nogo obucheniya inostrannomu yazyku // Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya. – 2019. – № 6 (79). – S. 152–154.
12. *Koncevaya, V.N.* Informal'noe obuchenie kak sredstvo intensifikatsii processa izucheniya inostrannogo yazyka // Elektronnoe informacionnoe prostranstvo dlya nauki, obrazovaniya, kul'tury. – 2020. – S. 169–173.
13. *Gorbunova, Yu.A.* Cifrovizatsiya vysshego obrazovaniya: pozitsiya tekhnorealizma // Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii. – 2020. – № 4. – S. 99–107.

УДК 004.89

МЕТОД АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОДЛЕНИЯ ВИДЕОРЕЯДА НА ОСНОВЕ ВИЗУАЛЬНЫХ И СЕМАНТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВИДЕОСЦЕН

Вишневская Татьяна Ивановна¹,
кандидат физико-математических наук,
e-mail: iu7vt@bmstu.ru,

Уточкина Наталия Витальевна¹,
e-mail: unatart@outlook.com,

¹Московский государственный технический университет (МГТУ им. Н.Э. Баумана), г. Москва, Россия

В статье представлен метод автоматического продления видеоряда с использованием иерархических рекуррентных нейронных сетей. В основе метода лежит информация о визуальных и семантических свойствах видеосцен, полученных из видео, и заранее известные данные о видео. В статье представлены алгоритмы выделения визуальных и семантических свойств видеосцен, алгоритм продления видеоряда. Дано описание результата работы метода. Продемонстрирована целесообразность использования метода. Описаны возможные сценарии использования метода. Предложенный метод продления видеоряда может быть использован при рекомендации коротких видео-роликов, а также фильмов. В результате работы метода получается следующий набор видео, каждый элемент которого близок по выделенным свойствам к начальной выборке.

Ключевые слова: рекомендации, видео, свойства видеосцен, иерархические нейронные сети, продление видеоряда

A VIDEO-SEQUENCE AUTOMATIC CONTINUATION METHOD BASED ON THE VIDEO-SCENES VISUAL AND SEMANTIC PROPERTIES

Vishnevskaya T.I.¹,
PhD in Mathematics,
e-mail: iu7vt@bmstu.ru,

Utochkina N.V.¹,
e-mail: unatart@outlook.com,

¹Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

This article suggests a continuation method for a video-sequence by means of hierarchical recurrent neural networks. The method is based on the information about the visual and semantic properties of video-scenes obtained from the video and its previously known data. The article presents algorithms for identifying the visual and semantic properties of video-scenes and an algorithm for extending the video sequence as well. It describes the result of the method and demonstrates its worth. It also describes possible scenarios its usage. The method can be used for recommending short video clips and films. As a result a set of videos is obtained where each element is close to the initial selection in terms of the selected properties.

Keywords: recommendations, video, video scene properties, hierarchical RNN, video-sequence continuation

DOI 10.21777/2500-2112-2021-3-53-59

Введение

Рекомендации стали важной функциональной частью практически любого сервиса в интернете. Продление видеоряда – частный случай задачи построения пользовательских рекомендаций для медиа-сервисов.

Видео-контент является неотъемлемой составляющей большинства современных медиа-сервисов. Миллионы пользователей по всему миру ежедневно просматривают кино и сериалы в онлайн-кинотеатрах, короткие ролики на стриминговых платформах и в социальных сетях.

Когда пользователь входит в приложение онлайн-кинотеатра, он видит список контента, который, по мнению рекомендательной системы, понравился бы ему, исходя из истории просмотров и оценок. В рамках одного посещения медиа-сервиса пользователь может посмотреть последовательно несколько видео (особенно если речь идет о коротком контенте). Длительный и непрерывный просмотр видео является косвенным сигналом удовлетворенности пользователя от сервиса [1].

Чтобы обеспечить непрерывный просмотр, пользователю должна быть доступна последовательность видео, которая отвечает сразу нескольким свойствам: когерентности, семантической и стилистической схожести, разнообразию, востребованности, релевантности пользователю и т.д. [2]. В случае, когда на сервисе доступно множество тысяч видеофайлов, решить такую задачу вручную становится невозможным. Для автоматического создания подобных последовательностей используются рекомендательные системы, а сама задача называется «продление плейлиста» (в англ. яз. – playlist continuation).

Целью данной работы является создание метода автоматического продления видеоряда на основе визуальных и семантических свойств видеосцен. Этот метод позволит качественно предлагать следующие видео пользователю, исходя из его истории просмотров.

Научная новизна работы заключается в том, что в работе используется большое количество выделенных свойств видеосцен, а рекомендательная система строится на иерархической рекуррентной нейронной сети, в то время как известные методы [3; 4; 5] используют метод коллаборативной фильтрации для рекомендаций или метод опорных векторов. Рекуррентные нейронные сети уже были использованы для рекомендаций и они показывают на 15–30% более качественный результат, чем упомянутые ранее методы [6].

Свойства видеофайлов

В работе используется набор данных из более 1200 трейлеров, а также описание фильмов, к которым трейлеры принадлежат. Описание фильмов состоит из следующих параметров: название фильма, название трейлера, длина фильма, рейтинг фильма, жанры, место и время событий фильма, синопсис. Трейлер, как любой видеофайл, можно разделить на сцены. Каждую сцену можно описать некоторым набором свойств. В таблице 1 описаны полученные свойства из видеосцен и данных файлов, описывающих фильм (в таблице – мета свойства).

Таблица 1 – Свойства видеофайла

Название свойств	Список свойств
Зрительные	Яркость, насыщенность, цвета, темп смены цветов от сцене к сцене, главный цвет, объекты, присутствующие на сцене (например, «человек», «машина»)
Аудио	Энергия, темп, амплитуда, гармоника, MFCC, RMS, полоса пропускания, хроматограмма, «завал» энергии
Мета	Рейтинг фильма, жанр, место и время событий фильма, эмоциональный окрас синопсиса, ключевые слова (например, «преследование», «путешествие», «драконы»)

Алгоритм получения свойств видеосцен

Для получения свойств видеосцен необходимо разделить видеофайл на сцены. Существует множество известных методов для разделения видеофайла на сцены. В работе используется один из базовых методов – при помощи анализа изменения цветового пространства HSV [7]. Далее для каждой из полученных сцен выделяются визуальные характеристики. На протяжении всей работы используется цветовое пространство HSV. Темп смены цветов от сцены к сцене классифицируется от низкого к высокому и считается изменением каждого из параметров цветового пространства HSV – тон, насыщенность, яркость. Стоит учесть, что сцена состоит из нескольких кадров, значения по сцене считаются средним по кадрам, входящим в сцену. Объекты на сцене находятся при помощи модели распознавания объектов ResNet-50. Характеристики аудио так же делятся «по сценно» и берутся их средние значения.

Мета информация, за исключением синопсиса берется «как есть». Из синопсиса выделяется эмоциональный окрас описания при помощи нейросети построенной на данных RuSentiment [8]. Эмоциональный окрас содержит оценку по параметрам: позитивность, негативность, нейтральность.

На рисунке 1 отображена схема представления трейлера как совокупности посценных зрительных и аудио данных, эмоционально разобранный синопсис и метаинформации.



Рисунок 1 – Представление трейлера

На рисунке 2 представлен обобщенный алгоритм выделения зрительных и аудио характеристик из видеофайла и записи их в CSV-файл, который будет использоваться в алгоритме продления видеоряда.

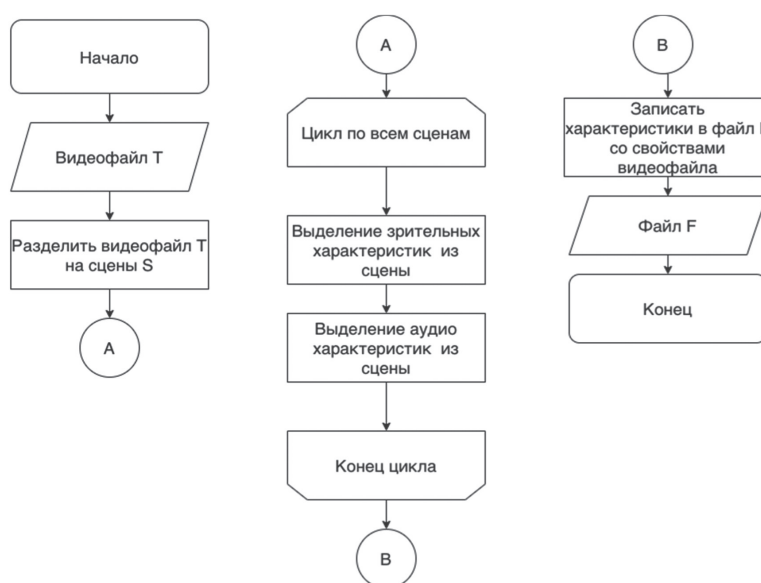


Рисунок 2 – Схема алгоритма выделения свойств из трейлера

Алгоритм продления видеоряда на основе выделенных свойств

Решаемая задача строится следующим образом:

Есть массив сессий пользователей $\mathbf{S}$ размера M , каждый элемент – id просмотренного трейлера:

$\mathbf{S} = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_M\}$, каждый элемент s_i можно описать следующим образом:

1) набором сцен $\mathbf{V}$ размера N , из которого состоит трейлер

$$\mathbf{V} = \{v_1, v_2, \dots, v_n\},$$

где v_i можно представить в виде набора свойств, описывающих сцену $\mathbf{Q}$, размера L : $\mathbf{Q} = \{q_1, q_2, \dots, q_L\}$;

2) набором дополнительных данных размера K : $\mathbf{D} = \{d_1, d_2, \dots, d_K\}$.

Цель задачи состоит в том, чтобы найти следующий элемент сессии пользователя, который можно предложить пользователю.

Данный метод основан на иерархической рекуррентной нейронной сети. На вход подаются следующие компоненты: выделенные ранее посценные характеристики для каждого трейлера, последовательность просмотренных пользователем ранее трейлеров в виде списка идентификаторов (id) трейлеров, а также дополнительная информация о фильме для каждого трейлера.

На выходе ожидается последовательность в виде списка идентификаторов трейлеров, которые предложены пользователю на просмотр. Новая последовательность должна быть когерентна, не должна иметь дубли с входной последовательностью и должна быть семантически и стилистически схожа с входной последовательностью.

Сама модель состоит из двух уровней RNN, в основе которых лежит ячейка GRU – управляемый рекуррентный блок [9]: первый уровень – по сценам каждого из трейлеров, второй уровень – по последовательности трейлеров.

На рисунке 3 и при помощи формул (1)–(5) представлена разработанная модель с описанием входных данных в каждый из компонентов.

Перед тем как подать данные в модель для обучения, необходимо нормализовать данные, преобразовать все столбцы данных, имеющие словарное описание в цифровые значения, очистить данные от нерелевантных значений. Состояние GRU по сцене

$$\mathbf{h}_{si} = GRU(s_{ij}), \quad (1)$$

где s – свойства j -ой сцены i -го трейлера, $j \in [0, M]$, $i \in [0, N]$.

$$\mathbf{f}_i = \mathbf{h}_{sM} - \text{финальное состояние GRU по сценам.} \quad (2)$$

Состояние GRU по трейлеру

$$\mathbf{h}_i = GRU(\mathbf{X} \cdot d_i \cdot f_i), \quad (3)$$

где d_i – дополнительные свойства i -го трейлера;

$\mathbf{X}$ – векторное представление id элемента x_i i -го трейлера.

$$\mathbf{y} = \text{softmax}(\mathbf{h}_i). \quad (4)$$

$$x_{i+1} = \max(\mathbf{y}). \quad (5)$$

Полученный рейтинг необходимо подать в фильтр уже просмотренных видео для того, чтобы пользователю они не предлагались. Таким образом, выходное значение рейтинга для всех рассмотренных алгоритмов можно пересчитать с помощью формулы (6).

$$\mathbf{y} = \mathbf{F} \times \mathbf{y}, \text{ где } \mathbf{F} = \{f_1, f_2, \dots, f_N\}, f_i \in \{0, 1\}, i \in [0, N]. \quad (6)$$

На рисунке 4 представлен алгоритм продления видеоряда на основе семантических и визуальных свойств видеосцен, который включает в себя сбор и подготовку данных, обучение модели и предсказание результатов.

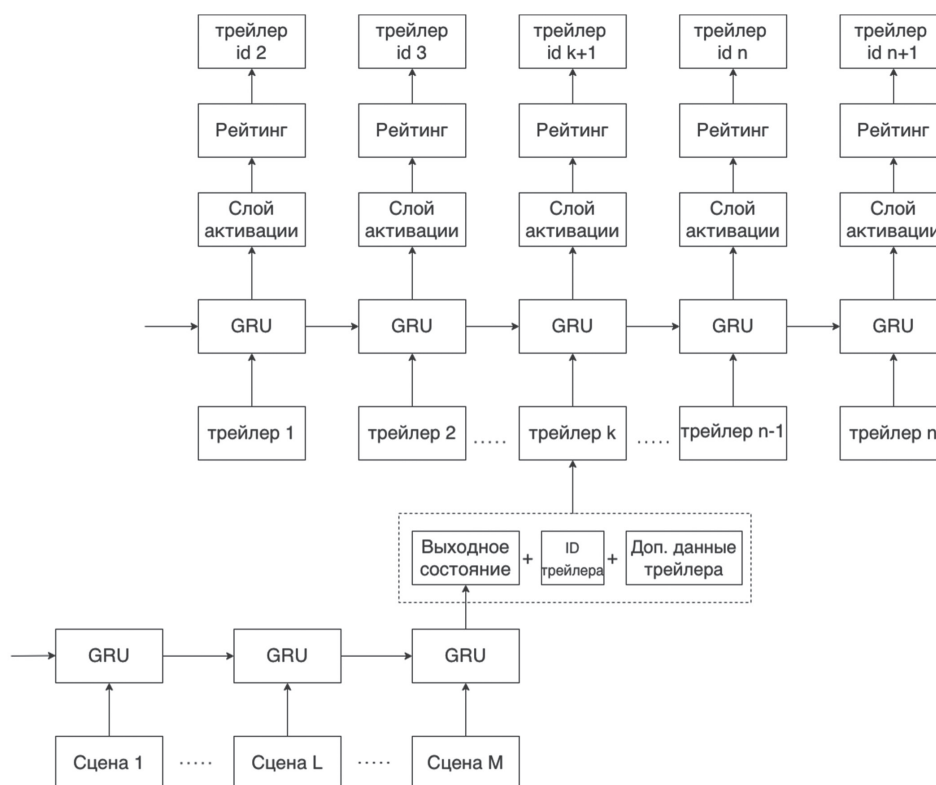


Рисунок 3 – Модель автоматического продления видеоряда

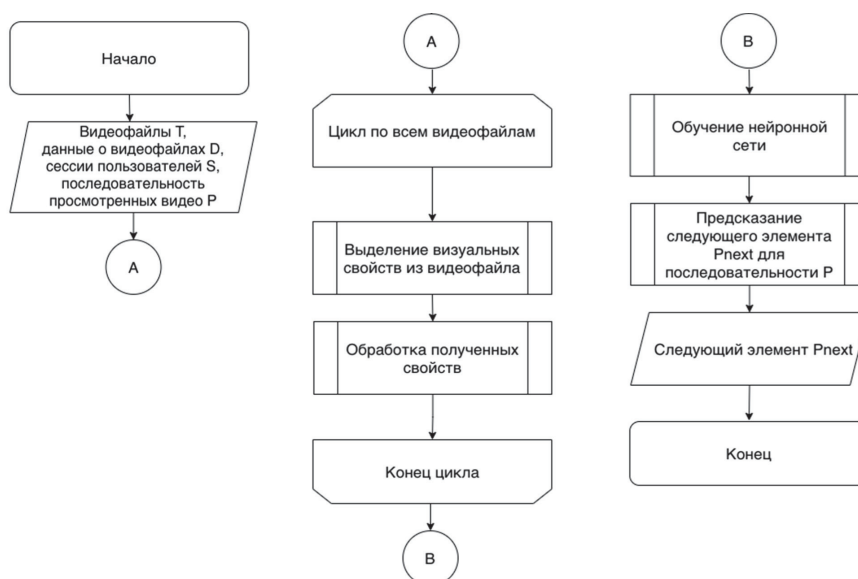


Рисунок 4 – Схема алгоритма автоматического продления видеоряда на основе семантических и визуальных свойств видеосцен

Результат работы разработанного метода

На этапах обучения и тестирования модели получены следующие данные о точности и потерях, представленные на рисунке 5.

В качестве оптимизатора был использован оптимизатор Adam [10], т.к. он был специально спроектирован для использования в моделях глубокого обучения. В качестве функции потерь была исполь-

зована перекрестная энтропия, т.к. выходной слой показывает рейтинг всех имеющихся трейлеров на роль следующего, она описана формулой (7).

$$H(p, q) = - \sum_{x \in \mathcal{X}} p(x) \log q(x). \quad (7)$$

Видно, что точность и потери прямо пропорциональны друг к другу и полный цикл обучения составляет 100 эпох, после чего функция потерь начинает расти.

Разработанная модель соответствует следующим свойствам:

- 1) когерентности – просмотренные трейлеры и предложенный трейлер совпадают по визуальным характеристикам;
- 2) новизне – благодаря фильтру, который находится на последнем слое модели, пользователь не будет получать предложенные трейлеры, которые он недавно посмотрел.

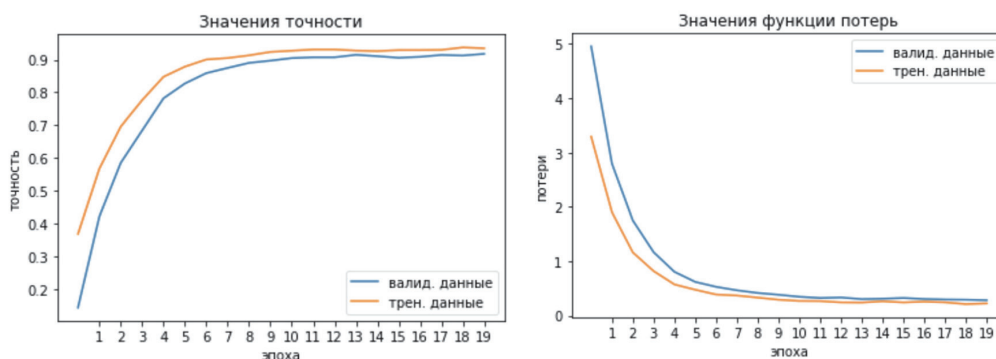


Рисунок 5 – Результаты замеров точности и функции потерь

Заключение

Большинство известных работ описывают процесс построения рекомендаций на основе визуальных и семантических свойств видеосцен с применением коллаборативной фильтрации или метода опорных векторов. Научная новизна данной работы заключается в том, что в ней предлагается метод, использующий в своей основе иерархические рекуррентные сети. Метод был разработан в результате применения подхода нейролингвистического программирования, что позволило проследить аналогию «текст – последовательность слов» и «видео – последовательность сцен». За счет иерархической структуры сети, появляется возможность учитывать тренд изменения параметров сцен отдельно от основных данных видео. Данный подход позволяет качественно учитывать предпочтения пользователя – выдавать контент, схожий с тем, что видел пользователь ранее, с высокой точностью, что подкрепляется результатами исследований в данной работе.

Предложенный метод может иметь практическое значение для построения пользовательских рекомендаций для медиасервисов.

Полученные результаты могут быть полезны разработчикам в сфере машинного обучения.

Список литературы

1. Catherine, W. Why TikTok made its user so obsessive? The AI Algorithm that got you hooked / Catherine W., 2020 [Электронный ресурс]. – URL: <https://towardsdatascience.com/why-tiktok-made-its-user-so-obsessive-the-ai-algorithm-that-got-you-hooked-7895bb1ab423>.
2. Dietmar, J. Music Recommendations: Algorithms, Practical Challenges and Applications / Dietmar J., Iman K., Geoffray B. // Collaborative Recommendations, 2018. Pp. 481–518.
3. Luca, C. Affective Recommendation of Movies Based on Selected Connotative Features / Luca C., Sergio B., Riccardo L. // IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology. – Vol. 23. – No. 4. – Pp. 636–647. – April 2013. DOI: 10.1109/TCSVT.2012.2211935.

4. *Xingzhong, D.* Personalized Video Recommendation Using Rich Contents from Videos / Xingzhong D. [et al.] // du2018personalized, 2018.
5. *Yashar, D.* Using visual features based on MPEG-7 and deep learning for movie recommendation. / Yashar D., Mehdi E., Massimo Q., Paolo C. // International Journal of Multimedia Information Retrieval. – 2018. – № 7(4). – Pp. 1–13.
6. *Massimo, Q.* Personalizing Session-based Recommendations with Hierarchical Recurrent Neural Networks / Massimo Q., Balázs H., Alexandros K., Paolo C. // RecSys '17: Proceedings of the Eleventh ACM Conference on Recommender Systems. – 2017. – Pp. 130–137.
7. *Zeeshan, R.* Detection and representation of scenes in videos / Zeeshan R., Mubarak S. // IEEE transactions on Multimedia. – 2005. – № 7(6). – Pp. 1097–1105.
8. *Rogers, A.* RuSentiment: An Enriched Sentiment Analysis Dataset for Social Media in Russian / Rogers A. [et al.] // Conference: Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics (COLING 2018), 2018, Santa Fe, NM.
9. *Balázs, H.* Session-based recommendations with recurrent neural networks / Balázs H. [et al.] // ICLR, 2016.
10. *Kingma D.P., Ba J. Adam.* A Method for Stochastic Optimization // 3rd International Conference for Learning Representations, San Diego, 2015.

Reference

1. *Catherine, W.* Why TikTok made its user so obsessive? The AI Algorithm that got you hooked / Catherine W., 2020 [Электронный ресурс]. – URL: <https://towardsdatascience.com/why-tiktok-made-its-user-so-obsessive-the-ai-algorithm-that-got-you-hooked-7895bb1ab423>.
2. *Dietmar, J.* Music Recommendations: Algorithms, Practical Challenges and Applications / Dietmar J., Iman K., Geoffray B. // Collaborative Recommendations, 2018. Pp. 481–518.
3. *Luca, C.* Affective Recommendation of Movies Based on Selected Connotative Features / Luca C., Sergio B., Riccardo L. // IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology. – Vol. 23. – No. 4. – Pp. 636–647. – April 2013. DOI: 10.1109/TCSVT.2012.2211935.
4. *Xingzhong, D.* Personalized Video Recommendation Using Rich Contents from Videos / Xingzhong D. [et al.] // du2018personalized, 2018.
5. *Yashar, D.* Using visual features based on MPEG-7 and deep learning for movie recommendation. / Yashar D., Mehdi E., Massimo Q., Paolo C. // International Journal of Multimedia Information Retrieval. – 2018. – № 7(4). – Pp. 1–13.
6. *Massimo, Q.* Personalizing Session-based Recommendations with Hierarchical Recurrent Neural Networks / Massimo Q., Balázs H., Alexandros K., Paolo C. // RecSys '17: Proceedings of the Eleventh ACM Conference on Recommender Systems. – 2017. – Pp. 130–137.
7. *Zeeshan, R.* Detection and representation of scenes in videos / Zeeshan R., Mubarak S. // IEEE transactions on Multimedia. – 2005. – № 7(6). – Pp. 1097–1105.
8. *Rogers, A.* RuSentiment: An Enriched Sentiment Analysis Dataset for Social Media in Russian / Rogers A. [et al.] // Conference: Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics (COLING 2018), 2018, Santa Fe, NM.
9. *Balázs, H.* Session-based recommendations with recurrent neural networks / Balázs H. [et al.] // ICLR, 2016.
10. *Kingma D.P., Ba J. Adam.* A Method for Stochastic Optimization // 3rd International Conference for Learning Representations, San Diego, 2015.

УДК 004.652;510.62

ФОРМАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СОВМЕСТИМОСТИ СПИСКОВ**Гладков Сергей Львович¹,***e-mail: gladkovs@list.ru,*¹*Общество с ограниченной ответственностью «Айгео», г. Красноярск, Россия*

Целью настоящей статьи является построение теоретической модели автоматического соединения управленческих списков различных ведомств. Тема статьи актуальна для организации межведомственного взаимодействия в части обмена данными. На основе остова (общей части) управленческих списков в статье даны формальные определения атомарных и структурированных управленческих списков с атомарными и лингвистическими атрибутами, представляющих собой расширение отношений, введенных Эдгаром Коддом. Рассмотрены признаки совместимости таких списков. Методы исследования: логическая категоризация управленческих списков от простых к сложным.

Рассмотренные в статье формальные определения однородных и структурированных списков, содержащих атомарные и лингвистические атрибуты, а также признаки их совместимости могут лечь в основу разработки стандартов автоматизированного обмена данными между информационными системами. В частности, определения однородных и структурированных списков могут использоваться в процессе разработки обменных форматов, а также сервисов обмена данными между различными информационными системами.

Ключевые слова: управленческие списки, семантика управленческих списков, предикат управленческого списка, совместимость управленческих списков, соединимость управленческих списков, лингвистическая переменная

FORMAL COMPATIBILITY FEATURES OF REGISTERS**Gladkov S.L.¹,***e-mail: gladkovs@list.ru,*¹*Aygeo Limited, Krasnoyarsk, Russia*

The purpose of this article is build a theoretical model of automatic connection of various departmental managerial lists. The topic of the article is relevant for organizing interagency cooperation in terms of data exchange. Basing on the framework (common part) of management lists the article provides formal definitions of atomic and structured management lists with atomic and linguistic attributes. The latter are an extension of the relations introduced by Edgar Codd. The article also views the compatibility signs of such lists. It uses such a research method as logical categorization of management lists from simple to complex ones.

The formal definitions of homogeneous and structured lists considered in the article containing atomic and linguistic attributes as well as signs of their compatibility can form the basis for the development of standards for automated data exchange between information systems. In particular the definitions of homogeneous and structured lists can be used in the development of exchange formats and for data exchange services between various information systems as well.

Keywords: managerial registers, semantics of managerial registers, registers predicate, compatibility registers, connectivity registers, linguistic variable

DOI 10.21777/2500-2112-2021-3-60-71

Введение

Федеральный закон РФ от 27 июля 2010 года № 210-ФЗ «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» устанавливает требование автоматического межведомственного взаимодействия между базами данных различных государственных и муниципальных органов власти. Но пока эта возможность реализуется только специальными приложениями, организующими обмен данными между двумя (или больше) заранее определенными базами данных.

Начнём с анализа отношения (relation), введенного Эдгаром Коддом [1], как ближайшего «родственника» управленческого списка. Для этого рассмотрим упрощенное определение отношения. (Точное определение отношения приведено в книге Кристофера Дейта «Введение в системы баз данных» [2, с. 207].)

Определение 1. Отношение r состоит из заголовка и тела, которые соответствуют определениям, приведенным ниже.

- Заголовок отношения $h(r)$ представляет собой полное множество атрибутов r .
- Атрибут – упорядоченная пара $\langle A_i, T_i \rangle$, где A_i – имя атрибута, T_i – имя типа атрибута;
- Тело отношения $b(r)$ представляет собой множество кортежей, имеющих один и тот же заголовок.

– Кортеж t отношения r – множество упорядоченных троек в форме $\langle A_i, T_i, v_i \rangle$, где A_i – имя атрибута, T_i – имя типа и v_i – значение атрибута A_i с типом T_i из коллекции типов T_i ($i = 1, 2, \dots, n$), которые не обязательно все должны быть разными.

Здесь обозначение r имеет два значения. С одной стороны, r – это отношение в целом. С другой стороны, r – это название отношения. Пока такая двойственность обозначения не приводит к противоречивости изложения, r будет пониматься как пара: отношение и его наименование. В особых случаях, когда будет обсуждаться именно название отношения, будет использоваться обозначение $N(r)$.

Определение 2. Подмножество атрибутов k отношения r является потенциальным ключом этого отношения, тогда и только тогда, когда соответствует следующим условиям¹

– а) *Уникальность.* Ни одно допустимое значение r никогда не содержит два разных кортежа с одним и тем же значением k .

– б) *Несократимость.* Никакое строгое подмножество k не обладает свойством уникальности.

Теперь оценим, насколько определение отношения годится для представления управленческого списка, попытавшись на его основе сформулировать условия совместимости списков.

Допустим, что управленческие списки L и M – это синонимы отношений r_1 и r_2 , для которых признаком совместимости по атрибутам $\langle A_i(r_1), T_i(r_1) \rangle$ и $\langle A_j(r_2), T_j(r_2) \rangle$ следует считать:

- совпадение названий типов этих отношений $T_i(r_1) = T_j(r_2)$;
- домен, т.е. множество значений атрибута $A_i(r_1)$ является подмножеством домена $A_j(r_2)$ или $A_j(r_2)$ является подмножеством домена $A_i(r_1)$. Другими словами

$$DOMAIN(A_i(r_1)) \subseteq DOMAIN(A_j(r_2)) \vee DOMAIN(A_j(r_2)) \subseteq DOMAIN(A_i(r_1)).$$

Если считать списки L и M тождественными отношениям, то окажется, что их возможно соединить, например, по атрибутам РОСТ(L) и ВЕС(M) на том основании, что их значения относятся к одному и тому же числовому типу. Но здесь исследуется возможность совместимости списков по данным об одних и тех же объектах.

Если же дополнить приведенный выше признак совместимости требованием совпадения названий атрибута $\langle A_i(L), T_i(L) \rangle$ списка L с названием атрибута $\langle A_j(M), T_j(M) \rangle$ списка M , то окажется что списки L и M окажутся формально несовместимыми по атрибутам ИМЯ СТУДЕНТА(L) и ИМЯ ШКОЛЬНИКА(M). А значит из-за несовпадения названий родственных атрибутов в списках студентов и школьников мы можем не найти данные об учёбе в школе нынешнего студента.

Определение отношения включает сведения о синтаксисе и структуре, соответствующей списку (таблице), что обеспечивает широкие возможности и гибкость при его практическом использовании

¹ Подробнее о точном определении ключей отношений [2, с. 356].

как единицы хранения данных. Но в нашем случае это определение оказалось слишком широким, чтобы стать фундаментом для определения совместимости управленческих списков.

Управленческие списки

Одним из препятствий на пути совместимости списков является разнообразие наименований, как самих списков, так и их атрибутов. Так в разных организациях один и тот же по смыслу список может называться по-разному, например, «Граждане», «Люди», «Население». Более подробный анализ проблем работы с управленческими списками приведен в статье «Списки» на сайте автора. Поэтому дальнейшее изложение будет вестись в предположении истинности следующего утверждения, принятого без доказательства.

Аксиома о смысле списка. Для каждого списка L с одним (или более) потенциальными ключами существует по крайней мере одно родовое понятие C , обладающее следующими свойствами:

- *каждому идентифицирующему понятию набору характеристик $\{F_k(C)\}$ соответствует один потенциальный ключ списка $\{K_i(L)\}$, где $K_i(L)$ – атрибут списка L в ключе;*
- *каждой идентифицирующей характеристике (свойству) понятия $F_k(C)$ соответствует, по крайней мере, один атрибут, входящий в состав соответствующего потенциального ключа $\{K_i(L)\}$;*
- *каждый набор значений такого потенциального ключа позволяет однозначно идентифицировать любой чувственно воспринимаемый объект (предмет, вещь и т.д.) из полного множества объектов, объединенных этим понятием.*

Заметим, что в аксиоме нет требования взаимной однозначности набора идентифицирующих понятие характеристик и атрибутов соответствующего потенциального ключа списка, т.к. список и соответствующее ему понятие формализованы (нормализованы [3]) обычно в разной степени.

Аксиома о смысле списка позволяет представить признак совместимости двух списков через ссылку на общую характеристику общего родового понятия этих списков. Аксиома также утверждает наличие у каждого списка потенциального ключа соответствующего набору идентифицирующих характеристик родового понятия. На практике далеко не каждый список в силу принципа минимальности [3, с. 9] содержит такой ключ. Но такой ключ всегда может быть добавлен, поэтому в этой работе считается, что каждый список им обладает.

Реальные управленческие списки часто используются не только по основному назначению, но, например, как место для записок на память. Поэтому вместо универсального определения управленческого списка будет дана серия определений списков различной формы по мере увеличения уровня их сложности. Под сложностью формы списка понимается неоднородность записей списка, сложность значений атрибутов списка (наличие структуры значения), а также сложность разделения «не атомарных» атрибутов, т.е. атрибутов, значения которых разделяются на отдельные осмысленные части, к атомарным [1, с. 150].

Вместе с каждым уровнем списка будут рассматриваться вопросы совместимости таких списков, а также вопросы их преобразования к спискам более простой формы.

Предварительные определения

Начнем с базового определения остова [4, с. 108] списка, которое в дальнейшем будет уточняться.

Определение 3. (Базовое). Список L состоит из названия списка $N(L)$, заголовка, тела, а также родового понятия C с набором его характеристик, которые соответствуют определениям, приведенным ниже.

– *Заголовок списка $H(L)$ представляет собой полное множество атрибутов L , включающее характеристический ключ списка.*

– *Атрибут – упорядоченная пара (A_i, D_i) , где A_i – имя атрибута, D_i – имя домена (множества допустимых значений атрибута), i – целочисленный индекс из интервала $[1, n]$, n – количество атрибутов списка.*

– *Характеристический ключ списка – подмножество полного множества атрибутов $\{(A_{i_k}, D_{i_k}) | i_k \in [1, k] \& k \leq n\} \subseteq \{(A_i, D_i) | i \in [1, n]\}$, обладающее свойствами уникальности и несократимости. (В дальнейшем для удобства атрибуты, входящие в состав ключа, будут обозначаться K_i)*

- Тело списка $B(L)$ представляет собой множество записей, имеющих один и тот же заголовок.
- Запись R списка – множество упорядоченных троек в форме (A_i, D_i, v_i) , где A_i – имя атрибута, D_i – имя домена и v_i – значение атрибута A_i из множества D_i .
- Родовое понятие C списка – пара, состоящая из имени понятия $N(C)$ и множества характеристик понятия $F_k(C)$, где $j \in [1, p]$.

Дополнительно приведем полезное определение общего атрибута двух списков.

Определение 4. Списки L и M обладают общим атрибутом $A(L, M)$, если

- Совпадают их родовые понятия $C \equiv C(L) = C(M)$.
- Существует характеристика $F(C)$ общего понятия C , которая соответствует как атрибуту $(A(L), D(L))$ списка L , так и атрибуту $(A(M), D(M))$ списка M , т.е.

$$(\exists (A(L), D(L)) \in \{(A_i(L), D_i(L))\} \wedge (F(C) \Rightarrow A(L)) \wedge \\ (\exists (A(M), D(M)) \in \{(A_j(M), D_j(M))\} \wedge (F(C) \Rightarrow A(M))).$$

- Список L принадлежит списку M по общему атрибуту $A(L, M)$, если домен, т.е. множество значений атрибута, $A(M)$ является подмножеством домена $A(L)$ или домен $A(L)$ является подмножеством домена $A(M)$, т.е. $DOMAIN(A(M)) \subseteq DOMAIN(A(L))$

Предикат списка

Понятие C обладает логической формой, которая называется предикатом [5, с. 103]. Следовательно, можно определить логическую форму каждого списка L , для которого C – родовое понятие.

Определение 5. Предикат списка L – логическая функция $P(L) \equiv P(C)$, определяющая принадлежность набора значений $\{v_j\}$ характеристик $\{F_k(C)\}$ понятию C , имеющая следующую структуру:

$P(C) \equiv P_1(F_1(C)) \wedge P_2(F_2(C)) \wedge \dots \wedge P_j(F_j(C)) \wedge \dots \wedge P_m(F_m(C))$, где $P_j(F_j(C))$ – предикат над одним атрибутом $F_j(C)$ (одноместный предикат [5, с. 92]);

$\{F_j(C)\}$ – набор характеристик, идентифицирующий понятие C .

Таким образом, предикат $P(C)$ списка L является средством верификации (подтверждения) и фальсификации (опровержения) принадлежности набора значений соответствующих характеристикам атрибутов списка L понятию C , т.к. каждому набору значений списка атрибутов ставит в соответствие одно из логических значений «истина» или «ложь».

Характеристики $\{F_j(C)\}$, идентифицирующие понятие C , подразделяются на родовые и видовые отличия понятий [5, с. 92]. При этом видовые характеристики преобладают при идентификации понятий, соответствующих спискам.

Набор значений идентифицирующих характеристик неявно задает последовательность сужающихся понятий, и тем самым может быть представлен как путь образования понятия C .

На рисунке 1 для наглядности использованы атомарные предикаты вида $P_j(F_j(C)) \equiv F_j(C) = a_j$, где a_j – константа, которые представляют собой звенья пути образования (формирования) понятия. Например, в составе предиката понятия «Улицы Красноярск» присутствует атомарный предикат F_1 («Город») = «Красноярск». Этот атомарный предикат соответствует понятию «населённые пункты» и указывает на то, что среди его объектов должен быть выбран «город Красноярск».

Определение 6. Пусть понятие C занимает место n на пути его образования, тогда последовательность понятий $\{C_1; C_2; \dots C_{n-1}\}$, называется контекстом понятия C . Контекст родового понятия C списка L будем называть **контекстом списка** [6]. Контекст списка L , дополненный родовым понятием C списка будем называть **путем списка**

$$\{C_1; C_2; \dots C_{n-1}\} \cup C \equiv \{C_1; C_2; \dots C_{n-1}, C\} \equiv \{C_1; C_2; \dots C_{n-1}, C_n\}.$$

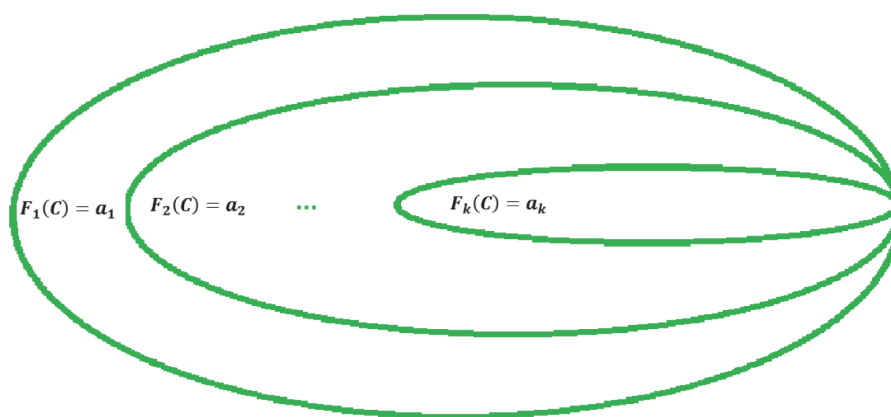


Рисунок 1 – Путь образования понятия

Из предыдущих рассуждений следует, что каждому понятию пути списка соответствует один или несколько атомарных предикатов. Число атомарных предикатов списка должно быть больше или равно числу понятий в пути списка, т.к. каждый атомарный предикат соответствует одному из понятий контекста или родовому понятию списка.

Контекст списка L будет использован в дальнейшем для сведения (преобразования) к списку, соответствующему одному из понятий контекста C (путем сокращения числа атрибутов списка, а также удаления одинаковых записей, возникших из-за удаления атрибутов). Наличие такого преобразования позволит совмещать списки, пути которых содержат общие понятия. Например, для выделения адресов из списков объектов недвижимости.

Записи списка

С точки зрения теории множеств список – это множество записей, которые могут быть представлены точками этого множества. Но с логической и смысловой точки зрения, записи – это единичные списки, т.е. списки, состоящие из одной записи. Поэтому к ним применимы все предыдущие рассуждения.

Родовое понятие C списка L всегда определяет класс объектов. При этом каждая запись списка соответствует понятию c . Поэтому в определении однородности понятия введено требование неразделимости его на подклассы.

Родовое понятие C списка L может быть представлено как синтез понятий об объектах, соответствующих записям списка:

$C \equiv c_1 + c_2 + \dots + c_i + \dots + c_w$, где c_i – понятие записи списка, w – мощность (объем) C , а «+» операция «обобщения» [7] или «синтеза» понятий [6].

Для того чтобы преодолеть возможную неопределенность в дальнейшем прописными буквами (C) будут обозначаться понятия о классах объектов, а строчными буквами единичные понятия.

Каждое понятие записи списка c_i , как и всякое понятие, обладает набором идентифицирующих характеристик, подразделяющихся на две части: идентифицирующие характеристики понятия C и характеристики, определяющие видовые особенности c_i , как подвида. Характеристикам видовых особенностей понятия c_i соответствует ключ записи l_i , значения которого уникальны в пределах списка L .

Каждому понятию записи списка c_i соответствует предикат

$$P(c_i) \equiv P(C) \wedge P_1(f_1(c_i)) \wedge P_2(f_2(c_i)) \wedge \dots \wedge P_j(f_j(c_i)) \wedge \dots \wedge P_m(f_m(c_i)),$$

где $P(C)$ – предикат списка; $P_j(f_j(c_i))$ – одноместный предикат над одной характеристикой записи атрибутом $f_j(c_i)$; $\{f_j(c_i)\}$ – набор видовых особенностей понятия c_i , соответствующего записи l_i .

Ну и наконец, каждое понятие c_i записи обладает контекстом и путем образования. Контекст понятия записи начинается с пути образования родового понятия списка C и дополняется подвидами класса C , которым принадлежит единичное понятие c_i . Путь записи списка получается объединением ее контекста с характеристиками, идентифицирующими запись в пределах списка.

Каждый список может содержать 2 типа записей: обычные и итоговые записи.

Независимо от уровня списка контекст и путь образования итоговой записи t_i списка L совпадают с контекстом и путём образования самого понятия. Т.е. итоговая запись списка L содержит характеристики списка как объекта, порожденного совокупностью обычных записей. Значения характеристик итоговой записи получаются путем применения к соответствующим характеристикам обычных записей агрегатных функций, например, SUM(), MAX(), MIN(), AVG(). На этом основании в [6] операция $C \equiv c_1 + c_2 + \dots + c_i + \dots + c_w$, называется операцией синтеза или порождения понятий.

Таким образом, итоговая запись списка может быть создана из набора обычных записей списка L , поэтому при изучении возможности совместимости списков, наличие в них итоговых записей будет игнорироваться.

Замечание. В определение атрибута списка можно добавить соответствующую ему агрегатную функцию, тогда операция соединения списков может порождать и одну итоговую запись.

Однородные списки

Однородное понятие C – это неразделенное в пределах списка на подклассы понятие [5, с. 203], т.е.

$\nexists m > 1 \mid C \equiv C_1 + C_2 + \dots + C_m$, где «+» операция «обобщения» [7] или «синтеза» понятий [6].

Рисунок 2 демонстрирует различные примеры операций «обобщения». В пределах этого рисунка однородными понятиями являются: «Вагончик», «Земельный участок», «Жилое здание», «Гараж».

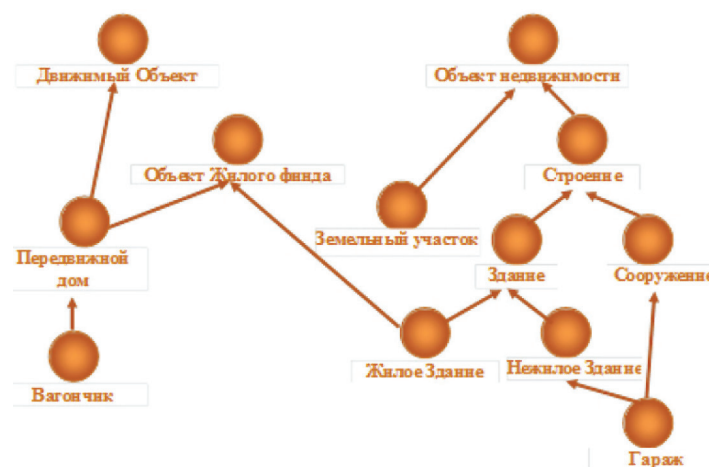


Рисунок 2 – Структура понятий (рисунок из [6])

Однородность класса C , может быть определена через понятия этого класса. Понятие C однородно, если не существует понятия c_i , принадлежащего C , которое принадлежит и подвиду $C_j \subset C$.

$$\nexists c_i \in C \mid \exists C_j \subset C \wedge c_i \in C_j.$$

Определение 7. Список L называется однородным, если он соответствует однородному понятию C .

Следствие 1. Контекст каждой записи однородного списка совпадает с путем образования этого списка.

Однородные атомарные списки

Атомарный атрибут (A, D_i) – это атрибут, значения которого не разделяются на отдельные осмысленные части, т.е.

$$\nexists m > 1 \mid D_i \equiv D_{i_1} \times D_{i_2} \times \dots \times D_{i_m}.$$

Атомарному атрибуту списка L соответствует атомарный одноместный предикат.

Поясним на примере. Пусть A_i – дата в формате «ДД.ММ.ГГГГ». Этот атрибут в общем случае не атомарный, т.к. может быть разделен на три: день, месяц и год. Предикат в накладывающий условие правильности значения этого атрибута не будет одноместным, т.к. в качестве переменных такого предиката должны быть как месяц, так и год.

А теперь разделим атрибут A_i на три: A_{id} – «день», A_{im} – «месяц», A_{iy} – «год». В этом случае общий предикат $A_{iy} = 2021 \wedge A_{im} = 2 \wedge A_{id} \leq 28$ представляется тремя одноместными предикатами, соединенными логической операцией «и» (см. рисунок 1).

Определение 8. Список L – атомарный список, если содержит только атомарные атрибуты. Если однородный список L , обладающий свойством атомарности, называется однородным атомарным списком.

Из аксиомы о смысле списка следует, что каждому набору характеристик, идентифицирующему понятие C списка L , соответствует потенциальный ключ $\{K_i(L)\}$ этого списка.

Следствие 1. Если L – однородный атомарный список, то каждой характеристике $F_k(C)$ соответствует только один атрибут списка $\{A_i(L)\}$.

Если отношение между списком характеристик C и соответствующим подмножеством атрибутов L не взаимно-однозначно, то либо список содержит не атомарный атрибут, либо понятие C не однородно.

Записи атомарного списка

Все обычные записи I_i однородного атомарного списка *обладают одним и тем же контекстом, который соответствует пути образования списка*. Что следует из определения контекста и однородности списка L .

Итоговые записи однородного атомарного списка могут содержать характеристики родового понятия $F_j(C) = a_j$, со значениями пути образования понятия, а также атрибуты, значения которых получены путем применения агрегатных функций, например, SUM(), MAX(), MIN(), AVG().

Заметим, что перечисленные выше функции могут быть применены только к атомарным атрибутам.

Совместимость однородных атомарных списков

Признак совместимости по атрибуту. Пусть даны однородные атомарные списки L и M . Будем говорить, что список M совместим со списком L по атрибуту, если

- списки L и M обладают общим атрибутом (см. данное выше определение общего атрибута списков);
- домены атрибутов, соответствующих общему атрибуту, $A(L, M)$ обладают следующим свойством: $DOMAIN(A(M)) \subseteq DOMAIN(A(L))$.

Например, пусть M – список объектов недвижимости города Красноярск, а L – список объектов недвижимости Красноярского края. Тогда список M совместим со списком L по атрибуту «Адрес объекта недвижимости», если список адресов объектов недвижимости города Красноярск полностью содержится в списке адресов объектов недвижимости Красноярского края. Подчеркнем, что здесь «Адрес объекта недвижимости» – это характеристика общего родового понятия списков, на которую ссылаются их атрибуты с возможно различными названиями.

Признак совместимости списков. Список M совместим по ключу со списком L , если M совместим с L по каждому атрибуту $(K(M), D)$, входящему в потенциальный ключ списка M .

Признак совместимости списков неявно содержит требование эквивалентности потенциальных ключей $K(L)$, $K(M)$ на основании эквивалентности каждого из них одному и тому же набору характеристик $\{F_j(C)\}$, идентифицирующих понятие C . Поэтому совмещение списков можно представлять как взаимную замену ключей в описаниях совместимых списков M и L . Тогда совместимость списков может

быть определена как L-взаимозаменяемость по ключам в терминах Рудольфа Карнапа [8, с. 90]. При этом взаимозаменяемыми по ключам можно считать списки при полном совпадении доменов их ключей.

Лингвистические списки

На практике полностью атомарные списки скорее исключение, чем правило. Поэтому рассмотрим атрибуты списков с неатомарными значениями, т.е. значениями, обладающими некоторой формальной структурой, описанной предложениями на некотором формальном языке. Для этого воспользуемся определением лингвистической переменной, введенной Лотфи Заде [9, с. 71], приспособив его к излагаемому материалу.

Определение 9. Лингвистический атрибут (A_i, G_i, D_i) – это атрибут списка, которому в соответствие поставлена порождающая грамматика Хомского [10, с. 169].

$$G_i = (V_N, V_T, P, S) \quad [11, с. 36],$$

где V_N и V_T – основной и вспомогательный словари (или множество переменных) грамматики G_i соответственно. Объединение V_N и V_T составляет полный словарь $V \equiv V_N \cup V_T$ грамматики G_i , $V_N \cap V_T \equiv \emptyset$;

P – конечное множество правил вывода или правил подстановки, обозначаемых как $\alpha \rightarrow \beta$, где α и β цепочки символов из V , причем α содержит по крайней мере один символ из V_N ;

$S \in V_N$ – начальный символ, к которому начинают применяться правила вывода.

Особенность лингвистического атрибута в том, что он не обязан быть атомарным, а значит для него может выполняться условие $\exists m > 1 \mid D_i \equiv D_{i_1} \times D_{i_2} \times \dots \times D_{i_m}$. Отсюда следует, что предложения языка, порождаемого грамматикой G_i , – это списки строк следующего формата $\{строка_1 \mid строка_2 \mid \dots \mid строка_m\} \in V_T$. В этом случае словарь V_N должен содержать названия $\{A_{i_j} \mid j \leq m\}$ для строк из порожденных грамматикой списков.

Значит, грамматика нашего лингвистического атрибута в результате преобразования его значения порождает набор дополнительных атомарных атрибутов списка $\{(A_{i_j}, D_{i_j}, v_{i_j}) \mid j \leq m\}$ вместе с их значениями.

*Определение 10. Производные атрибуты $\{(A_{i_j}, D_{i_j}) \mid j \leq m\}$ лингвистического атрибута (A_i, G_i, D_i) – это атрибуты, порожденные грамматикой G_i . Полный набор атрибутов, порожденных грамматикой G_i , будем называть **расширением лингвистического атрибута**.*

Определение 11. Список L – лингвистический список, если наряду с атомарными содержит лингвистические атрибуты. Однородный и лингвистический список L , называется однородным лингвистическим списком.

Совместимость однородных лингвистических списков

Пусть даны два однородных лингвистических списка M и L . Каждый из них может содержать как лингвистические, так и атомарные атрибуты. При этом список M может содержать лингвистический атрибут, значения которого в списке L соответствуют набору значений нескольких атрибутов или наоборот.

Для большей общности дальнейших рассуждений будем считать, во-первых, что расширение атомарного атрибута совпадает с самим этим атрибутом.

Это позволит в дальнейшем рассуждении пользоваться термином *расширение атрибута лингвистического списка* или, если это не приводит к неопределенности, то *расширение атрибута списка*.

Во-вторых, определим эквивалентность списков по расширению атрибута.

Определение 12. Список L эквивалентен списку M по расширению атрибута $\{(A_j, D_j) \mid j \leq m\}$, если совпадают их родовые понятия $C \equiv C(L) = C(M)$ и существует набор характеристик

$\{F_k(C)\}$, который соответствует одному или нескольким базовым или расширенным атрибутам каждого из списков

$$\begin{aligned} & - (\exists \{(A_{i_j}(L), D_{i_j}(L))\} \subseteq \{(A_i(L), D_i(L))\} \wedge \\ & - \{F_k(C)\} \Rightarrow \{(A_{i_j}(L), D_{i_j}(L))\}) \wedge \\ & - (\exists \{(A_{i_j}(M), D_{i_j}(M))\} \subseteq \{(A_j(M), D_j(M))\} \wedge \\ & - \{F_k(C)\} \Rightarrow \{(A_{i_j}(M), D_{i_j}(M))\}). \end{aligned}$$

Признак совместимости по атрибуту. Пусть даны два однородных лингвистических списка M и L . Лингвистический список M совместим с L по расширению атрибута, если

– списки L и M эквивалентны по расширению атрибута;

– домены общего расширения атрибута, $\{(A_j, D_j) \mid j \leq m\}$ обладают следующим свойством: $\forall j \in [1, m] \mid DOMAIN(A_j(M)) \subseteq DOMAIN(A_j(L))$.

Как уже отмечалось, совместимые по расширению атрибута списки L и M не обязаны иметь по лингвистическому атрибуту, которые должны совпадать. Но они должны иметь по совпадающему набору базовых или расширенных атрибутов, соответствующему набору характеристик их общего родового понятия.

Например, пусть M – список объектов недвижимости города Красноярска, а L – список объектов недвижимости Красноярского края. Тогда список M совместим со списком L по атрибуту «Адрес объекта недвижимости», если

– атрибут или группа атрибутов с общим названием «Адрес объекта недвижимости» обоих списков преобразуется к расширению одной и той же форме, например, $\{\text{район или городской округ края} \mid \text{Населенный пункт} \mid \text{улица} \mid \text{дом}\}$;

– справочники районов (городских округов), населённых пунктов, улиц, номеров домов города Красноярска содержатся в соответствующих справочниках Красноярского края.

Признак совместимости лингвистических списков. Лингвистический список M совместим по ключу со списком L , если M совместим с L по каждому расширению атрибута $(K_{i_j}(M), D_{i_j}(M))$, входящему в потенциальный ключ списка M .

Структурированные списки

В этом разделе будут рассматриваться списки, соответствующие неоднородным понятиям, т.е. понятиям, разделенным в пределах своих списков на дочерние понятия, т.е. виды и подвиды. Примером такого списка может служить список субъектов права, состоящий из записей как о юридических, так и физических лицах.

Как следует из предыдущих рассуждений, неоднородное понятие C – это понятие, полученное путем обобщения нескольких понятий, т.е.

$$\exists m > 1 \mid C \equiv C_1 + C_2 + \dots + C_m, \text{ где «+» операция «обобщения» понятий [6].}$$

Структурированные атомарные списки

Определение 13. Неоднородный атомарный список L – это объединение нескольких как однородных, так и неоднородных атомарных списков.

Лемма 1. Путь образования понятия C неоднородного списка L есть пресечение путей образования понятий, соответствующих подклассам L .

Доказательство.

Утверждение справедливо для однородного списка L , т.к. контексты его записей образуют путь образования родового понятия C , а значит самого списка. Напомним также, что путь образования итоговой записи t_i однородного списка L , совпадает с путем образования самого списка.

Пусть L – объединение только однородных списков, т.е. все подвиды C_i понятия C – однородные. Преобразуем L в L' , каждую группу обыкновенных записей, соответствующую виду C_i итоговой записью. Путь образования каждой итоговой записи равен пересечению путей образования обыкновенных записей, из которых эта запись получена.

По условию построения списка L , вновь образованный список L' окажется однородным, для которого утверждение леммы верно. Но оно верно и для L , т.к. результат применения операций пересечения множеств, составляющих пути образования записей списка, не зависит от порядка выполнения этих операций.

Пусть виды и подвиды родового понятия C списка L образуют дерево высотой $h | h > 2$. И будем считать, что для любого дерева понятий высотой утверждение истинно. Заменяем все обычные неоднородные записи, расположенные на уровне $h - 1$ списка, соответствующими итоговыми записями. Полученному списку L' будет соответствовать дерево понятий высотой $h - 1$, а значит для него условия леммы выполняются. Т.к. предельная вложенность записей h , то все подсписки на уровне $h - 1$ – однородные. Следовательно, пересечение путей образования понятий всех записей будет равен пути образования родового понятия списка L , даже после замены путей образования итоговых записей пересечением путей образования обычных записей подсписков уровня $h - 1$.

В процессе доказательства леммы выяснилось, что виды и подвиды родового понятия списка образуют дерево понятий, т.е. неоднородный атомарный список L обладает структурой, соответствующей структуре подвидов его родового понятия. Структура списка представляется в виде дерева. Поэтому *неоднородные атомарные списки* далее именуются *структурированными атомарными списками*.

Совместимость структурированных атомарных списков

В процессе доказательства леммы в предыдущем разделе использовался прием понижения высоты дерева списка путем замены обыкновенных записей итоговыми.

Далее списки L' , полученные в результате понижения высоты исходного списка L , будем называть **приведенными списками**, а саму операцию понижения высоты – **приведением списка**.

Если над списком L выполнить $h-1$ раз операцию приведения, то полученный список L' станет однородным. Такой приведенный однородный список будем обозначать – L^{hg} .

Признак полусовместимости. Пусть даны структурированные атомарные списки L и M с высотами h_L и h_M соответственно. Будем говорить, что список M полусовместим со списком L , если

$$- h_M \leq h_L;$$

$$- \exists C(\bar{L}) \subseteq C(L) | C(\bar{L}) \equiv C(M);$$

– каждый приведенный однородный подсписок списка M совместим с соответствующим ему приведенным подсписком $\bar{L}$, следовательно, $\overline{L^{hg}}$ совместим с M^{hg} .

Другими словами, список M полусовместим со списком L , если в последнем можно выделить подсписок, совпадающий с M .

Формулировка признака требует пояснений. Во-первых, эквивалентность деревьев $C(M)$ и $C'(L)$ означает, что они совпадают по высоте. Во-вторых, совпадают структуры деревьев, т.е. совпадают понятия в соответствующих узлах этих деревьев. В-третьих, пути образования обоих деревьев совпадают.

Признак совместимости. Пусть даны структурированные атомарные списки L и M такие, что M полусовместим со списком L , тогда эти списки совместимы, если

- $h_M = h_L$;
- $C(L) \equiv C(M)$.

Интересен также особый случай совместимости структурированных списков, когда совместимость устанавливается между одним из приведенных списков M' и подсписком L , такая совместимость структурированных списков будет называться частичной совместимостью или полусовместимостью.

Заключение

Рассмотренные в статье формальные определения однородных и структурированных списков, содержащих атомарные и лингвистические атрибуты, а также признаки их совместимости могут лечь в основу разработки стандартов автоматизированного обмена данными между информационными системами. В частности, определения однородных и структурированных списков могут использоваться в процессе разработки обменных форматов, а также сервисов обмена данными между различными информационными системами.

В качестве направлений для будущего исследования управленческих списков можно назвать:

- построение следующих категорий управленческих списков, в частности, списки с нечеткими значениями атрибутов [9];
- разработка вопросов соединимости управленческих списков с классификаторами и справочниками;
- разработка формальных грамматик для различных лингвистических атрибутов;
- разработка методики преобразования управленческих списков к отношениям Кодда.

Список литературы

1. Кодд, Е.Ф. Реляционная модель данных для больших совместно используемых банков данных // Системы Управления Базами Данных. – 1995. – № 1. – С. 145–150.
2. Дейт, К.Дж. Введение в системы баз данных / 8-е издание; перевод с английского. – Москва: Вильямс, 2005. – 1328 с.
3. Потапов, А.С. Распознавание образов и машинное восприятие: Общий подход на основе принципа минимальной длины описания. – Санкт-Петербург: Политехника, 2011. – 548 с.
4. Цаленко, М.Ш. Моделирование семантики баз данных. – Москва: Наука, 1989. – 288 с.
5. Войшвилло, Е.К. Понятие как форма мышления: логико-гносеологический анализ. – Москва: Изд-во МГУ, 1989. – 239 с.
6. Гладков, С.Л. О требованиях к интеллектуальной модели данных // Образовательные ресурсы и технологии. – 2015'2(10). – С. 63–70.
7. Джонс М. Смит, Диана К. Смит. Абстракция баз данных: Агрегация и обобщение // СУБД. – 1996. – № 2. – С. 141–160.
8. Карнап, Р. Значение и необходимость. Исследование по семантике и модальной логике. – Москва: Изд. иностр. литературы, 1959. – 384 с.
9. Заде, Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / перевод с английского Н.И. Ринго; под редакцией Н.Н. Моисеева и С.А. Орловского. – Москва: Мир, 1976. – 165 с.
10. Noam Chomsky. On certain formal properties of grammars // Information and Control. – Vol. 2. – Issue 2, 1959. – Pp. 137–167.
11. Фу Кинг-Сун. Структурные методы в распознавании образов / К. Фу; перевод с английского Н.В. Завалишина [и др.]; под редакцией М.А. Айзермана. – Москва: Мир, 1977. – 319 с.

Reference

1. *Kodd, E.F.* Relyacionnaya model' dannyh dlya bol'shih sovmestno ispol'zuemyh bankov dannyh // *Sistemy Upravleniya Bazami Dannyh*. – 1995. – № 1. – S. 145–150.
2. *Dejt, K.Dzh.* Vvedenie v sistemy baz dannyh / 8-e izdanie; perevod s anglijskogo. – Moskva: Vil'yams, 2005. – 1328 s.
3. *Potapov, A.S.* Raspoznavanie obrazov i mashinnoe vospriyatie: Obshchij podhod na osnove principa minimal'noj dliny opisaniya. – Sankt-Peterburg: Politehnika, 2011. – 548 s.
4. *Calenko, M.Sh.* Modelirovanie semantiki baz dannyh. – Moskva: Nauka, 1989. – 288 s.
5. *Vojshvillo, E.K.* Ponyatie kak forma myshleniya: logiko-gnoseologicheskij analiz. – Moskva: Izd-vo MGU, 1989. – 239 s.
6. *Gladkov, S.L.* O trebovaniyah k intellektual'noj modeli dannyh // *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*. – 2015'2(10). – S. 63–70.
7. *Dzhon M. Smit, Diana K. Smit.* Abstrakciya baz dannyh: Agregaciya i obobshchenie // *SUBD*. – 1996. – № 2. – S. 141–160.
8. *Karnap, R.* Znachenie i neobhodimost'. Issledovanie po semantike i modal'noj logike. – Moskva: Izd. inostr. literatury, 1959. – 384 s.
9. *Zade, L.A.* Ponyatie lingvisticheskoy peremennoj i ego primenenie k prinyatiyu priblizhennyh reshenij / perevod s anglijskogo N.I. Ringo; pod redakciej N.N. Moiseeva i S.A. Orlovskogo. – Moskva: Mir, 1976. – 165 s.
10. *Noam Chomsky.* On certain formal properties of grammars // *Information and Control*. – Vol. 2. – Issue 2, 1959. – Pr. 137–167.
11. *Fu King-Sun.* Strukturnye metody v raspoznavanii obrazov / K. Fu; perevod s anglijskogo N.V. Zavalishina [i dr.]; pod redakciej M.A. Ajzermana. – Moskva: Mir, 1977. – 319 s.

СИТУАЦИОННОЕ МЕТАМОДЕЛИРОВАНИЕ

Цветков Виктор Яковлевич¹,

доктор технических наук, профессор,

e-mail: cvj2@mail.ru,

Титов Евгений Константинович²,

e-mail: sergejs.tit@yandex.ru,

¹Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (НИИАС). АО «НИИАС», г. Москва, Россия,²Компания: ООО «Функция ИТ», г. Белгород, Россия

Статья исследует мета моделирование и ситуационное мета моделирование в информационном поле. Она вводит новое понятие «ситуационное мета моделирование». Показан механизм трансформации объектов и ситуаций в информационное поле. Показаны различия между моделью объекта и моделью информационной ситуации, между мета моделью объекта и мета моделью информационной ситуации, сходство и различие между мета моделью и моделью информационной конструкции в информационном поле. Мета модель информационной ситуации является наиболее информативной по сравнению с перечисленными моделями и мета моделями. Ситуационное мета моделирование на основе информационного морфизма преобразует совокупности параметров моделей в функциональные зависимости мета модели. Это главное преимущество мета моделирования. Ситуационное мета моделирование позволяет строить функцию латентных параметров и на этой основе выявляет неявное знание. Статья показывает, что объединяющим фактором между моделями и мета моделями являются информационные единицы. Информационные единицы есть элементы информационного поля. Ситуационное мета моделирование дает возможность выявлять закономерности информационного поля. Закономерности информационного поля позволяют выявлять закономерности внешней среды. Ситуационное мета моделирование есть инструмент познания и получения новых знаний.

Ключевые слова: ситуационное мета моделирование, информационное поле, информационная модель, информационная ситуация

SITUATIONAL METAMODELING

Tsvetkov V.Ya.¹,

D.Sc. in Technology, Prof.,

e-mail: cvj2@mail.ru,

Titov E.K.²,

e-mail: sergejs.tit@yandex.ru,

¹Research and Design Institute of design information, automation and communication on railway transport, Moscow, Russia,²Company: IT Function LLC, Belgorod, Russia

The article explores metamodeling and situational metamodeling in the information field. It introduces a new concept of situational metamodeling. It shows the mechanism of object and situations transforming into an information field. It also shows the difference between an object model and an information situation model and between an object metamodel and an information situation metamodel. The author shows similarities and differences between a metamodel and an information structure model in an information field. An information situation metamodel is the most informative in comparison with the listed models and metamodels. Situational metamodeling based on information morphism transforms sets of model parameters into functional dependencies of the metamodel, which is the main benefit of metamodeling. Situational metamodeling allows us to draw the function of latent parameters and on this

basis reveals implicit knowledge. The article shows information units as the unifying factor between models and metamodels. Information units are elements of the information field. Situational metamodeling makes it possible to identify the patterns of the information field. The patterns of an information field make it possible to identify patterns of the external environment. Situational metamodeling is a tool for learning and gaining new knowledge.

Keywords: situational metamodeling, information field, information model, information situation

DOI 10.21777/2500-2112-2021-3-72-79

Введение

Модель информационной ситуации [1] достаточно широко применяют в управлении [2] и информационном моделировании [3]. Содержательно информационную ситуацию рассматривают как объединенную часть информационного пространства и информационного поля [4]. Формально информационная ситуация – это вид информационной модели, которая включает либо объект исследования и его окружение, либо совокупность объектов и их окружение. Применение информационной ситуации продиктовано необходимостью причинно-следственного анализа и более полного изучения объекта исследования. Существует направление ситуационного управления и ситуационного моделирования. В информационном поле существует множество моделей, из которых, применительно к метамоделированию, следует выделить модель информационной конструкции [5; 6]. Информационная конструкция – это модель, в которой главным аспектом являются концепции и она используется как инструмент обобщения и построения обобщенных схем. Обычная информационная модель – это модель, в которой главным аспектом является параметрическое отображение объекта с его внутренней структурой и связями. Отсюда следует, что обычное информационное моделирование связано с моделированием прикладных параметров объекта. Модель объекта включает общие и прикладные параметры. Общие параметры – это параметры модели безотносительно к ее применению в предметной области. Общие параметры объекта входят в информационную конструкцию. Метамоделирование [7] связано с моделированием концепций и общих параметров. Исследование ситуационного моделирования с использованием метамodelей не исследовано, поэтому тематика данной статьи является актуальной.

Преобразования из реального поля в информационное поле

В современном информационном моделировании применяют понятие информационного поля и информационного пространства [4]. Поле является содержанием пространства. Метамоделирование и информационное моделирование основано на переходе от реального поля и пространства в информационное поле. Такой переход позволяет отразить объекты реальности в информационном поле. Мир есть система систем, для него характерна внутренняя вложенность и структурирование. На рисунке 1 дан фрагмент структурированности внешней среды с включением в нее информационной ситуации, объекта и его частей.

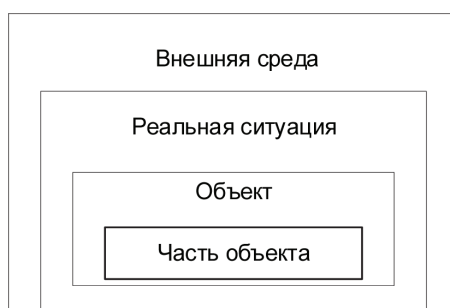


Рисунок 1 – Структурированность среды и ситуации

На рисунке 1 приведены внешняя среда (EE), реальная ситуация (RS), реальный объект (O) и части объекта (PO). Между ними существуют отношения:

$$RS \subset EE;$$

$$O \subset RS;$$

$$PO \subset O.$$

При переходе от реального поля и пространства в информационное поле реальность заменяется на информационные объекты и модели, что показано на рисунке 2. При этом внутренняя вложенность сохраняется.



Рисунок 2 – Информационные объекты и модели при переходе в информационное поле

На рисунке 2 приведены информационное поле (IF), информационная ситуация (IS), информационная модель (IM) и части информационной модели (PIM). Между ними существуют отношения

$$IS \subset IF;$$

$$IM \subset IS;$$

$$PIM \subset IM.$$

Если использовать понятие морфизма [8], то можно построить схему-аналог коммутативной диаграммы [9], что показано на рисунке 3.



Рисунок 3 – Информационный морфизм преобразований из реального пространства в информационное поле

Между объектами диаграммы существуют следующие связи по параметрам: PS – параметры ситуации; PO – параметры реального объекта; PPO – параметры частей объекта; PIS – параметры информационной ситуации; PM – параметры информационной модели; PPM-параметры частей информационной модели. Используя отношение следования можно отобразить процессы морфизма на рисунке 3 следующими отношениями:

$$\begin{aligned} RS &\rightarrow IS; \\ O &\rightarrow IM; \\ PO &\rightarrow PPIM. \end{aligned}$$

Информационное конструирование и метамоделирование

Информационное конструирование, по существу, есть концептуальное моделирование [10]. Результатом этого моделирования является информационная конструкция [5; 11] как абстрактная модель. Информационное конструирование работает с абстрактными моделями. Метамоделирование в информационном поле обобщает информационные модели. Результатом информационного моделирования является информационная модель. Результатом метамоделирования является метамодель [12; 13].

Применяют два метода построения метамодели. В первом методе метамодель формируется как результат обобщения фактофиксирующих моделей объекта. В этом методе метамодель формируют на основе обобщения реальности. Этот метод можно сравнить с получением снимков реальности и обобщением информации на этих снимках. Во втором методе метамодель формируется как обобщенная информационная конструкция, из которой формируют частные информационные модели. Обобщение фактофиксирующих моделей может приводить к выявлению и извлечению неявного знания [14; 15; 16]. Целью такой метамодели является описание реальности в концептуальных и абстрактных терминах. В данном методе метамодель строится не как обобщение реальности, а как обобщение информационных моделей, отражающих эту реальность. Она включает закономерности отражения и построения моделей. Целью такой метамодели является описание закономерностей, правил, последовательностей и законов. В итоге такие метамодели способствуют созданию теории и формированию новых знаний [13].

Современное метамоделирование является многоуровневым [17]. Оно также основано на применении логических последовательностей [18].

Метамодель информационной ситуации

В структурном анализе и в теории искусственного интеллекта часто исследуют объекты и ситуации. В теории моделирования отдельные объекты используют только для построения моделей. Моделирование ситуаций используют мало, поскольку оно является более сложным. Основная причина в том, что объект и система имеют четкие границы, которые не меняются с течением времени. Ситуация имеет расплывчатые границы, которые меняются с течением времени. Информационная ситуация имеет достаточно простое описание вида

$$IS = F(O_1, O_2, \dots, O_N, Re, Con). \quad (1)$$

В (1) IS – информационная ситуация; ($O_1; O_2, \dots, O_N$) – объекты в информационной ситуации; Re – отношения между объектами; Con – связи между объектами.

Объект и система имеют устойчивые связи, которые не меняются с течением времени. Расплывчатость границ информационной ситуации обусловлена неустойчивостью связей и переменчивостью отношений между объектами в данной ситуации. Объекты могут появляться и исчезать. Ярким примером может служить ситуация вокруг железнодорожного состава при его движении. По мере движения поезда окружающая его ситуация меняется.

Разновидностью информационных ситуаций, как в приведенном примере с поездом, являются информационные пространственные ситуации [19]. Часть территории земной поверхности всегда описывается моделью пространственной информационной ситуации. Метамодель информационной ситуации строится как постфиксная метамодель вида

$$(IS_1, IS_2, IS_3, \dots, IS_n) \rightarrow MMIS. \quad (2)$$

В (2) ($IS_1, IS_2, IS_3, \dots, IS_n$) – совокупность связанных информационных ситуаций; MMIS – метамодель информационных ситуаций.

В качестве примера можно рассмотреть геотехнический мониторинг за деформациями инженерного объекта. Мониторинг за деформациями представляет собой циклические процедуры наблюдения за состоянием объекта с помощью геодезических приборов. Каждый цикл наблюдения можно рассматривать как пространственную информационную ситуацию. По совокупности ситуаций получают метамодель состояний, которая содержит неявное знание о состоянии объекта:

$$\text{MMIS}(t) = F2(\text{IS1}(P(i), t_i), \text{IS2}(P(t_i+1), \text{ISnP}(t_n-1))) = F3(P(t), T_{kn}). \quad (3)$$

С помощью метамодели (3) переводят неявное знание T_{kn} в явное E_{xkn} , что отражает выражение

$$F3(P(t), T_{kn}) \rightarrow [F4(t), E_{xkn}]. \quad (4)$$

Для того чтобы оценить преимущества метамодели информационной ситуации, необходимо рассмотреть метамодель объектов, которая приведена на рисунке 4.

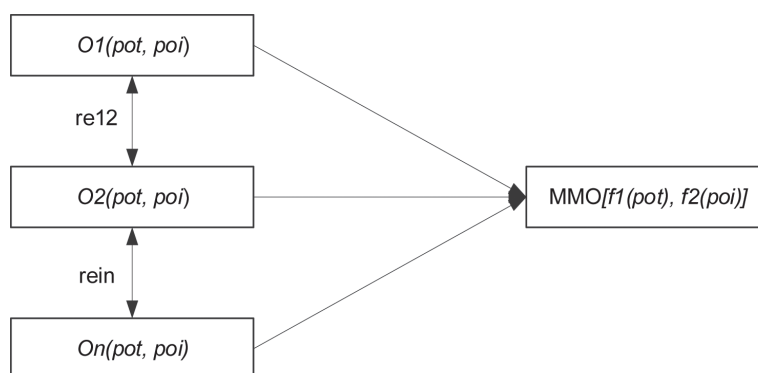


Рисунок 4 – Метамодель объектов

Метамодель объектов (ММО) формируют на основе описания объектов, она имеет простое описание вида

$$\text{ММО}(f1(pot), f2(poi)). \quad (5)$$

В (5) $f1$ – функция от общих параметров объектов (pot), $f2$ – функция от частных или индивидуальных параметров объектов (poi). Принципиальным является то, что при метамоделировании происходит переход от совокупности параметров к их функции, которая описывает закономерность их поведения для разных объектов. На рисунке 4 показаны отношения между объектами (re), которые в метамодель объектов не входят. Метамодель информационной ситуации намного сложнее и информативнее. Она приведена на рисунке 5. В ней объекты заменены на информационные ситуации и в ней присутствует намного больше параметров, чем схеме на рисунке 4.

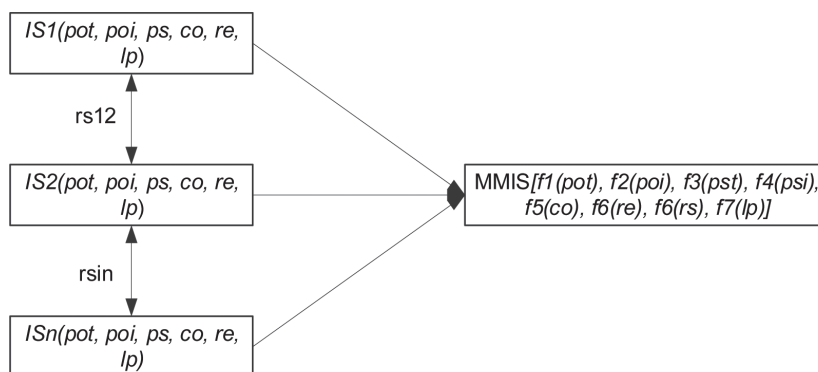


Рисунок 5 – Метамодель информационной ситуации

По сравнению с (1), которое содержит укрупненное объектное описание ситуации, в данной схеме описание ситуации параметрическое

$$IS = \varphi(pot, poi, ps, co, re, lp). \quad (6)$$

В (6) φ – функция ситуации, pot – общие параметры объекта, poi – индивидуальные параметры объекта, ps – параметры ситуации, co – связи между объектами, re – отношения между объектами, lp – латентные параметры ситуации. Выражение (6) показывает, что модель информационной ситуации содержит больше параметров, чем метамодель объектов (5).

Соответственно, метамодель информационных ситуаций MMIS (рисунок 5) содержит больше параметров и функций

$$MMIS[f1(pot), f2(poi), f3(pst), f4(psi), f5(co), f6(re), f6(rs), f7(lp)]. \quad (7)$$

В (7) MMIS – метамодель информационных ситуаций; $f1$ – функция от общих параметров объектов (pot); $f2$ – функция от частных или индивидуальных параметров объектов (poi); $f3$ – функция общих параметров ситуаций (pst), которые не входят в параметры объектов; $f4$ – функция индивидуальных параметров ситуаций (psi); $f5$ – функция связей между объектами (co); $f6$ – функция отношений между объектами (re); $f6(rs)$ – функция отношения между ситуациями; $f7$ – функция латентных параметров (lp). При построении метамодели информационных ситуаций происходит переход от совокупностей разрозненных параметров к их функциям. Эти функции описывают закономерности в информационном поле для разных объектов и разных ситуаций. Следует выделить функцию $f7(lp)$, которая позволяет выявлять функцию латентных переменных или неявное знание.

Необходимо отметить, что важным является следующая индикаторная функция (8)

$$INDf_i = \frac{df_i}{dt}. \quad (8)$$

Принципиальным является два качественных значения этой функции

$$INDf_i = \text{const}; \quad (9)$$

$$INDf_i \neq \text{const}. \quad (10)$$

Выражение (9) говорит о том, что изменений по данному параметру в совокупности информационных ситуаций нет, и закономерности тоже нет. В этом случае функция f_i есть константа. Это говорит об отсутствии влияния данного параметра в разных ситуациях. Выражение (10) говорит о том, что существуют функциональные изменения по данному параметру в совокупности разных информационных ситуаций. Выражение (10) говорит о том, что существуют закономерности при переходе от одной ситуации к другой.

Говоря о структуре метамодели, необходимо отметить, что метамодели и модели объединяют информационные единицы [20; 21; 22] как элементы информационного поля. Модель, информационная ситуация и метамодель могут быть построены из информационных единиц. Информационные единицы есть связующее звено между моделью, ситуацией и метамоделью.

Выражение (7), описывающее метамодель информационной ситуации, говорит о том, что данная метамодель не только содержит множество параметров, но определяет функциональные зависимости для данных параметров в разных ситуациях. Выражение (7) говорит о том, что закономерности информационного поля, которые могут иметь место согласно выражению (10), можно найти, применяя метамоделирование.

Отсюда ситуационное метамоделирование дает возможности обобщения, выявления закономерностей и знаний и междисциплинарного переноса знаний. В информационные ситуации входят объекты, связанные между собой информационными или пространственными отношениями. При формировании моделей объектов из рассмотрения исключаются отношения между объектами. При формировании моделей ситуаций из рассмотрения исключаются отношения между ситуациями. Только метамодель ситуаций позволяет учитывать множество факторов, не включенных в эти модели. Параметрическую модель объекта или ситуации можно сравнить с точкой на плоскости. Метамодель ситуации можно сравнить с регрессионной линией, которая объединяет эти точки.

Заключение

Информационная модель и модель информационной ситуации содержат свои внутренние параметры и не описывают закономерности между разными моделями. Ситуационное метамоделирование позволяет выявлять такие закономерности. Информационная модель, модель информационной ситуации и метамодели связывают информационные единицы. Поэтому при проведении метамоделирования необходимо выявлять информационные единицы как элементы информационного поля. Информационные единицы как элементы алфавита служат основой для построения других моделей и метамodelей.

Метамоделирование является важным инструментом анализа и выявления закономерностей. Как показывает данная статья, метамодель является более информативной и, главное, параметрическое описание она может заменять функциональным описанием, может выступать как система моделей, как выявленные закономерности. Ситуационное метамоделирование позволяет находить латентные параметры и извлекать неявное знание. Пока это единственный аналитический инструмент для решения такой задачи.

Близко к понятию метамодели стоит информационная конструкция. Однако она является более статической и описательной. Метамоделирование позволяет находить функциональные зависимости. Информационный морфизм является основным средством метамоделирования. Ситуационное метамоделирование – это метамоделирование с использованием моделей объектов, информационных ситуаций и их метамodelей. Оно позволяет создавать более информативную систематизированную метамодель. Ситуационное метамоделирование позволяет создавать метатеорию. Это направление требует дальнейших исследований.

Список литературы

1. Цветков, В.Я. Модель информационной ситуации // Перспективы науки и образования. – 2017. – № 3(27). – С. 13–19.
2. Ожерельева, Т.А. Информационная ситуация как инструмент управления // Славянский форум. – 2016. – № 4(14). – С. 176–181.
3. Титов, Е.К. Информационное ситуационное моделирование // Славянский форум. – 2021. – № 3(33). – С. 162–171.
4. Цветков, В.Я. Информационное поле и информационное пространство // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 1-3. – С. 455–456.
5. Дешко, И.П. Информационное конструирование: монография. – Москва: МАКС Пресс, 2016. – 64 с.
6. Шайтура, С.В. Моделирование и конструирование // Славянский форум. – 2019. – № 1(23). – С. 68–79.
7. Tsvetkov V.Ya., Shaitura S.V., Minitaeva A.M., Feoktistova V.M., Kozhaev Yu.P., Belyu L.P. Metamodelling in the information field // Amazonia Investiga. – 2020. – Vol. 9. – № 25. – P. 395–402.
8. Ожерельева, Т.А. Информационное соответствие и информационный морфизм в информационном поле // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2017. – №4. – С. 86–92.
9. Математика. Большой энциклопедический словарь / гл. редактор Ю.В. Прохоров. – 3-е изд. – Москва: Большая Российская энциклопедия, 2000. – 848 с.
10. Теслинов, А. Концептуальное проектирование сложных решений. – Санкт-Петербург: Питер, 2009.
11. Лотоцкий, В.Л. Информационная ситуация и информационная конструкция // Славянский форум. – 2017. – № 2(16). – С. 39–44.
12. Цветков В.Я., Булгаков С.В., Титов В.К., Рогов И.Е. Метамоделирование в геоинформатике // Информатика и космос. – 2020. – № 1. – С. 112–119.
13. Ожерельева, Т.А. Метамоделирование в информационном поле. – Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2020. – 109 с.
14. Елсуков, П.Ю. Трансформация неявного знания // Славянский форум. – 2016. – № 4(14). – С. 87–93.
15. Цветков, В.Я. Анализ неявного знания // Перспективы науки и образования. – 2014. – № 1(7). – С. 56–60.
16. Болбаков, Р.Г. Извлечение неявного знания // ИТ-Стандарт. – 2021. – № 2(27). – С. 8–13.
17. Atkinson C., Kühne T. The essence of multilevel metamodelling // International Conference on the Unified Modeling Language. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2001. – P. 19–33.

18. *Господинов, С.Г.* Логическое обоснование в научных исследованиях // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2018. – № 6 (10). – С. 41–48.
19. *Павлов, А.И.* Пространственная информационная ситуация // Славянский форум. – 2016. – № 4(14). – С. 198–203.
20. *Болбаков, Р.Г.* Философия информационных единиц // Вестник МГТУ МИРЭА. – 2014. – № 4(5). – С. 76–88.
21. *Цветков, В.Я.* Информационные единицы как средство построения картины мира // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 8-4. – С. 36–40.
22. *Markelov, V.M.* The Application of Information Units in Logistics // European Journal of Technology and Design. – 2014. – № 4(6). – P. 176–183.

References

1. *Cvetkov, V.Ya.* Model' informacionnoj situacii // Perspektivy nauki i obrazovaniya. – 2017. – № 3(27). – S. 13–19.
2. *Ozherel'eva, T.A.* Informacionnaya situaciya kak instrument upravleniya // Slavyanskij forum. – 2016. – № 4(14). – S. 176–181.
3. *Titov, E.K.* Informacionnoe situacionnoe modelirovanie // Slavyanskij forum. – 2021. – № 3(33). – S. 162–171.
4. *Cvetkov, V.Ya.* Informacionnoe pole i informacionnoe prostranstvo // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. – 2016. – № 1-3. – S. 455–456.
5. *Deshko, I.P.* Informacionnoe konstruirovaniye: monografiya. – Moskva: MAKSS Press, 2016. – 64 s.
6. *SHajtura, S.V.* Modelirovanie i konstruirovaniye // Slavyanskij forum. – 2019. – № 1(23). – S. 68–79.
7. *Tsvetkov V.Ya., Shajtura S.V., Mininaeva A.M., Feoktistova V.M., Kozhaev Yu.P., Belyu L.P.* Metamodeling in the information field // Amazonia Investiga. – 2020. – Vol. 9. – № 25. – P. 395–402.
8. *Ozherel'eva, T.A.* Informacionnoe sootvetstvie i informacionnyj morfizm v informacionnom pole // ITNOU: Informacionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii. – 2017. – №4. – С. 86–92.
9. *Matematika. Bol'shoj enciklopedicheskiy slovar' / gl. redaktor Yu.V. Prohorov.* – 3-e izd. – Moskva: Bol'shaya Rossijskaya enciklopediya, 2000. – 848 s.
10. *Teslinov, A.* Konceptual'noe proektirovanie slozhnyh reshenij. – Sankt-Peterburg: Piter, 2009.
11. *Lotockij, V.L.* Informacionnaya situaciya i informacionnaya konstrukciya // Slavyanskij forum. – 2017. – № 2(16). – S. 39–44.
12. *Cvetkov V.Ya., Bulgakov S.V., Titov V.K., Rogov I.E.* Metamodelirovanie v geoinformatike // Informaciya i kosmos. – 2020. – № 1. – S. 112–119.
13. *Ozherel'eva, T.A.* Metamodelirovanie v informacionnom pole. – Saarbrücken: LAP LAMBERT, 2020. – 109 s.
14. *Elsukov, P.YU.* Transformaciya neyavnogo znaniya // Slavyanskij forum. – 2016. – № 4(14). – S. 87–93.
15. *Cvetkov, V.Ya.* Analiz neyavnogo znaniya // Perspektivy nauki i obrazovaniya. – 2014. – № 1(7). – S. 56–60.
16. *Bolbakov, R.G.* Izvlechenie neyavnogo znaniya // IT-Standart. – 2021. – № 2(27). – S. 8–13.
17. *Atkinson C., Kühne T.* The essence of multilevel metamodeling // International Conference on the Unified Modeling Language. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2001. – P. 19–33.
18. *Gospodinov, S.G.* Logicheskoe obosnovanie v nauchnyh issledovaniyah // ITNOU: Informacionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii. – 2018. – № 6 (10). – С. 41–48.
19. *Pavlov, A.I.* Prostranstvennaya informacionnaya situaciya // Slavyanskij forum. – 2016. – № 4(14). – С. 198–203.
20. *Bolbakov, R.G.* Filosofiya informacionnyh edinic // Vestnik MGTU MIREA. – 2014. – № 4(5). – С. 76–88.
21. *Cvetkov, V.Ya.* Informacionnye edincy kak sredstvo postroeniya kartiny mira // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. – 2014. – № 8-4. – С. 36–40.
22. *Markelov, V.M.* The Application of Information Units in Logistics // European Journal of Technology and Design. – 2014. – № 4(6). – P. 176–183.

ЭВОЛЮЦИЯ ПОНЯТИЯ «СЛОЖНАЯ СИСТЕМА»

Ознамец Владимир Владимирович¹,

канд. техн. наук,

e-mail: voznam@bk.ru,¹Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), Москва, Россия

Статья исследует эволюцию понятия «сложная система» в аспекте развития теории систем. Статья показывает, что, как и кибернетика, современная теория систем претерпела существенное развитие, что требует нового подхода к рассмотрению понятия сложной системы. Статья показывает, что первоначальное понятие сложной системы ставило задачу ее формального описания, современное понятие сложной системы решает ряд дополнительных задач. На основе сигнатуры концептуального представления систем показано последовательное изменение свойств и расширение функциональности по мере применения элементов когнитивности. Показано, что в настоящее время понятие сложной системы от абстрактной формы или технической формы приобретает комплексный аспект с учетом многих факторов, в том числе и когнитивный фактор. Отмечается, что упрощенное описание сложной системы может иметь ограниченное применение, необходимо описание специальных признаков, раскрывающих когнитивные, организационные, ресурсные и другие факторы, которые влияют на результат деятельности системы и позволяют находить причинно-следственные связи между составом системы и результатом.

Ключевые слова: сложная система, системные признаки, когнитивный фактор, информационная единица

“COMPLEX SYSTEM” CONCEPT EVOLUTION

Oznamets V.V.¹,

PhD in Technology,

e-mail: voznam@bk.ru,¹Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

The article explores “complex system” concept evolution in the aspect of systems theory development. The article shows that like cybernetics the modern systems theory has developed significantly. It requires a new approach to considering complex system concept. The article shows that while the original complex system concept posed the task of its formal description the modern one does a number of additional tasks. Basing on the signature of systems conceptual representation the article shows a consistent change in properties and expansion of functionality as the elements of cognition are applied. It is shown that at present the complex system concept from an abstract or technical form gets a complex aspect taking into account many factors including the cognitive one. It is noted that a simplified description of a complex system may have limited use so it is necessary to describe special features that reveal cognitive, organizational, resource and other factors that affect the result of the system’s activity and allow one to find causal relations between the system composition and the result.

Keywords: system, complex system, system analysis, system signs, special signs, general signs

DOI 10.21777/2500-2112-2021-3-80-87

Введение

Термин «сложная система», как и термин «кибернетика», претерпел изменения в силу многообразия и развития этих понятий. Определение кибернетики, введенное Н. Винером, не охватило всех ситуаций ее использования. В настоящее время применяют понятия социальная кибернетика [1] и кибернетика первого, второго [2], третьего и четвертого порядка [3]. То же самое относится к понятию система. Появились новые виды систем, которые нельзя описать общим простым определением [4].

Особо следует рассмотреть сложные системы, которые существенно расширились в многообразии и качественном понимании [5]. Понятие сложности связано с человеческим фактором [6]. То, что было сложным ранее становится простым в настоящее время. Пока не разработаны чёткие критерии сложности (систем) и существует множество подходов к оценке этой характеристики. Сложность оценивают по оппозиционной шкале «простота – сложность». Большей частью сложность есть сравнительная характеристика. В силу этого термин сложность чаще употребляют как атрибут – сложность системы [7] или процесса и реже как феномен. Сложность связывают с некой характеристикой. Например, можно выделить атрибутивные виды сложности: сложность системы, сложность вычислений, сложность процесса, сложность графа, сложность управления, сложность коммуникации, сложность открытой системы, сложность случайных процессов. Описать перечисленные виды сложности одним определением затруднительно. Аналогичная ситуация имеет место со сложными системами [5], число которых в настоящее время велико и качественные различия весьма существенны. Многие сложные системы являются саморазвивающимися. Современное понятие сложной системы охватывает социальные и живые системы, а также гибридные: мультиагентные и генетические, которые занимают промежуточное место между живыми и техническими системами. Поэтому анализ сложности и сложных систем является актуальным.

Сравнение трактовок понятий «сложная система»

В науке есть понятие «догма одномерности» [8; 9]. Это ситуация когда одним определением или дефиницией пытаются описать сложное полисемическое явление или объект. Этот термин означает узость подхода, который всегда приводит либо к ошибкам, либо к сужению области применения термина. В качестве примера рассмотрим широко используемое определение, обозначим его как «O1», которое утверждает, что система есть «множество элементов, находящихся в отношениях, в связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство» [10].

Определение O1 в качестве ключевого показателя использует понятие «множество». Это означает, что согласно данному определению система есть, в первую очередь, множество. Множества бывают разные, поэтому в определении O1 содержится неопределенность, обусловленная отсутствием точности в указании вида множества. Например, четкое или нечеткое множество. Определение O1 не является единственным и является неполным в силу того, что в нем не обозначены такие важные факторы как структура, нет системного критерия эмерджентность, нет упоминания о делимости системы на элементы. В зависимости от критерия делимости получаются разные элементы и разные структуры. Открытые и закрытые системы не учтены определением O1. Существуют разные виды систем, которые покрыть приведенным определением не представляется возможным, поскольку между системами существуют принципиальные различия.

Описание сложной системы (SYS) согласно определению O1 основано на перечислении параметров, которые входят в ее дефиницию. Такое описание систем называют перечислительным. Отсюда описание O1 включает связи, элементы и отношения и может быть представлено в виде

$$SYSI = \langle E, C, R, IN \rangle. \quad (1)$$

Выражение (1) полностью соответствует определению O1. В выражении (1) приняты следующие обозначения: *SYSI* – описание системы в соответствии с определением O1; *E* – множество элементов в системе; *C* – множество связей в системе; *R* – множество отношений между элементами; *IN* – свойство целостности. Если система целостная, то она обладает единством. Это определение указывает, что система состоит из элементов, связей и отношений и обладает целостностью и единством. В описании (1) сложная система представляет собой некую абстракцию и не связана с внешней средой, то есть является закрытой. Закрытые системы можно рассматривать как закрытую модель, применяемую для локальных целей исследования.

В большинстве работ [11; 12; 13; 14; 15; 16] сложная система трактуется как совокупность подсистем, частей и элементов, связей и отношений между ними и взаимодействий между элементами [17]. Рассмотрим ряд описаний в альтернативу определению O1 и соответствующему ему выражению (1).

Самое простое описание включает структуру системы, части системы, связи, элементы и отношения и может быть представлено в виде

$$SYS = \langle Pr, Str, E, C, R, IN \rangle. \quad (2)$$

В выражении (2) приняты следующие обозначения: Pr – совокупность частей системы; Str – структура системы; E – множество элементов в системе; C – множество связей в системе; R – множество отношений между элементами, частями и подсистемами; IN – свойство целостности. Это определение указывает, что система состоит из разнородных частей и имеет структуру. Описание (2) более полное по сравнению с описанием (1).

При переходе от абстрактной сложной системы (SYS) к прикладной системе (AS) [18], необходимо включить наличие цели, отражающей решение практических задач. В этом описании добавим к уже рассмотренному кортежу (2) множество целей G и структурируем систему на подсистемы. В этом случае прикладная система с наличием цели имеет описание вида

$$AS = \langle Ps, Pr, Str, E, C, R, G, IN \rangle. \quad (3)$$

В выражении (3) Ps – совокупность подсистем; G – множество целей, остальные параметры такие же, как и в (2). Выражение (3) характеризует системы с одной или множеством целей. Это описание более полное по сравнению с описанием (1). Описания (1–3) являются описаниями закрытой системы. Для того, чтобы сделать систему открытой, необходимо включить в описание входы и выходы. В этом случае получаем описание открытой целеопределенной системы в виде

$$AS = \langle Ps, Pr, Str, E, C, R, G, IN \text{ int, out} \rangle. \quad (4)$$

В выражении (4) int – множество входов, out – множество выходов системы. Наличие входов и выходов системы связывает систему с внешней средой и позволяет моделировать информационное и физическое взаимодействие системы со средой. Это описание более полное по сравнению с описанием (1). Поскольку IN является обязательным свойством, в дальнейшем его можно не включать, но подразумевать его наличие.

В ряде задач (управление) играет роль время выполнения операций системой. Функционирование прикладной системы происходит в пределах некоторого допустимого интервала времени (ΔT). В этом случае рассматриваются процессы, происходящие в системе и в среде, учитывается динамика функционирования системы. Для абстрактной сложной системы это понятие не используют. Оно появляется для прикладной системы (AS). В этом случае описание (4) должно быть дополнено параметром ΔT – время оперативной реакции прикладной системы:

$$SYS(t) = \langle Ps, Pr, Str, E, C, R, G, int, out, \Delta T \rangle. \quad (5)$$

Описание (5) более полное по сравнению с описанием (1). Следующим этапом расширения описания является учет человеческого фактора. Включение когнитивного фактора Cog в систему формирует человеко-машинную систему (HMS) [19], которая может быть описана следующим выражением

$$HMS = \langle Ps, Pr, Str, E, C, R, G, int, out, \Delta T, Cog \rangle. \quad (6)$$

Выражение (6) описывает эволюционную модель сложной системы и показывает, что HMS является эволюцией сложной системы. В качестве HMS часто рассматривают сложные объекты, такие как фирма, орган государственной власти, государственный фонд и др. Описание (6) более полное по сравнению с описанием (1).

Следующим этапом расширения описания является учет возможного изменения параметров системы с течением времени. В этом случае говорят о динамических системах. Для динамической системы $DS(t)$ характерно изменение некоторых параметров со временем и включение времени как аргумента

$$DS(t) = \langle Ps, Pr(t), Str(t), E, C(t), R(t), G(t), int, out, \Delta T \rangle. \quad (7)$$

Выражение (7) описывает системы с переменной структурой. Выражение (7) включает качественно иные параметры по сравнению с описанием (1). Исходя из того, что система обладает каче-

ством эмерджентности, ее нельзя исследовать только на основе анализа ее частей или элементов. Исследование системы только методом декомпозиции, т.е. методом разложения целого на части, является недостаточным, так как оно сводится к исследованию лишь ее отдельных частей. Эмерджентная система (ES) может быть описана с помощью выражения

$$ES(t) = \langle Ps, Pr(t), Str(t), E, C(t), R(t), G(t), int, out, \Delta T, EM \rangle, \quad (8)$$

где EM – эмерджентная информация или характеристика. Она появляется при наличии нелинейной комбинации компонент системы и характеризует эмерджентность системы как дополнительное свойство. При разложении системы на части системная информация и эмерджентность исчезает.

Выражения (1)–(8) являются линейными описаниями и допускают последующие модификации. Например, иногда цели разбивают на внешние ($G(t)out$) и внутренние ($G(t)int$) или на цели функционирования и развития. В описания систем можно включать ресурсы системы, которые определяют ее жизненный цикл:

$$SYS(t) = \langle Ps, Pr, Str, E, C, R, G, int, out, \Delta T, G(t), Res \rangle. \quad (9)$$

В выражении (9) Res – ресурсы системы. При описании системы во внешней среде приходят к понятию информационной ситуации [20] как микроокружения системы, которое существенно влияет на ее состояние.

Все рассмотренные описания сложных систем (1)–(9) относятся к линейным описаниям. Принцип построения выражений (1)–(9) – линейный. При появлении нового свойства системы, это свойство обозначают идентификатором и включают в совокупность (1)–(9), описывающую сложную систему. Принципиальным в анализе описаний сложных систем является выявление эмерджентности как явного фактора в выражении (8). Совокупность всех параметров системы в фиксированные моменты времени t_i называют состоянием системы Z_i . Описание (1) включает всего четыре характеристики, в то время как описания сложных систем включает от 10 и более характеристик.

Многообразие сложных систем

Существуют разные виды сложных систем: организационные [21], технологические [22], технические, организационно-технические [23], живые [24], эмерджентные и аддитивные системы, интеллектуальные [25], прикладные [18], киберфизические, алгоритмические, программные, сложные системы данных [26], геотехнические системы, когнитивные системы. Определение О1 является неполным и нецелостным, следовательно, не системным. Такое определение системы не может быть каноническим и может иметь ограниченное применение.

Существует ряд систем, которые не попадают по определению О1. Это стохастические системы, динамические системы, системы когнитивных кластеров, распределенные системы, синергетические системы, самоорганизующиеся системы, аутопоэтические системы, системы правил.

Отражает ли определение О1 специфику таких систем как прикладные системы [18], геотехнические системы [27], интеллектуальные транспортные системы [28], системы наук [29], системы знаний [30]? Нет, не отражает.

По логике и лингвистике каждый специфический объект (SO) должен иметь свое определение или дефиницию (SD)

$$SO \rightarrow SD (Cf, Sf). \quad (10)$$

Выражение (10) описывает информационное соответствие между объектом и его определением. По-существу дефиниция есть описательная модель. Дефиниция любого объекта включает общие признаки класса объекта (common features – Cf) и специальные или индивидуальные признаки объекта (special features – Sf), выделяющие его в классе объектов.

Определение О1 и описание (1) не включает специальные признаки и не включает ряд важных общих признаков, такие как структура и эмерджентность системы и жизненный цикл системы. В ка-

честве примера рассмотрим систему геодезического обеспечения (GSS). В соответствии с Концепцией развития отрасли геодезии и картографии применяют понятие «Система геодезического обеспечения государства» [31]. В этом подходе «система» геодезического обеспечения Российской Федерации интерпретируется как «генеральная совокупность» ряда важных параметров

$$GSS \rightarrow DGSS (Cf, Sf). \quad (11)$$

На основе выражения (11) получим для описания *GSS* модель сложной системы в виде

$$GSS(t) = \langle G, Str(g), E, ND(t), C, R, Dp, Ds, Md, Res, ISitu, Cog, OD \rangle. \quad (12)$$

В выражении (12) приняты следующие обозначения: *G* – цель применения геодезического обеспечения; *Str(g)* – структура геодезического обеспечения, которая меняется в зависимости от цели; *E* – множество технологических и технических элементов в системе; *ND(t)* – нормативные документы, которые имеют жизненный цикл и зависят от времени; *C* – технологические и технические связи в системе; *Rp* – множество отношений между частями системы; *Dp* – первичные данные, получаемые в ходе измерений; *Ds* – вторичные данные, получаемые при обработке; *Md* – модели, применяемые при описании объекта исследования или при обработке информации; *Res* – ресурсы системы; *ISitu* – условия проведения работ, информационная ситуация проведения работ; *Cog* – когнитивный фактор; *OD* – выходные данные или результат геодезического обеспечения.

В выражении (12) параметр времени входит в неявной форме через нормативные документы. Входы-выходы подразумеваются, но не показаны. Системное описание (12) показывает, что геодезическое обеспечение является сложной прикладной системой и обладает системными признаками. Вариативность структуры *Str(g)* позволяет адаптировать *GSS(t)* к целям *G* и условиям работ *ISitu*. Вариативность структуры *Str(g)* реализуется организационными принципами и говорит о том, что *GSS(t)* может быть рассмотрена как организационная система и результат геодезического обеспечения зависит от организации работ. Когнитивный фактор *Cog* показывает, что результаты работ на практике зависят от квалификации специалиста. Нормативы могут быть одинаковые, а результаты работы будут разные в зависимости от квалификации специалиста. *ND(t)* – нормативные документы имеют временные ограничения и это влияет на организацию геодезического обеспечения как системы. Применяемые модели влияют на результат, в частности, точность обработки влияет на применимость результата обработки. Условия работ или информационная ситуация влияют на организацию работ и на структуру системы.

Заключение

В настоящее время понятие сложной системы от абстрактной или технической формы приобретает комплексный аспект с учетом когнитивных и ресурсных факторов. Понятие сложной системы приобретает социальный аспект и аспект саморазвития. Понятие сложной системы включает не только технические, но и живые системы. Безликие элементы системы в абстрактной сложной системе замещаются на различные группы информационных единиц. Различные группы информационных единиц повышают функциональность систем и их дифференциацию. Аспект саморазвития привел к тому, что многие (но не все) технические, технологические и сложные организационно-технические системы попадают в класс саморазвивающихся систем [32; 33]. Первоначальное понятие сложной системы ставило задачу ее формального описания. Современное понятие сложной системы ставит несколько задач. В первую очередь, это результат функционирования или деятельности системы. Следующими задачами являются: связь сложной системы с окружающей средой и описание причинно-следственных механизмов, влияющих на результат, качественное описание элементов системы и определение критериев образования этих элементов в виде информационных единиц. Современное понятие сложной системы включает фактор жизненного цикла и человеческий фактор. На примере сложной системы геодезического обеспечения видно, что современные сложные системы включают когнитивные, организационные и другие факторы, которые влияют на результат деятельности системы, позволяют находить причинно-следственные связи между составом системы и результатом.

Список литературы

1. Кудж С.А., Цветков В.Я. Развитие социальной кибернетики // Славянский форум. – 2020. – № 3(29). – С. 96–106.
2. Umpleby, S. What comes after second order cybernetics? // Cybernetics & Human Knowing. – 2001. – Vol. 8. – № 3. – P. 87–89.
3. Chiolerio, A. Liquid Cybernetic Systems: The Fourth-Order Cybernetics // Advanced Intelligent Systems. – 2020. – Vol. 2. – № 12. – DOI: <https://doi.org/10.1002/aisy.202000120>.
4. Bar-Yam, Yaneer (2002). General Features of Complex Systems. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS UNESCO Publishers, Oxford, UK, 2002).
5. A Hiroki Sayama. Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems. – Open SUNY Textbooks, Milne Library. State University of New York at Geneseo, 2015. – 498 p.
6. Кудж, С.А. Оценка групповой когнитивной сложности // Славянский форум. – 2018. – № 2(20). – С. 36–43.
7. Железняков, В.А. Уровни сложности информационных систем // Славянский форум. – 2015. – № 3(9). – С. 97–104.
8. Ожерельева, Т.А. Сложность информационных ресурсов // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 4. – С. 80–84.
9. Ознамец, В.В. Проблемы устойчивого развития территорий // Economic Consultant. – 2018. – № 2 (22). – С. 11–18.
10. Система // Большой Российский энциклопедический словарь. – Москва: БРЭ, 2003. – С. 1437.
11. Берталанфи фон Л. Общая теория систем – критический обзор / В кн. Исследования по общей теории систем. – Москва: Прогресс, 1969. – С. 23–82.
12. Месарович М., Такахара Н. Общая теория систем: математические основы. – Москва: Мир, 1978. – 311 с.
13. Уемов, А.И. Системный подход и общая теория систем. – Москва: Мысль, 1978. – 272 с.
14. Монахов С.В., Савиных В.П., Цветков В.Я. Методология анализа и проектирования сложных информационных систем. – Москва: Просвещение, 2005. – 264 с.
15. Цветков, В.Я. Теория систем. – Москва: МАКС Пресс, 2018. – 88 с.
16. Булгаков С.В., Цветков В.Я. Сложные системы: монография. – Москва: МАКС Пресс, 2019. – 184с.
17. Цветков, В.Я. Основы теории сложных систем: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2019. – 152 с.
18. Цветков, В.Я. Прикладные системы // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2005. – №3. – С. 78–85.
19. Омельченко, А.С. ГИС как человеко-машинная система и семь принципов академика Глушкова // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2006. – №3. – С. 127–133.
20. Цветков, В.Я. Модель информационной ситуации // Перспективы науки и образования. – 2017. – №3(27). – С. 13–19.
21. Павлов, А.И. Сложные организационные системы // Славянский форум. – 2018. – № 4(22). – С. 54–59.
22. Буравцев, А.В. Сложные технологические системы // Славянский форум. – 2017. – № 4(18). – С. 14–19.
23. Кудж, С.А. Развитие сложных организационно-технических систем // Славянский форум. – 2019. – № 2(24). – С. 107–224.
24. Miller, J.G. Living systems: Basic concepts // Behavioral science. – 1965. – Vol. 10. – №. 3. – P. 193–237.
25. Leikas J., Koivisto R., Gotcheva N. Ethical framework for designing autonomous intelligent systems // Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. – 2019, 5, 18; doi:10.3390/joitmc5010018.
26. Номоконова, О.Ю. Сложные системы данных // Славянский форум. – 2019. – № 2(24). – С. 129–136.
27. Цветков, В.Я. Геоинформационный геотехнический мониторинг // Науки о Земле. – 2012. – № 4. – С. 54–58.
28. Цветков В.Я., Розенберг И.Н. Интеллектуальные транспортные системы: монография. – Saarbrücken: Издательство LAP LAMBERT, 2012. – 297 с.

29. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформатика как система наук // Геодезия и картография. – 2013. – № 4. – С. 52–57.
30. Tengö M. et al. Weaving knowledge systems in IPBES, CBD and beyond-lessons learned for sustainability // Current Opinion in Environmental Sustainability. – 2017. – Vol. 26–27. – Pp. 17–25; doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.005
31. Побединский Г.Г., Столяров И.А. Современное состояние государственной системы геодезического обеспечения Российской Федерации и основные направления ее развития // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2017. – № 5. – Pp. 14–27.
32. Luhmann, Niklas (1975): Systemtheorie, Evolutionstheorie und Kommunikationstheorie, in: Sociologische gids 22, 154–168.
33. Эшби, У.Р. Принципы самоорганизации. – Москва: Мир, 1966. – 332 с.

References

1. Kudzh S.A., Cvetkov V.Ya. Razvitie social'noj kibernetiki // Slavyanskij forum. – 2020. – № 3(29). – S. 96–106.
2. Umpleby, S. What comes after second order cybernetics? // Cybernetics & Human Knowing. – 2001. – Vol. 8. – № 3. – P. 87–89.
3. Chiolerio, A. Liquid Cybernetic Systems: The Fourth-Order Cybernetics //Advanced Intelligent Systems. – 2020. – Vol. 2. – № 12. – DOI: <https://doi.org/10.1002/aisy.202000120>.
4. Bar-Yam, Yaneer (2002). General Features of Complex Systems. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS UNESCO Publishers, Oxford, UK, 2002).
5. A Hiroki Sayama. Introduction to the Modeling and Analysis of Complex Systems. – Open SUNY Textbooks, Milne Library. State University of New York at Geneseo, 2015. – 498 r.
6. Kudzh, S.A. Ocenka gruppovoj kognitivnoj slozhnosti // Slavyanskij forum. – 2018. – № 2(20). – S. 36–43.
7. ZHeleznyakov, V.A. Urovni slozhnosti informacionnyh sistem // Slavyanskij forum. – 2015. – № 3(9). – S. 97–104.
8. Ozherel'eva, T.A. Slozhnost' informacionnyh resursov // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. – 2014. – № 4. – S. 80–84.
9. Oznamec, V.V. Problemy ustojchivogo razvitiya territorij // Economic Consultant. – 2018. – № 2 (22). – S. 11–18.
10. Sistema // Bol'shoj Rossijskij enciklopedicheskij slovar'. – Moskva: BRE, 2003. – S. 1437.
11. Bertalanfi fon L. Obshchaya teoriya sistem – kriticheskij obzor / V kn. Issledovaniya po obshchej teorii sistem. Moskva: Progress, 1969. – S. 23–82.
12. Mesarovich M., Takahara N. Obshchaya teoriya sistem: matematicheskie osnovy. – Moskva: Mir, 1978. – 311 s.
13. Uemov, A.I. Sistemnyj podhod i obshchaya teoriya sistem. – Moskva: Mysl', 1978. – 272 s.
14. Monahov S.V., Savinyh V.P., Cvetkov V.Ya. Metodologiya analiza i proektirovaniya slozhnyh informacionnyh sistem. – Moskva: Prosveshchenie, 2005. – 264 s.
15. Cvetkov, V.Ya. Teoriya sistem. – Moskva: MAKS Press, 2018. – 88 s.
16. Bulgakov S.V., Cvetkov V.Ya. Slozhnye sistemy: monografiya. – Moskva: MAKS Press, 2019. – 184 s.
17. Cvetkov, V.Ya. Osnovy teorii slozhnyh sistem: uchebnoe posobie. – Sankt-Peterburg: Izdatel'stvo «Lan'», 2019. – 152 s.
18. Cvetkov, V.Ya. Prikladnye sistemy // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geodeziya i aerofotos"emka. – 2005. – №3. – S. 78–85.
19. Omel'chenko, A.S. GIS kak cheloveko-mashinnaya sistema i sem' principov akademika Glushkova // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geodeziya i aerofotos"emka. – 2006. – №3. – S. 127–133.
20. Cvetkov, V.Ya. Model' informacionnoj situacii // Perspektivy nauki i obrazovaniya. – 2017. – №3(27). – S. 13–19.
21. Pavlov, A.I. Slozhnye organizacionnye sistemy // Slavyanskij forum. – 2018. – № 4(22). – S. 54–59.
22. Buravcev, A.V. Slozhnye tekhnologicheskie sistemy // Slavyanskij forum. – 2017. – № 4(18). – C. 14–19.
23. Kudzh, S.A. Razvitie slozhnyh organizacionno-tekhnicheskikh sistem // Slavyanskij forum. – 2019. – № 2(24). – C. 107–224.

24. *Miller, J.G.* Living systems: Basic concepts // Behavioral science. – 1965. – Vol. 10. – № 3. – P. 193–237.
25. *Leikas J., Koivisto R., Gotcheva N.* Ethical framework for designing autonomous intelligent systems // Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. – 2019, 5, 18; doi:10.3390/joitmc5010018.
26. *Nomokonova, O.Yu.* Slozhnye sistemy dannyh // Slavyanskij forum. – 2019. – № 2(24). – S. 129–136.
27. *Cvetkov, V.Ya.* Geoinformacionnyj geotekhnicheskij monitoring // Nauki o Zemle. – 2012. – № 4. – S. 54–58.
28. *Cvetkov V.Ya., Rozenberg I.N.* Intellektual'nye transportnye sistemy: monografiya. – Saarbrücken: Izdatel'stvo LAP LAMBERT, 2012. – 297 s.
29. *Savinyh V.P., Cvetkov V.Ya.* Geoinformatika kak sistema nauk // Geodeziya i kartografiya. – 2013. – № 4. – S. 52–57.
30. *Tengö M. et al.* Weaving knowledge systems in IPBES, CBD and beyond-lessons learned for sustainability // Current Opinion in Environmental Sustainability. – 2017. – Vol. 26–27. – Pp. 17–25; doi.org/10.1016/j.cosust.2016.12.005
31. *Pobedinskij G.G., Stolyarov I.A.* Sovremennoe sostoyanie gosudarstvennoj sistemy geodezicheskogo obespecheniya Rossijskoj Federacii i osnovnye napravleniya ee razvitiya // Interekspo Geo-Sibir'. – 2017. – № S. – Pp. 14–27.
32. *Luhmann, Niklas* (1975): Systemtheorie, Evolutionstheorie und Kommunikationstheorie, in: Sociologische gids 22, 154–168.
33. *Eshbi, U.R.* Principy samoorganizacii. – Moskva: Mir, 1966. – 332 s.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОЙ СИСТЕМЕ

Цветков Виктор Яковлевич¹,
профессор, доктор технических наук,
e-mail: cvj2@mail.ru,

¹Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (НИИАС), АО «НИИАС», Москва, Россия

Статья описывает особенности информационного взаимодействия в человеко-машинной системе. Описана структура и особенности человеко-машинной системы. Показано что существенным отличием человеко-машинной системы от других систем является включение в состав ее ресурсов человеческих ресурсов. Участие человека и его способности влияют на результат деятельности человеко-машинной системы. Человеко-машинная система трактуется как организационный технологический информационный комплекс. Статья показывает значение информационных моделей и информационных технологий для человеко-машинных систем. Описаны две системные модели человеко-машинной системы: слабо формализованная и формализованная. Модели дополняют друг друга. Статья описывает значение визуальных моделей для человеко-машинной системы. Показаны разные виды информационных взаимодействий. Визуальная модель позволяет проводить информационное взаимодействие в человеко-машинной системе для реальной ситуации. Описано значение информационных единиц при формировании информационных и визуальных моделей. Статья описывает основные принципы информационного взаимодействия в человеко-машинной системе. Статья дает сравнение алгоритмической системы обработки информации и человеко-машинной системы.

Ключевые слова: информационное взаимодействие, информация, человеко-машинная система, информационные модели, информационные ситуации

INFORMATION INTERACTION IN A MAN-MACHINE SYSTEM

Tsvetkov V.Ya.¹,
D.Sc. in Technology, Prof.,
e-mail: cvj2@mail.ru,

¹Research and Design Institute of design information, automation and communication
on railway transport, Moscow, Russia

The article describes the features of information interaction in a human-machine system. The structure and features of the human-machine system are described. It is shown that a significant difference between a man-machine system and other systems is the inclusion of human resources in its composition. Human participation and abilities affect the outcome of a human-machine system. The human-machine system is interpreted as an organizational technological information complex. The article shows the importance of information models and information technologies for human-machine systems. Two system models of a man-machine system are described: weakly formalized and formalized. The models complement each other. The article describes the significance of visual models for a human-machine system. Different types of information interactions are shown. The visual model allows information interaction in a human-machine system for a real situation. The importance of information units in the formation of information and visual models is described. The article describes the basic principles of information interaction in a human-machine system. The article compares the algorithmic information processing system and the man-machine system.

Keywords: information interaction, information, man-machine system, information models, information situation

DOI 10.21777/2500-2112-2021-3-88-96

Введение

Современная человеко-машинная система (ЧМС) обозначает широкий класс систем, в котором имеет место взаимодействие человека и сложной системы. Это взаимодействие является существенным фактором, определяющим эффективность работы такой системы. Методически ближе всего к ЧМС находится сложная организационно-техническая система (СОТС) [1]. Длительное время под ЧМС понимали систему «человек–техника» и затем «человек–ЭВМ» [2]. В настоящее время класс ЧМС включает существенно разные системы: транспортные системы (водитель–транспортное средство); автоматизированное рабочее место (АРМ) (пользователь–компьютер); система управления базой данных (пользователь–БД); геоинформационная система (пользователь–ГИС); информационно-измерительная система (пользователь–измерительная аппаратура); информационная система обработки информации (пользователь–алгоритм–ИС); система векторизации растровой информации (пользователь–компьютер); информационно-поисковая система (пользователь–запрос–БД); система обработки изображений (пользователь–компьютер); экономическая информационная система (пользователь–компьютер); диагностическая информационная система (врач–компьютер) орбитальная станция (космонавт–техника) [3] и другие проблемно-ориентированные системы [4]. В образовании ЧМС проявляется в двух видах: как система обучения с использованием компьютерных средств обучения (преподаватель–КСО–учащийся) и как система тестирования (учащийся–система тестирования). ЧМС могут быть трехзвенными (обучение) и двухзвенными (тестирование).

Человеко-машинная система (man-machine system MMS) [5] включает человеческие ресурсы, технические компоненты (системы), технологические компоненты (системы), организационные компоненты (технологии), информационные компоненты (системы или описания), эвристические компоненты (когнитивный опыт). Все ее компоненты являются комплементарными [6] и дополняют друг друга [7].

В первых ЧМС употребляли термин «оператор», рассматривая его как звено следящей системы или системы управления. В настоящее время вместо этого термина применяют термин «пользователь предметной области», так как одна и та же система может быть использована в разных областях. Например, ГИС применяют в картографии, кадастре, строительстве, медицине, экологии и других областях. В современных ЧМС велика роль информационной составляющей. В ГИС. Применяемой в разных областях основой обработки является информационная модель.

Современную человеко-машинную систему следует рассматривать как организационный технологический информационный комплекс (ОТИК) решающий прикладные задачи с использованием человеческих ресурсов. Человеческий ресурс [8] означает, что фактор опыта специалиста и когнитивный фактор влияют на результат работы ЧМС. Человеческий ресурс означает, что факторы состояния человека: усталость, ментальность, внимательность, сосредоточенность, оперативность мышления – влияют на результат работы ЧМС.

ЧМС как система

Человеко-машинная система создается для управления или исследования некоторого реального объекта, находящегося во внешней среде. Человеко-машинную систему с системных позиций можно рассматривать как сложную систему для изучения ее свойств и принципов функционирования. ЧМС с использованием системного подхода может быть описана в виде выражения [9]

$$MMS = \langle StO(t), IS(t), Ru, R, G, \Delta T, Cog, TK \rangle. \quad (1)$$

В (1) $StO(t)$ – состояние объекта, меняющееся с течением времени; $IS(t)$ – информационная ситуация, меняющаяся с течением времени; Ru – совокупность правил поведения человека; R – отношения «ситуация–объект»; G – множество целей; ΔT – пределах допустимого интервала времени принятия решений, Cog – когнитивный фактор (интеллект, оперативность мышления); TK – не формализуемые неявные знания.

Человеко-машинную систему с дескриптивных позиций можно рассматривать как информационную конструкцию [10] для изучения ее концепций, моделей и принципов. Такая информационная конструкция человеко-машинной системы $IC(MMS)$ может быть описана в виде выражения

$$IC(MMS) = \langle ModO, IS(t), Ru, IR, G, \Delta T, ModMMS, IU, II \rangle. \quad (2)$$

В (2) $ModO$ – модель объекта, слабо меняющаяся с течением времени; $IS(t)$ – информационная ситуация, меняющаяся с течением времени; Ru – совокупность правил взаимодействия; IR – информационные отношения «информационное поле–объект»; G – множество целей; ΔT – предел допустимого интервала взаимодействия; $ModMMS$ – модель ЧМС; IU – информационные единицы, задающие структуру системы и типы взаимодействий; II – информационные взаимодействия.

Различие между (1) и (2) в том, что в (2) исключены субъективные «человеческие» факторы. Выражение (2) можно рассматривать как сильно формализованное. Выражение (1) как слабо формализованное. Выражение (1) можно использовать для изучения влияния когнитивных, поведенческих и интеллектуальных факторов в ЧМС. Выражение (2) можно использовать для изучения влияния формальных и технологических факторов в ЧМС.

Виды взаимодействий в ЧМС

В ЧМС возможно когнитивное, технологическое и информационное взаимодействие [11]. Когнитивное взаимодействие – слабо предсказуемое и определяется накопленным опытом и прецедентами функционирования системы. Технологическое взаимодействие строится на нормативах и правилах. Информационное взаимодействие строится на информационных описаниях ситуации и системы.

Во всех случаях рациональная организация деятельности пользователя предметной области определяет эффективное функционирование системы и результат ее работы. Если рассматривать ЧМС, связанные с обязательной обработкой информации, то обработка информации в такой ЧМС является «слепой». Человек ведет исследование «не видя» реального объекта и состояния системы, используя информационные описания. Между реальным объектом и человеком находится информационная модель объекта (рисунок 1). Это актуализирует проблему информационного взаимодействия вида «человек–модель». Для таких ЧМС важное значение имеет интерфейс пользователя [12]. Структура человеко-машинной системы изображена на рисунке 1. На нем показан организационно-технологический информационный комплекс (ОТИК) и подсистемы взаимодействия. ОТИК обеспечивает выполнение функций: сбора, моделирования, хранения и обработки первичных данных. На первом этапе функционирования ЧМС на основе сбора информации формируют первичные информационные модели.

На втором этапе первичные информационные модели преобразуют во вторичные информационные модели с помощью имеющихся ресурсов ЧМС. Ресурсами ЧМС являются: человеческие ресурсы, методы, технологии, алгоритмы или правила. Включение человеческих ресурсов в ресурсы ЧМС является качественным отличием ЧМС от технических и технологических систем. На этом этапе важную роль играет информационное взаимодействие вида «первичная модель–человек–вторичная модель». На этом примере видно, что информационные взаимодействия можно делить по числу звеньев: двухзвенные, трехзвенные и многозвенные. Тип звена определяет цикл взаимодействия.

Обеспечение информационного взаимодействия человека происходит за счет использования интерфейса пользователя. Часто результат обработки или сама обработка сопровождается с помощью визуальной модели. В настоящее время в качестве таковых применяют виртуальные модели [13] и модели смешанной реальности [14].

На рисунке 1 показано, что реальный объект преобразуется в информационную модель. Это применимо не для всех видов ЧМС. Например, на транспорте при вождении транспортного средства человеком такое преобразование не требуется. Человек напрямую взаимодействует с объектом, изучая ситуацию. Однако при «беспилотном управлении» или «слепо» управлении такое преобразование обязательно. В интерактивных системах обработки информации такое преобразование также обязательно.

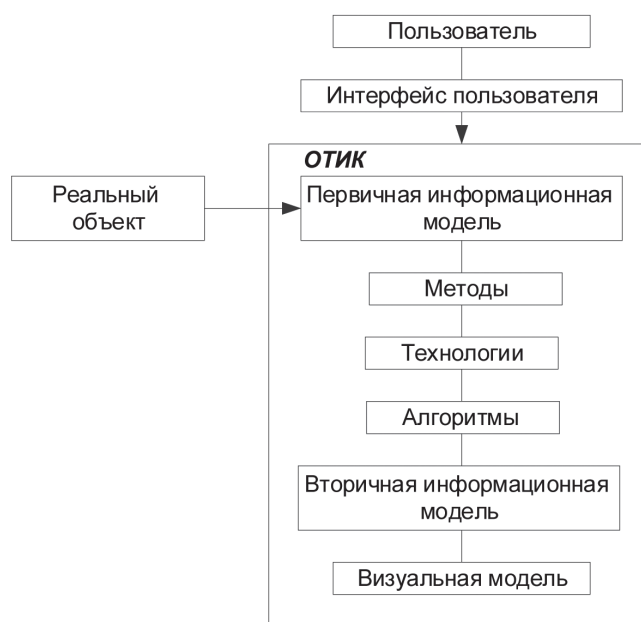


Рисунок 1 – Человеко-машинная система

Особую форму информационное преобразование «объект – модель» имеет в геоинформатике и в геоинформационных системах. Особенность состоит в подготовке информации для ее использования. Эта подготовка включает три этапа. На первом этапе первичная модель разнообразных данных преобразуется в систематизированные геоданные [15]. На втором этапе она преобразуется в универсальную интегрированную информационную основу ГИС [16]. На третьем этапе, при решении прикладных задач, на основе интегрированной информационной основы формируют специализированную информационную модель ГИС [17] для решения этой прикладной задачи.

Информационная модель объекта (рисунок 1) является отражением объекта, находящегося во внешней среде. Пользователь на основе постановки задачи формирует первичную информационную модель. Первичная информационная модель может быть рассмотрена как трансформация формальных условий решения задачи в фактические условия решения задачи. Критерием является информационное соответствие между формальными и фактическим условиями. Этот этап можно рассматривать как инфологическое моделирование [18]. Если такого соответствия не удастся получить, то пользователь повторно собирает информацию об объекте и формирует новую первичную модель. Более точно пользователь формирует не только модель объекта, но и окружающую его информационную ситуацию. Первичная обработка и формирование первичной информационной модели может быть рассмотрено как инкрементное моделирование. Инкрементное моделирование состоит в формировании информационной модели и информационной ситуации адекватно условиям задачи и обеспечении информационного соответствия между формальными и фактическими условиями задачи. Инкрементное моделирование можно рассматривать как этап информационного взаимодействия «пользователь ЧМС».

Информационное взаимодействие на первом этапе включает не только формирование первичной информационной модели, но и принятие решений по возможному изменению ситуации, в которой находится объект. Информационное взаимодействие этого этапа основано на применении информационных стандартов. В число таких стандартов входят и протоколы передачи информации. Назначение протоколов передачи информации [19] состоит в том, чтобы обеспечить механизм достоверной и надежной передачи информации между человеком-оператором и информационной системой (ИС). Протокол – это правило, определяющее взаимодействие, набор процедур обмена информацией между параллельно выполняемыми процессами в реальном масштабе времени. Эти процессы характеризуются, во-первых, отсутствием фиксированных временных соотношений между наступлением событий и, во-вторых, отсутствием взаимозависимости между событиями и действиями при их наступлении.

Функции протокола связаны с обменом сообщениями между этими процессами. Формат, содержание этих сообщений образуют логические характеристики протокола. Правила же выполнения процедур определяют те действия, которые выполняют процессы, совместно участвующие в реализации протокола. Набор этих правил является процедурной характеристикой протокола. Используя эти понятия, мы можем теперь формально определить протокол как совокупность логических и процедурных характеристик механизма связи между процессами. Логическое определение составляет синтаксис, а процедурное – семантику протокола.

Информационное взаимодействие в простом логическом описании имеет вид

$$II(dIS, dOS) \rightarrow A(OS) \vee A(IS). \quad (3)$$

Выражение (3) означает, что информационное взаимодействие II по изменению состояния объекта dOS или изменению информационной ситуации dIS , влечет воздействие на состояние объекта $A(OS)$ или воздействие на информационную ситуацию $A(IS)$, в которой объект находится.

Информационная модель в ОТИК представляется в виде двух компонент: описательной и визуальной. Описательная (дескриптивная) модель представляет собой дискретную модель, которая служит основой обработки в слепую и представления. Визуальная модель позволяет проводить информационное взаимодействие и обработку в реальной ситуации. Она имеет множество разновидностей. Это может быть визуальная модель объекта моделирования; визуальная модель, интегрированная с интерфейсом пользователя; визуальная модель, отражающая процесс обработки и обмена информацией. Все эти разные по качеству визуальные модели, используются при эвристической обработке.

Визуализация в ЧМС

Визуализация в ЧМС может быть рассмотрена как вид информационного взаимодействия. Формирование визуальной модели с помощью ЧМС позволяет получать реализации объектов исследования в графическом виде. Для отображения визуальных моделей применяют различные информационные единицы. В зависимости от задач и вида работ выделяют требования по составу информационных единиц [20] для графических моделей, по способу формирования графических символов и по разновидности использования элементов изображения. Используемый набор информационных единиц характеризует тип модели, её изобразительные возможности. Он определяется классом решаемых задач, задается числом и типом знаков, количеством градаций яркости, ориентацией символов, частотой мерцания изображения и др.

Визуальные информационные единицы должны обеспечивать построение любых информационных моделей в пределах отображаемого класса или решаемых задач. В ИС это тесно связано с разработкой библиотек графических примитивов или информационных единиц. При этом стремятся к уменьшению избыточности алфавита, что приводит к формированию алфавита не в виде отдельных значков, а в виде их многократно повторяющихся элементов. Способы формирования визуальных информационных единиц классифицируются в соответствии с используемыми элементами изображения и делятся на моделирующие, синтезирующие и генерирующие. По способу отображения как для векторных, так и для растровых знаков в ЧМС применяют матричный формат. Это приводит к необходимости введения процедуры растеризации, то есть в преобразовании векторной модели в растровую для ее вывода на экран.

Реализация информационной модели объекта исследований в визуальной форме может быть интерпретирована как визуальная модель объекта. Эта визуальная модель формируется на основе информационного соответствия и визуального сходства модели с реальным объектом. Отсюда вытекает важное требование изоморфизма, сходства визуальной модели и структуры отображаемых объектов и окружающей среды.

Воспроизведение изображения осуществляется на основе представления цифровой модели, которая также является реализацией информационной модели. В этом аспекте ЧМС выполняет когнитивные функции. Важным понятием когнитивной науки является репрезентация. Репрезентация – это представление в человеческом мозге (а, шире – в любой системе, способной к мышлению) мира, частей

мира и процессов в нем. Именно репрезентация позволяет создавать полную картину мира [21] в научных исследованиях и моделировании. В ЧМС визуализация играет роль репрезентации. Основой визуализации является вторичная информационная модель. Ее, предназначенную для обработки на компьютере, называют цифровой моделью. Цифровой моделью также называют дискретную модель, получаемую на основе импульсно-кодовой модуляции. Информационная визуальная модель является основой, на которой пользователь формирует образ реального объекта. Визуальная модель, как правило, включает большое количество элементов или информационных единиц – пикселей. Для уменьшения объема памяти и числа единиц используют тайловые методы хранения и представления визуальных моделей.

Количество групп элементов информационной визуальной модели определяется требованиями точности. Это определяет требование детализации описания объекта исследования. Элементы визуальной информационной модели выступают как элементы изображения. Визуальная модель состоит из наборов графических примитивов, задающих графический элемент, соответствующий реальному объекту и обладающий геометрическими свойствами.

Компоненты информационного взаимодействия в ЧМС

При организации информационного взаимодействия в ЧМС используют две основные категории информации:

- 1) статическая информация – относительно стабильная по содержанию информация, используемая в качестве фона. Например, координатная сетка, план, изображение местности и т.д.;
- 2) динамическая информация – информация, переменная в определенном интервале времени по содержанию или положению на экране. Реально динамическая информация часто является функцией некоторых текущих параметров. Динамическая информация отображает перемещение объекта на фоне или изменение ситуации, в которой находится объект. Динамическая информация также может отображать изменение состояния объекта.

Такое деление считается условным. При создании человеко-машинной системы значительно возрастает роль человеческого фактора, а следовательно, эргономического обеспечения системы. Основной задачей эргономического обеспечения является оптимизация взаимодействия между человеком и ИС. Это определяет требования при проектировании интерфейса пользователя. В частности, можно привести основные принципы построения интерфейса [12] и информационного взаимодействия в ЧМС.

Принцип минимизации взаимодействия, заключающийся в минимизации затрат ресурсов со стороны пользователя. Он должен выполнять только ту работу, которая необходима и не может быть выполнена системой, не должно быть повторений уже сделанной работы и т.д.

Принцип максимального информационного соответствия. Пользователь ЧМС не должен заниматься дополнительной обработкой информации. Визуальная модель не должна требовать обработки или дополнительной интерпретации.

Принцип минимума времени в диалоге. В процессе информационного взаимодействия пользователь ЧМС должен применять минимальное количество операций или операций, требующих минимального времени.

Принцип когнитивного соответствия. Пользователь ЧМС должен обладать квалификацией и интеллектом для восприятия визуальных образов и их интерпретации.

Принцип комплементарности [22]. Этот принцип требует исключения противоречий между объектом и его моделью и противоречий между цифровой и визуальной моделью. Эти модели должны быть согласованы, то есть комплементарны. Информационная модель может быть согласована по разному. Следует выделить синтаксическую, семантическую, физическую, структурную и системную формы комплементарности.

Синтаксическая комплементарность определяет согласованность и исключение противоречий в правилах информационного взаимодействия при обработки информации.

Семантическая комплементарность заключается в информационного соответствия содержательности данных об объекте и моделях его описания.

Физическая комплементарность определяет соразмерность ЧМС задачам и данным, которые на может хранить и обрабатывать.

Структурная комплементарность определяет согласованность и исключение противоречий в структуре технологии работы ЧМС и структурах моделей.

Системная комплементарность заключается в согласованности между семантической, синтаксической, физической компонентами.

Семантическую, синтаксическую и физическую комплементарность в работе [23] называют информационным морфизмом, что отражает суть трансформации информации с сохранением содержательности.

Системная комплементарность желательна, но возможна только при наличии четких описаний и непротиворечивой исходной информационной структуры модели и структуры процессов обработки. В тоже время структурная комплементарность является более мягким требованием, чем системная комплементарность, поскольку касается логических и физических уровней, но не учитывает концептуальный уровень. Структурная комплементарность в принципе позволяет получать результат, но с большими затратами, чем при системной комплементарности. В целом все виды комплементарности важны для ЧМС.

Заключение

Человеко-машинная система может быть описана двумя качественно разными моделями: высокоформализованной (2), без учета человеческого фактора, и слабо формализованной (1), с учетом человеческого фактора. Обе модели дополняют друг друга. Включение человеческих ресурсов в состав ресурсов ЧМС является ее существенным отличием от других сложных технологических и технических систем. Рост и значение информационных описаний приводит к тому, что в современных ЧМС информационная модель служит основой информационного взаимодействия. В человеко-машинных системах, в отличие от систем компьютерной обработки, именно информационное взаимодействие обеспечивает результат работы системы. В системах компьютерной обработки алгоритмическая обработка без участия человека обеспечивает результат работы системы. В этих системах исключено участие человека, и обработка осуществляется в соответствии с заранее определенным прямым алгоритмом. Такая обработка является быстрой, но при этом «жесткой», так как информационные модели должны быть подогнаны под требования алгоритма. Информационное взаимодействие в ЧМС обеспечивает гибкую обработку информации и адаптацию к разнообразным первичным моделям. Информационное взаимодействие в ЧМС обеспечивает адаптивную обработку и при наличии ошибок измерений или ошибок моделирования. Наличие ошибок или неопределенности данных при алгоритмической обработке исключает их исправление и результат обработки непригоден для использования. Информационное взаимодействие в человеко-машинных системах позволяет проводить коррекцию моделей данных и моделей обработки. Поэтому набор допустимых первичных информационных моделей в этом случае более широкий, чем в алгоритмических системах. Адаптивное информационное взаимодействие в человеко-машинных системах снижает быстродействие системы, но повышает надежность результата и расширяет число решаемых задач. Также применение ЧМС с информационным взаимодействием допускает возможность устранения обнаруженных ошибок. Кроме того, информационное взаимодействие в ЧМС позволяет накапливать эмпирический опыт и модифицировать результаты обработки. Таким образом, информационное взаимодействие в ЧМС дает более широкие возможности по решению задач и устранению ошибок в сравнении с алгоритмическими ИС. Информационное взаимодействие более сложно по структуре, но создает больше возможностей и повышает надежность результатов обработки. Поэтому при проведении новых исследований и решении новых задач ЧМС предпочтительнее обычных компьютерных ИС.

Список литературы

1. Розенберг И.Н., Соловьев И.В., Цветков В.Я. Комплексные инновации в управлении сложными организационно-техническими системами / под редакцией В.И. Якунина. – Москва: Феория, 2010. – 248 с.

2. *Омельченко, А.С.* ГИС как человеко-машинная система и семь принципов академика Глушкова // Геодезия и аэрофотосъемка. 2006. – № 3. – С. 127–133.
3. *Попович П.Р., Губинский А.И., Колесников Г.М., Савиных В.П.* Системный анализ комплексов «Космонавт–техника». – Москва: Машиностроение, 1994. – 192 с.
4. *Цветков, В.Я.* Разработка проблемно ориентированных систем управления. – Москва: ГКНТ, ВНИИ-Центр, 1991. – 113 с.
5. *Gu Y. et al.* WiONE: One-Shot Learning for Environment-Robust Device-Free User Authentication via Commodity Wi-Fi in Man–Machine System // IEEE Transactions on Computational Social Systems. – 2021. – Vol. 8. – № 3. – P. 630–642.
6. *Цветков, В.Я.* Комплементарные отношения // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2019. – № 2(75). – С. 101–114.
7. *Стогний, А.А.* и др. Человеко-машинная система решения задач обработки данных // Алгоритмы и организация решения экономических задач. – 1980. – № 14. – С. 172–195.
8. *Cooke F. L., Schuler R., Varma A.* Human resource management research and practice in Asia: Past, present and future // Human Resource Management Review. – 2020. – Vol. 30. – № 4. – P. 100–778.
9. *Кудж, С.А.* Системный подход // Славянский форум. – 2014. – № 1(5). – С. 252–257.
10. *Tsvetkov, V.Ya.* Information Constructions // European Journal of Technology and Design. – 2014. – № 3(5). – P. 147–152.
11. *Бахарева, Н.А.* Информационное взаимодействие в автоматизированных системах мониторинга и кадастра // Славянский форум. – 2012. – № 1(1). – С. 58–62.
12. *Анохин А.Н., Ивкин А.С.* Человеко-машинный интерфейс для поддержки когнитивной деятельности операторов АС // Ядерные измерительно-информационные технологии. – 2012. – № 1. – С. 41.
13. *Tsvetkov, V.Ya.* Virtual Modeling // European Journal of Technology and Design. – 2016. – № 1(11). – Pp. 35–44.
14. *Болбаков Р.Г., Мордвинов В.А., Сеницын А.В.* Смешанная реальность как образовательный ресурс // Образовательные ресурсы и технологии. – 2020. – № 4 (33). – С. 7–16. doi: 10.21777/2500-2112-2020-4-7-16
15. *Омельченко, А.С.* Геоданные как инновационный ресурс // Качество, инновации, образование. – 2006. – №1. – С. 12–14.
16. *Цветков, В.Я.* Создание интегрированной информационной основы ГИС // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2000. – № 4. – С. 150–154.
17. *Цветков, В.Я.* Информационная модель как основа обработки информации в ГИС // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2005. – № 2. – С. 118–122.
18. *Раев, В.К.* Инфонологические модели как инструмент исследования // Славянский форум. – 2020. – № 3(29). – С. 56–66.
19. *Таненбаум Э., Уэзеролл Д.* Компьютерные сети. – 5-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2012. – 960 с.
20. *Докукин, П.А.* Графические информационные единицы // Перспективы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 32–39.
21. *Тупик, Н.В.* Модель мира человека и информационные технологии // Успехи современного естествознания. – 2009. – № 4. – С. 49–50.
22. *Богоутдинов Б.Б., Цветков В.Я.* Применение модели комплементарных ресурсов в инвестиционной деятельности // Вестник Мордовского университета. – 2014. – Т. 24. – № 4. – С. 103–116.
23. *Ожерельева, Т.А.* Информационное соответствие и информационный морфизм в информационном поле // ИТНОУ: Информационные технологии в науке, образовании и управлении. – 2017. – № 4. – С. 86–92.

References

1. *Rozenberg I.N., Solov'ev I.V., Cvetkov V.Ya.* Kompleksnye innovacii v upravlenii slozhnymi organizacionno-tekhnicheskimi sistemami / pod redakciej V.I. Yakunina. – Moskva: Feoriya, 2010. – 248 s.
2. *Omel'chenko, A.S.* GIS kak cheloveko-mashinnaya sistema i sem' principov akademika Glushkova // Geodeziya i aerofotos'emka. 2006. – № 3. – S. 127–133.
3. *Popovich P.R., Gubinskij A.I., Kolesnikov G.M., Savinyh V.P.* Sistemnyj analiz kompleksov «Kosmonavt–tekhnik». – Moskva: Mashinostroenie, 1994. – 192 s.

4. *Cvetkov, V.Ya.* Razrabotka problemno orientirovannyh sistem upravleniya. – Moskva: GKNT, VNTICentr, 1991. – 113 s.
5. *Gu Y. et al.* WiONE: One-Shot Learning for Environment-Robust Device-Free User Authentication via Commodity Wi-Fi in Man–Machine System // *IEEE Transactions on Computational Social Systems*. – 2021. – Vol. 8. – № 3. – P. 630–642.
6. *Cvetkov, V.Ya.* Komplementarnye otnosheniya // *Nauchnyj vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2019. – № 2(75). – S. 101–114.
7. *Stognij, A.A.* i dr. Cheloveko-mashinnaya sistema resheniya zadach obrabotki dannyh // *Algoritmy i organizaciya resheniya ekonomicheskikh zadach*. – 1980. – № 14. – S. 172–195.
8. *Cooke F.L., Schuler R., Varma A.* Human resource management research and practice in Asia: Past, present and future // *Human Resource Management Review*. – 2020. – Vol. 30. – № 4. – P. 100–778.
9. *Kudzh, S.A.* Sistemnyj podhod // *Slavyanskij forum*. – 2014. – № 1(5). – S. 252–257.
10. *Tsvetkov, V.Ya.* Information Constructions // *European Journal of Technology and Design*. – 2014. – № 3(5). – P. 147–152.
11. *Bahareva, N.A.* Informacionnoe vzaimodejstvie v avtomatizirovannyh sistemah monitoringa i kadastra // *Slavyanskij forum*. – 2012. – № 1(1). – S. 58–62.
12. *Anohin A.N., Ivkin A.S.* Cheloveko-mashinnyj interfejs dlya podderzhki kognitivnoj deyatel'nosti operatorov AS // *YAdernye izmeritel'no-informacionnye tekhnologii*. – 2012. – № 1. – S. 41.
13. *Tsvetkov, V.Ya.* Virtual Modeling // *European Journal of Technology and Design*. – 2016. – № 1(11). – Pp. 35–44.
14. *Bolbakov R.G., Mordvinov V.A., Sinicyn A.V.* Smeshannaya real'nost' kak obrazovatel'nyj resurs // *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*. – 2020. – № 4 (33). – S. 7–16. doi: 10.21777/2500-2112-2020-4-7-16
15. *Omel'chenko, A.S.* Geodannye kak innovacionnyj resurs // *Kachestvo, innovacii, obrazovanie*. – 2006. – № 1. – S. 12–14.
16. *Cvetkov, V.Ya.* Sozдание integrirovannoj informacionnoj osnovy GIS // *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geodeziya i aerofotos'emka*. – 2000. – № 4. – S. 150–154.
17. *Cvetkov, V.Ya.* Informacionnaya model' kak osnova obrabotki informacii v GIS // *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geodeziya i aerofotos'emka*. – 2005. – № 2. – S. 118–122.
18. *Raev, V.K.* Infologicheskie modeli kak instrument issledovaniya // *Slavyanskij forum*. – 2020. – № 3(29). – S. 56–66.
19. *Tanenbaum E., Uezeroll D.* Komp'yuternye seti. – 5-e izd. – Sankt-Peterburg: Piter, 2012. – 960 s.
20. *Dokukin, P.A.* Graficheskie informacionnye edinicy // *Perspektivy nauki i obrazovaniya*. – 2015. – № 3. – S. 32–39.
21. *Tupik, N.V.* Model'mira cheloveka i informacionnye tekhnologii // *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. – 2009. – № 4. – S. 49–50.
22. *Bogoutdinov B.B., Cvetkov V.Ya.* Primenenie modeli komplementarnyh resursov v investicionnoj deyatel'nosti // *Vestnik Mordovskogo universiteta*. – 2014. – T. 24. – № 4. – S. 103–116.
23. *Ozherel'eva, T.A.* Informacionnoe sootvetstvie i informacionnyj morfizm v informacionnom pole // *ITNOU: Informacionnye tekhnologii v nauke, obrazovanii i upravlenii*. – 2017. – № 4. – S. 86–92.

УДК 519.114

ПРИМЕНЕНИЕ T-МОДЕЛЕЙ К ИНТЕРПОЛИРОВАНИЮ ЦЕЛОЧИСЛЕННЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

Бондаренко Леонид Николаевич¹,
кандидат технических наук, доцент,
e-mail: leobond5@mail.ru,

¹Московский университет им. С.Ю. Витте, филиал в г. Сергиевом Посаде, г. Сергиев Посад, Россия

В статье предлагается новая методика интерполирования целочисленных последовательностей. Она демонстрируется на классах, интерполирующих последовательности между числами Каталана и факториалами, а также между числами Белла и факториалами. Эта методика базируется на применении T-моделей и кодов Лемера перестановок. T-модели задаются рекурсивно последовательностями числовых таблиц специального вида, что позволяет получать алгоритмы решения ряда возникающих задач. T-моделям отвечают целочисленные последовательности, а также для этих T-моделей строятся множества номеров (кодов) их элементов. По этой методике в статье вводятся классы обобщенных чисел Каталана и Белла, а также их q-аналоги. Их расширение приводит к решению задачи интерполяции последовательностей. Также находятся классы перестановок, отвечающие последовательностям и задаваемые множествами кодов Лемера. Этот подход значительно упрощает построение классов перестановок, получение которых ранее в статьях по информатике опиралось на изъятие перестановок с заданными шаблонами.

Ключевые слова: интерполяция последовательностей, T-модели, коды Лемера, обобщенные числа Каталана, обобщенные числа Белла, q-аналоги

T-MODELS APPLICATION FOR INTEGER SEQUENCES INTERPOLATION

Bondarenko L.N.¹,
PhD in Technology, Assoc. Prof.,
e-mail: leobond5@mail.ru,

¹Moscow Witte University, Sergiev Posad branch, Sergiev Posad, Russia

The article proposes a new technique for interpolating integer sequences. It is demonstrated on classes interpolating sequences between Catalan numbers and factorials and between Bell numbers and factorials as well. This technique is based on T-models and Lehmer permutations codes. T-models are specified recursively by sequences of special type numerical tables. It allows us to obtain algorithms for solving a number of emerging problems. Integer sequences correspond to T-models whereas sets of numbers (codes) of their elements are also constructed for the latter. Using this technique the article introduces the classes of generalized Catalan and Bell numbers, as well as their q-analogues. Their extension leads to the sequence interpolation problem solution. We also find the permutation classes corresponding to sequences and given by sets of Lehmer codes. This approach greatly simplifies the construction of permutation classes that were previously obtained in computer science articles by means of removing the permutations with given patterns.

Keywords: sequence interpolation, T-models, Lehmer codes, generalized Catalan numbers, generalized Bell numbers, q-analogues

DOI 10.21777/2500-2112-2021-3-97-105

1. Введение

В [6] исследуется однопараметрический класс множеств перестановок степени $n \in \mathbf{N} = \{1, 2, \dots\}$, исключающих заданные шаблоны, а параметром класса является длина $d \geq 3$ и количество слов $(d-2)!$ следующих шаблонов:

$\{123\}; \{1234, 2134\}; \{12345, 13245, 21345, 23145, 31245, 32145\}; \dots$

Мощности множеств перестановок этого класса образуют семейство возрастающих числовых последовательностей

$$\begin{cases} 1, 2, 5, 14, 42, 132, 429, 1430, 4862, 16796, \dots [11, A000108]; \\ 1, 2, 6, 22, 90, 394, 1806, 8558, 41586, 206098, \dots [11, A006318]; \\ 1, 2, 6, 24, 114, 600, 3372, 19824, 120426, \dots [11, A054872]; \\ 1, 2, 6, 24, 120, 696, 4440, 30168, 214200, \dots; \\ \dots \end{cases} \quad (1.1)$$

Первая строка в (1.1) соответствует множеству 123-исключающих перестановок и задает числа Каталана $C_n = \frac{1}{n+1} \binom{2n}{n}$ [4], исчерпывающие сведения о которых имеются в статье с номером A000108 [11]; вторая строка – множеству 1234-, 2134-исключающих перестановок и определяет большие числа Шредера и т. д. Следовательно, (1.1) представляет интерполяцию последовательностей от чисел Каталана C_n до факториалов $n!$ при $n \in \mathbf{N}$.

Интерполяция последовательностей от чисел Белла B_n , определяемых как число всех неупорядоченных разбиений множества $\{1, 2, \dots, n\}$ на блоки [3], до факториалов $n!$ изучается в [8]. Этот класс последовательностей также задается в терминах перестановок степени $n \in \mathbf{N}$, исключающих заданные шаблоны, и имеет следующий вид:

$$\begin{cases} 1, 2, 5, 15, 52, 203, 877, 4140, 21147, 115975, \dots [11, A000110]; \\ 1, 2, 6, 22, 94, 454, 2430, 14214, 89918, 610182, \dots [11, A001861]; \\ 1, 2, 6, 24, 114, 618, 3732, 24702, 177126, 1363740, \dots [11, A068199]; \\ 1, 2, 6, 24, 120, 696, 4536, 32568, 254136, 2133816, \dots [11, A068200]; \\ 1, 2, 6, 24, 120, 720, 4920, 37320, 309120, 2763720, \dots [11, A068201]; \\ \dots \end{cases} \quad (1.2)$$

В [6; 8] также найдены q -аналоги рассматриваемых чисел.

Множествам 132-, 213-, 231-, 312-, 321-исключающих перестановок также соответствуют числа Каталана [4]. Поэтому существуют и другие классы множеств перестановок, отвечающих семейству (1.1). Это замечание справедливо и для семейства (1.2).

В данной работе необходимые классы множеств перестановок строятся с помощью T -моделей – последовательностей таблиц $T_1, T_2, \dots$ специального вида с элементами из $\mathbf{N}$. При этом используются коды Лемера перестановок и свойства обобщенных чисел Каталана и Белла, также определяемых с помощью T -моделей. Для q -аналогов исследуемых чисел находятся простые рекуррентные формулы и производящие функции.

В информатике при генерации перестановок, исключающих заданные шаблоны, обычно используется стек, а рекурсия, заложенная в само определение T -модели, часто позволяет находить простые рекурсивные алгоритмы для решения ряда комбинаторных задач.

2. T -модели и их q -аналоги, коды Лемера перестановок и их свойства

Различные определения, связанные с T -моделями, свойства и большое число примеров использования T -моделей имеются в [1; 2]. Поэтому отметим только необходимые сведения о T -моделях и их q -аналогах.

Определение 2.1. T -модель – это последовательность таблиц $T_1, T_2, \dots$, задаваемая рекурсивно соотношением $T_{n+1} = \theta(T_n)$ и базирующаяся на тройке (S, θ, T_1) с алфавитом $S \subseteq \mathbf{N}$, отображением $\theta: s \rightarrow w$ и начальной таблицей T_1 . Каждая таблица T_n состоит из элементов $s \in S$ и строк $w = \theta(s)$, являющихся монотонными словами длины $|w| = s$ над алфавитом S .

В определении (2.1) монотонные слова образованы конкатенацией неубывающих символов, а отображение θ называется регулярным, если при $s \in S$ все столбцы соответствующей ему упорядоченной по строкам таблицы также задают неубывающие последовательности.

Определение (2.1) дополняется введением при $i \geq 0$ степеней образов $\theta^i(s)$ элементов $s \in T_n$, образующих блоки i -го ранга таблиц T_{n+i} . При $i \geq 1$ вес $|\theta^i(s)|$ блока $\theta^i(s)$ равен числу содержащихся в нем блоков $(i-1)$ -го ранга, а $|\theta^0(s)| = s$, что также позволяет задать i -й вес таблицы T_{n+i} [1; 2]

$$|T_{n+i}|_i = |\theta^i(T_n)| = \sum_{s \in T_n} |\theta^i(s)|, \quad i \geq 0, \quad n \in \mathbf{N}. \quad (2.1)$$

Таким образом, при $i \geq 0$ имеем $|\theta^i(s)| = s$, а по формуле (2.1) $|T_{n+i}|_i = |T_n|_0$. В частности, $|T_n|_0$ – сумма элементов, $|T_n|_1$ – число элементов, а $|T_n|_2$ – число строк и т.д. таблицы T_n . Веса $|T_1|_1, |T_2|_1, \dots$ наиболее удобно рассматривать как числовую последовательность, отвечающую данной T -модели.

Например, T -модели (S, θ, T_1) с $S = \mathbf{N} - \{1\}$, $\theta: s \rightarrow (s+1)^s$ и $T_1 = (2)$, состоящей из следующей последовательности таблиц $T_1, T_2, T_3, T_4, \dots$:

$$(2), (33), \begin{pmatrix} 444 \\ 444 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 5555 & 5555 \\ 5555 & 5555 \\ 5555 & 5555 \end{pmatrix}, \dots \quad (2.2)$$

отвечает числовая последовательность $1!, 2!, 3!, 4!, \dots$, являющаяся предельной в классах (1.1) и (1.2), причем $|T_4|_0 = 5!, |T_4|_1 = 4!, |T_4|_2 = 3!, |T_4|_3 = 2!, |T_4|_4 = 1!$.

Для T -модели числовая последовательность обычно строится на базе производящего многочлена $\sum_{s \in T_n} t^s$, получаемого по определению (2.1) с помощью простого тождества $\theta(t^s) = \sum_{i=1}^s t^{w_i}$, при $\theta: s \rightarrow w$, где слово $w = w_1 \dots w_s$. Это построение упрощается за счет введения модифицированного производящего многочлена $U_n(t)$, для которого $U(1) = \sum_{s \in T_n} 1 = |T_n|_1$. Например, для T -модели (2.2) имеем $U_1(t) = 1$, $U_2(t) = 2!t$, $U_3(t) = 3!t^2$, $U_4(t) = 4!t^3, \dots$

Понятие блоков i -го ранга таблиц T_{n+i} упорядочивает заполнение таблиц T -модели и позволяет задать лексикографическую нумерацию их элементов, а также ввести частичный порядок на множестве номеров L_n элементов таблицы T_n и $T(q)$ -модели, состоящие из таблиц $T_n(q)$, где $0 < q \leq 1$ [1; 2].

Определение 2.2. а) При $n \in \mathbf{N}$ множество L_n таблицы T_n задается рекурсивно: для $s > 1$ в $T_1 = (s)$ его номер $v = 1$; если $v = v_1 \dots v_n$ номер $s \in T_n$, то номер $s' \in T_{n+1}$ равен vv_{n+1} , где v_{n+1} порядковый номер элемента s' в строке $\theta(s)$.

б) Положим, что номер $v' \in L_n$ покрывает $v \in L_n$, если вектор $v' - v$ имеет все нулевые координаты, кроме одной, равной единице.

в) Элементами таблиц $T_n(q)$ служат $q^{\rho(v)}$, где $\rho(v) = \sum_{i=1}^n (v_i - 1)$ – ранговая функция [3], которая существует, так как при регулярном θ частично упорядоченное множество L_n является дистрибутивной решеткой [1], а $H_n(q) = \sum_{v \in L_n} q^{\rho(v)}$ – производящие многочлены $T_n(q)$ и $H_n(1) = \sum_{v \in L_n} 1 = |T_n|_1$.

Так, для таблицы T_3 в (2.2) $L_3 = \{111, 112, 113, 121, 122, 123\}$, $T_3(q) = \begin{pmatrix} q^0 & q^1 & q^2 \\ q^1 & q^2 & q^3 \end{pmatrix}$, а $H_1(q) = [1]_q!$, $H_2(q) = [2]_q!$, $H_3(q) = [3]_q!$, $H_4(q) = [4]_q!$, где $[n]_q = \frac{1-q^n}{1-q}$ – q -аналог числа $n \in \mathbf{N}$, причем $\lim_{q \rightarrow 1} [n]_q = n$ и $[n]_q! = [1]_q [2]_q \dots [n]_q$.

При явном отображении $\phi: L_n \rightarrow L_{n+1}$ нахождение q -аналогов $H_n(q)$ числовой последовательности, отвечающей T -модели, упрощается.

Определение 2.3. Пусть P_n – множество всех перестановок символов $\{1, 2, \dots, n\}$. По аналогии с [5] преобразованием Лемера 1 перестановки $\pi = \pi_1 \dots \pi_n \in P_n$ назовем слово $\mathbf{I}\pi = \mathbf{I}\pi_1 \dots \mathbf{I}\pi_n$, где $\mathbf{I}\pi_i = \#\{j : \pi_j < \pi_i, 0 \leq j \leq i-1, \pi_0 = 0\}$.

Теорема 2.1. а) Восстановление $\pi \in P_n$ по ее коду Лемера $\mathbf{I}\pi$ и ключу $\kappa = 1 \dots n$ длины $|\kappa| = n$ реализуется следующим алгоритмом: на k -м его шаге, где $k = 1, \dots, n$, символу π_{n-k+1} присваивается буква ключа κ с номером $\mathbf{I}\pi_{n-k+1}$, а затем она удаляется из κ , и новый ключ κ имеет длину $|\kappa| = n - k$.

б) Для T -модели (2.2) имеем $\mathbf{I}P_n = L_n$.

Доказательство. Из определения (2.3) следует совпадение индекса символа n в перестановке $\pi \in P_n$ с кодом Лемера этого символа, что влечет справедливость утверждения а) теоремы. Для T -модели (2.2) по индукции несложно показать, что множество номеров L_{n+1} строится из L_n путем вставки на i -е место между буквами каждого слова $0v_1 \dots v_n 0 \in L_n$ индекса $i = 1, 2, \dots, n+1$. Поэтому равенство $|L_n| = |P_n| = n!$ доказывает утверждение б) теоремы.

Простую взаимосвязь между q -многочленами, вводимыми с помощью инверсий перестановок, и q -многочленами, получаемыми на базе ранговой функции определения 2.2, в), устанавливает равенство $\text{inv}(\pi) + \rho(\mathbf{I}\pi) = \binom{n}{2}$, $\pi \in P_n$, где $\text{inv}(\pi) = \#\{(i, j) : \pi_i > \pi_j, 0 \leq i < j \leq n\}$ – число инверсий перестановки $\pi \in P_n$ [1], являющееся следствием теоремы 2.1 для T -модели (2.2).

3. Интерполяция числовых последовательностей между C_n и $n!$

Для значений параметра $m \in \mathbb{N}$ исследуем семейство возрастающих последовательностей, образованное числами

$$C_n^{(m)} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} m^k \binom{n}{k} \binom{n}{k+1}, \quad n \in \mathbb{N}, \quad (3.1)$$

которые можно рассматривать как обобщенные числа Каталана, так как при $m = 1, 2, 3, 4, \dots$ последовательности чисел (3.1) имеют вид

$$\begin{cases} 1, 2, 5, 14, 42, 132, 429, 1430, 4862, 16796, \dots [11, A000108]; \\ 1, 3, 11, 45, 197, 903, 4279, 20793, 103049, 518859, \dots [11, A001003]; \\ 1, 4, 19, 100, 562, 3304, 20071, 124996, 793774, \dots [11, A007564]; \\ 1, 5, 29, 185, 1257, 8925, 65445, 491825, 3768209, \dots [11, A059231]; \\ \dots \end{cases} \quad (3.2)$$

т.е. строки в (3.2) последовательно нумеруются значениями параметра m , а соответствующая последовательность семейства (1.1) является объединением начального отрезка $1!, 2!, \dots, (m-1)!$ (при $m = 1$ полагаем $0! = 0$) и m -й строки из (3.2), умноженной на $m!$.

Это непосредственно обосновывается с помощью T -моделей.

Теорема 3.1. В однопараметрическом классе T -моделей $(S^{(m)}, \theta_m, T_1^{(m)})$ с $S^{(m)} = \mathbb{N} - \{1, \dots, m\}$, $\theta_m : s \rightarrow (m+1)(m+2) \dots s(s+1)^m$, $T_1^{(m)} = (m+1)$ и $T_{n+1}^{(m)} = \theta_m(T_n^{(m)})$ фиксированному $m \in \mathbb{N}$ отвечает последовательность (3.1), так как

$$\sum_{n=0}^{\infty} \left| T_{n+1}^{(m)} \right|_1 u^n = \frac{1 - (m+1)u - \sqrt{(1 - (m+1)u)^2 - 4mu^2}}{2mu^2} = \sum_{n=0}^{\infty} C_{n+1}^{(m)} u^n. \quad (3.3)$$

Доказательство. Для деленного на t^{m+1} производящего многочлена таблицы $T_n^{(m)}$, равного $U_n^{(m)}(t)$, имеем $U_n^{(m)}(1) = |T_n^{(m)}|_1$. Применение соотношения $\theta_m(t^s) = t^{m+1}(1-t)^{-1}(1-t^{s-m}) + mt^{s+1}$ приводит к рекуррентной формуле

$$U_1^{(m)}(t) = 1, (1-t)U_{n+1}^{(m)}(t) + t(mt-m+1)U_n^{(m)}(t) = U_n^{(m)}(1), n \in \mathbb{N}, \quad (3.4)$$

от которой несложно перейти к производящей функции

$$F^{(m)}(t, u) = \sum_{n=0}^{\infty} U_{n+1}^{(m)}(t) u^n = \frac{1-t+u F^{(m)}(1, u)}{1-t+t(mt-m+1)u}. \quad (3.5)$$

Так как при замене t на корень уравнения $F^{(m)}(1, u) = t(mt-m+1)$ правая часть (3.5) имеет неопределенность вида $0/0$, то, исключая t в знаменателе, получим для $F^{(m)}(1, u)$ уравнение

$$m u^2 F^{(m)}(1, u)^2 - (1-(m+1)u)F^{(m)}(1, u) + 1 = 0, \quad (3.6)$$

решение которого дает (3.3). Доказательство закончено.

Однопараметрический класс T -моделей $\left(\bar{S}^{(m)}, \bar{\theta}_m, \bar{T}_1^{(m)}\right)$ с $\bar{S}^{(m)} = \mathbb{N} - \{1\}$, $\bar{\theta}_m : s \rightarrow (\min(m, s) + 1)$ $(\min(m, s) + 2) \dots s(s+1)^{\min(m, s)-1}$, $\bar{T}_1^{(m)} = (2)$ и $\bar{T}_{n+1}^{(m)} = \theta_m \left(\bar{T}_n^{(m)}\right)$, является расширением класса теоремы 3.1. Поэтому рассуждения, подобные используемым в доказательстве теоремы 3.1, позволяют выразить соответствующие этому классу многочлены $\bar{U}_n^{(m)}(t)$ через многочлены из (3.4)

$$\bar{U}_n^{(m)}(t) = \begin{cases} n! t^{n-1}, & \text{если } n = 1, 2, \dots, m-1, \\ m! t^{m-1} U_{n-m+1}^{(m)}(t), & \text{если } n \geq m. \end{cases} \quad (3.7)$$

Следовательно, полагая в (3.7) $t = 1$, получаем отмеченную выше связь между рассматриваемыми семействами (1.1) и (3.2).

Для класса T -моделей $(S^{(m)}, \theta_m, T_1^{(m)})$ теоремы 3.1 построим простой алгоритм генерации множеств номеров $L_n^{(m)}$ элементов таблиц $T_n^{(m)}$, разбивая $L_n^{(m)}$ на подмножества номеров $L_{n,k}^{(m)}$, оканчивающихся на символ $k = 1, \dots, n+m-1$.

Теорема 3.2. При фиксированном $m \in \mathbb{N}$ положим $L_1^{(m)} = L_{1,1}^{(m)} = \{1\}$. Тогда при $n \in \mathbb{N}$ новые подмножества номеров $L_{n+1,k}^{(m)}$ строятся из подмножеств $L_{n,k}^{(m)}$ следующим образом: а) для $k = 1, \dots, m+1$ подмножества $L_{n+1,k}^{(m)}$ состоят из всех слов подмножеств $L_{n,j}^{(m)}$, где $j = 1, \dots, n+m-1$, добавлением к ним суффикса k ; б) для $k = 1, \dots, n-1$ подмножества $L_{n+1,m+k+1}^{(m)}$ состоят из всех номеров $v = v_1 \dots v_{n-1} j \in L_{n,j}^{(m)}$ с $j = k+1, \dots, n+m-1$, для которых $v_{n-1} \geq k$, добавлением к ним суффикса $m+k+1$.

Доказательство. При $m = 1$ явное отображение $\varphi : L_n^{(m)} \rightarrow L_{n+1}^{(m)}$ легко строится по индукции на основе определения (2.2): если слово $v_1 \dots v_n \in L_n^{(1)}$, то номера $v_1 \dots v_n k \in L_{n+1}^{(1)}$, где $k = 1, \dots, v_n + 1$. Это построение несложно преобразовать в алгоритм теоремы 3.2, в котором уже используются две последние буквы слов $v \in L_n^{(1)}$. Случай $m = 1$ переносится на любое $m \in \mathbb{N}$ анализом построения подмножеств $L_{n+1,k}^{(m)}$ на базе слов из $L_{n,j}^{(m)}$. Доказательство закончено.

Следует отметить, что множество номеров $L_n^{(1)}$ совпадает с множеством кодов Лемера 213-избегающих перестановок степени n [1],

Теоремы 3.1 и 3.2 позволяют получить q -аналоги $C_n^{(m)}(q)$ чисел (3.1) для чего удобно продолжить последовательность (3.1), полагая $C_0^{(m)} = 1$.

Теорема 3.3. Функция $G^{(m)}(q, u) = \sum_{n=0}^{\infty} C_n^{(m)}(q) u^n$ определяется уравнением

$$[m]_q u^2 G^{(m)}(q, u) G^{(m)}(q, qu) - (1 + [m-1]_q qu) G^{(m)}(q, u) + 1 = 0, \quad (3.8)$$

а q -числа $C_n^{(m)}(q)$ вычисляются по рекуррентной формуле

$$C_0^{(m)}(q) = C_1^{(m)}(q) = 1, C_{n+1}^{(m)}(q) = [m]_q \sum_{i=0}^n q^i C_i^{(m)}(q) C_{n-i}^{(m)}(q) - q[m-1]_q C_n^{(m)}(q), n \in \mathbb{N}. \quad (3.9)$$

Доказательство. Используя замену $F_0^{(m)}(1, u) = 1 + u F^{(m)}(1, u)$ и выражение (3.6), получим для производящей функции $F_0^{(m)}(1, u)$ уравнение

$$m u^2 F_0^{(m)}(1, u)^2 - (1 + (m-1)u) F_0^{(m)}(1, u) + 1 = 0,$$

q -аналогом которого является (3.8), а рекуррентное соотношение (3.9) для $C_n^{(m)}(q)$ сразу получается из уравнения (3.8). *Доказательство закончено.*

При $m = 1$ формулы (3.8) и (3.9) имеются в [4], а из (3.8) при $m \in \mathbb{N}$ для производящей функции $G^{(m)}(q, u)$ несложно получить непрерывную дробь.

На базе доказанных выше результатов строится однопараметрический класс множеств $P_n^{(m)}$ перестановок степени n , а мощности $|P_n^{(m)}|$, при $m, n \in \mathbb{N}$ образуют семейство (1.1). Для фиксированного m имеем $P_n^{(m)} = P_n$ при $n \leq m$ и $P_n^{(m)} \subset P_n$ при $n > m$. Также для чисел семейства (1.1) находятся их q -аналоги.

Следствие 3.1. а) Для расширенного класса T -моделей $(\bar{S}^{(m)}, \bar{\theta}_m, \bar{T}_1^{(m)})$ множества номеров $\bar{L}_n^{(m)} = \mathbf{I}P_n^{(m)}$, и при $n > m$ для каждого номера $v_1 \dots v_{n-m+1} \in L_{n-m+1}^{(m)}$ строятся $m!$ слов $\bar{L}_n^{(m)}$ путем удаления из него префикса $v_1 = 1$, а затем приписывания слева к оставшемуся слову $m!$ кодов Лемера из множества $\mathbf{I}P_m$.

б) При фиксированном m q -аналоги $\bar{C}_n^{(m)}(q)$ чисел семейства (1.1) определяются выражением

$$\bar{C}_n^{(m)}(q) = \begin{cases} [n]_q!, & \text{если } n = 1, 2, \dots, m-1, \\ [m]_q! C_{n-m+1}^{(m)}(q), & \text{если } n \geq m. \end{cases}$$

Доказательство. Определение класса $(\bar{S}^{(m)}, \bar{\theta}_m, \bar{T}_1^{(m)})$ и формула (3.7) сразу приводят к требуемым результатам. *Доказательство закончено.*

4. Интерполяция числовых последовательностей между B_n и $n!$

Аналогично разделу 3 классу последовательностей (1.2) сопоставляются при $m = 1, 2, 3, 4, \dots$ последовательности чисел

$$\begin{cases} 1, 2, 5, 15, 52, 203, 877, 4140, 21147, 115975, \dots & [11, A000110]; \\ 1, 3, 11, 47, 227, 1215, 7107, 44959, 305091, \dots & [11, A035009]; \\ 1, 4, 19, 103, 622, 4117, 29521, 227290, 1865881, \dots & [11, A078940]; \\ 1, 5, 29, 189, 1357, 10589, 88909, 797085, 7583373, \dots & [11, A078945]; \\ \dots & \end{cases} \quad (4.1)$$

и исследуется класс T -моделей, отвечающий семейству (4.1).

Теорема 4.1. В классе T -моделей $(S^{(m)}, \theta_m, T_1^{(m)})$ с $S^{(m)} = \mathbb{N} - \{1, \dots, m\}$, $\theta_m : s \rightarrow s^{s-m}(s+1)^m$, $T_1^{(m)} = (m+1)$ и $T_{n+1}^{(m)} = \theta_m(T_n^{(m)})$ фиксированному $m \in \mathbb{N}$ отвечает при $n \in \mathbb{N}$ последовательность (4.1), так как $|T_n^{(m)}| = B_n^{(m)}$, где обобщенные числа Белла $B_n^{(m)}$ образуют семейство (4.1) и определяются соотношением

$$B_1^{(m)} = 1, \quad B_{n+1}^{(m)} = 1 + m \sum_{k=1}^n \binom{n}{k} B_k^{(m)}. \quad (4.2)$$

Доказательство. Для деленного на t^m производящего многочлена таблицы $T_n^{(m)}$, равного $E_n^{(m)}(t)$, имеем $E_n^{(m)}(1) = |T_n^{(m)}|$. Применение соотношения $\theta_m(t^s) = (s-m)t^s + m t^{s+1}$ приводит к рекуррентной формуле

$$E_1^{(m)}(t) = t, \quad E_{n+1}^{(m)}(t) = t \left(m E_n^{(m)}(t) + \frac{d}{dt} E_n^{(m)}(t) \right), \quad n \in \mathbf{N}, \quad (4.3)$$

от которой несложно перейти к экспоненциальной производящей функции

$$\sum_{n=1}^{\infty} E_n^{(m)}(t) \frac{u^n}{n!} = \frac{1}{m} \left(e^{m t (e^u - 1)} - 1 \right). \quad (4.4)$$

Соотношения (4.3) и (4.4) показывают, что $E_n^{(m)}(t)$ являются обобщением экспоненциальных многочленов [4], а их коэффициенты – обобщением чисел Стирлинга второго рода [3]. Так как $E_n^{(m)}(1) = B_n^{(m)}$, то из (4.4) с помощью дифференцирования находится (4.2). *Доказательство закончено.*

Однопараметрический класс T -моделей $\left(\bar{S}^{(m)}, \bar{\theta}_m, \bar{T}_1^{(m)} \right)$ с $\bar{S}^{(m)} = \mathbf{N} - \{1\}$, $\bar{\theta}_m : s \rightarrow s^{s-m} (s+1)^{\min(m,s)}$, $\bar{T}_1^{(m)} = (2)$ и $\bar{T}_{n+1}^{(m)} = \theta_m \left(\bar{T}_n^{(m)} \right)$, является расширением класса теоремы 4.1. Поэтому несложно выразить соответствующие этому классу многочлены $\bar{E}_n^{(m)}(t)$ через многочлены из (4.3)

$$\bar{E}_n^{(m)}(t) = \begin{cases} n! t^n, & \text{если } n = 1, 2, \dots, m-1, \\ m! t^m E_{n-m+1}^{(m)}(t), & \text{если } n \geq m. \end{cases} \quad (4.5)$$

Следовательно, связь между рассматриваемыми семействами (1.2) и (4.1) устанавливается с помощью (4.5), при $t = 1$,

Для класса T -моделей $(S^{(m)}, \theta_m, T_1^{(m)})$ теоремы 4.1 можно построить алгоритм генерации множеств номеров $L_n^{(m)}$ элементов таблиц $T_n^{(m)}$, разбивая $L_n^{(m)}$ на подмножества номеров $L_{n,k}^{(m)}$, в которых все слова имеют максимальный символ, равный $k = 1, \dots, n+m-1$.

Теорема 4.2. При фиксированном $m \in \mathbf{N}$ и $n = 1, 2, 3$ множества $L_{n,k}^{(m)}$ легко находятся с помощью определения (2.2). При $n \geq 3$ новые подмножества номеров $L_{n+1,k}^{(m)}$ строятся из $L_{n,k}^{(m)}$ следующим образом: а) для $k = 1, \dots, m+1$ подмножества $L_{n+1,k}^{(m)}$ составляются из всех слов подмножеств $L_{n,j}^{(m)}$, где $j = 1, \dots, k-1$, добавлением к ним суффикса k и всех слов множества $L_{n,k}^{(m)}$, каждое из которых заменяется на k слов путем добавления суффикса $j = 1, \dots, k$; б) для $k = m+2, \dots, n+m$ подмножества $L_{n+1,k}^{(m)}$ составляются из всех слов подмножеств $L_{n,j}^{(m)}$, где $j = k-m, \dots, k-1$, добавлением к ним суффикса k и использованием множества $L_{n,k}^{(m)}$, при $k = m+2, \dots, n+m-1$ также, как и в п. а). В этом случае при $k > m+2$ требуется еще удаление лишних слов, для чего можно использовать подмножества $L_{n-1,j}^{(m)}$, где $j = k-m-2, \dots, k-3$. Подробности удаления лишних слов не описываются, так как уже имеется алгоритм определения (2.2).

Доказательство. При $m = 1$ отображение $\varphi : L_n^{(m)} \rightarrow L_{n+1}^{(m)}$ легко строится по индукции на основе определения (2.2): если слово $v_1 \dots v_n \in L_n^{(1)}$, то номера $v_1 \dots v_n k \in L_{n+1}^{(1)}$, где $k = 1, \dots, \mu+1$, а $\mu = \max(v_1, \dots, v_n)$. Это построение преобразуется в алгоритм теоремы 4.2, причем в п. б) не требуется удаления лишних слов. Случай $m = 1$ переносится на любое $m \in \mathbf{N}$ анализом построения подмножеств $L_{n+1,k}^{(m)}$ на базе слов из $L_{n,j}^{(m)}$. *Доказательство закончено.*

Следует отметить, что множество номеров $L_n^{(1)}$ совпадает с множеством слов ограниченного роста (RG -слов), рассматриваемых в [7, 9, 10] в связи с упорядоченными разбиениями множества $\{1, 2, \dots, n\}$ на k блоков и числами Стирлинга второго рода, а также являющихся кодами Лемера соответствующих перестановок степени n [1].

Теоремы 4.1 и 4.2 позволяют получить q -аналоги $B_n^{(m)}(q)$ чисел (4.1).

Теорема 4.3. q -числа $B_n^{(m)}(q)$ вычисляются по рекуррентной формуле

$$B_1^{(m)}(q) = 1, \quad B_{n+1}^{(m)}(q) = 1 + [m]_q \sum_{k=1}^n \binom{n}{k} q^k B_k^{(m)}, \quad n \in \mathbf{N} \quad (4.6)$$

Доказательство. Соотношение (4.6) для $B_n^{(m)}(q)$ является q -аналогом формулы (4.2). *Доказательство закончено.*

Отметим, что несложно также получить q -аналог экспоненциальной производящей функции (4.4) при $t = 1$.

На базе доказанных выше результатов строится однопараметрический класс множеств $P_n^{(m)}$ перестановок степени n , а мощности $|P_n^{(m)}|$ при $m, n \in \mathbb{N}$ образуют семейство (1.2). Для фиксированного m имеем $P_n^{(m)} = P_n$ при $n \leq m$ и $P_n^{(m)} \subset P_n$ при $n > m$. Также для чисел семейства (1.2) находятся их q -аналоги.

Следствие 4.1. а) Для расширенного класса T -моделей $(\bar{S}^{(m)}, \bar{\theta}_m, \bar{T}_1^{(m)})$ множества номеров $\bar{L}_n^{(m)} = \mathbf{I}P_n^{(m)}$, и при $n > m$ для каждого номера $v_1 \dots v_{n-m+1} \in L_{n-m+1}^{(m)}$ строятся $m!$ слов $\bar{L}_n^{(m)}$ путем удаления из него префикса $v_1 = 1$, а затем приписывания слева к оставшемуся слову $m!$ кодов Лемера из множества $\mathbf{I}P_m$.

б) При фиксированном m q -аналоги $\bar{B}_n^{(m)}(q)$ чисел семейства (1.2) определяются выражением

$$\bar{B}_n^{(m)}(q) = \begin{cases} [n]_q!, & \text{если } n = 1, 2, \dots, m-1, \\ [m]_q! B_{n-m+1}^{(m)}(q), & \text{если } n \geq m. \end{cases}$$

Доказательство. Определение класса $(\bar{S}^{(m)}, \bar{\theta}_m, \bar{T}_1^{(m)})$ и формула (4.5) сразу приводят к требуемым результатам. *Доказательство закончено.*

Заключение

Полученные в разделах 3 и 4 результаты показывают достоинства применяемой методики, основанной на применении T -моделей и кодов Лемера перестановок к интерполяции целочисленных последовательностей.

Следует подчеркнуть, что классы перестановок, соответствующие семействам последовательностей (1.1) и (1.2) отличаются от семейств, рассматриваемых в работах [6; 8], а найденные q -аналоги этих семейств описываются простыми соотношениями. Построенные алгоритмы генерации этих классов реализуются на компьютере достаточно эффективно, а разработанная методика интерполяции целочисленных последовательностей может быть использована также для решения других аналогичных задач.

Список литературы

1. Бондаренко, Л.Н. Модели комбинаторного анализа: монография. – Москва: изд. «МУ им. С.Ю. Витте», 2019. – 248 с.
2. Бондаренко, Л.Н. Систематизация комбинаторных последовательностей с использованием T -моделей и T -диаграмм // Образовательные ресурсы и технологии. (Электронный научный журнал). – 2020. – № 2 (31). – С. 58–68.
3. Стенли, Р. Перечислительная комбинаторика / перевод с английского. – Т. 1. – Москва: Мир, 1990. – 440 с.
4. Стенли, Р. Перечислительная комбинаторика / перевод с английского. – Т. 2. – Москва: Мир, 2009. – 768 с.
5. Фоата, Д. Распределения типа Эйлера и Макмагона на группе перестановок // Проблемы комбинаторного анализа: сб. статей / перевод с английского. – Москва: Мир, 1980. – С. 120–141.
6. Barucci E., Del Lungo A., Pergola E., Pinzani R. Permutations avoiding an increasing number of length – increasing forbidden subsequences // Discrete mathematics and theoretical computer science. – 2000. – No. 4. – P. 31–44.
7. Cai Y., Readdy M.A. q -Stirling numbers: A new view // Advances in applied mathematics. – 2017. – Vol. 86. – P. 50–80.
8. Labelle G., Leroux P., Pergola E., Pinzani R. Stirling numbers interpolation using permutations with forbidden subsequences // Discrete mathematics. – 2002. No. 1–3. – Vol. 246. – P. 177–195.

9. *Milne, S.* Restricted growth functions and incidence relations of the lattice of partitions of an n -set // Journal advances in mathematics. – 1977. – Vol. 26. – P. 290–305.
10. *Milne, S.* Restricted growth functions, rank row matchings of partition lattices, and q -Stirling numbers // Journal advances in mathematics. – 1982. – Vol. 43. – P. 173–196.
11. *Sloane, N.J.A.* The on-line encyclopedia of integer sequences. – 2021. – URL: <http://oeis.org>.

References

1. *Bondarenko, L.N.* Modeli kombinatornogo analiza: monografiya. – Moskva: izd. «MU im. S.Yu. Vitte», 2019. – 248 s.
2. *Bondarenko, L.N.* Sistematizaciya kombinatornyh posledovatel'nostej s ispol'zovaniem T-modelej i T-diagramm // Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii. (Elektronnyj nauchnyj zhurnal). – 2020. – № 2 (31). – S. 58–68.
3. *Stenli, R.* Perechislitel'naya kombinatorika / perevod s anglijskogo. – T. 1. – Moskva: Mir, 1990. – 440 s.
4. *Stenli, R.* Perechislitel'naya kombinatorika / perevod s anglijskogo. – T. 2. – Moskva: Mir, 2009. – 768 s.
5. *Foata, D.* Raspredeleniya tipa Ejlera i Makmagona na gruppe perestanolov // Problemy kombinatornogo analiza: sb. statej / perevod s anglijskogo. – Moskva: Mir, 1980. – S. 120–141.
6. *Barcucci E., Del Lungo A., Pergola E., Pinzani R.* Permutations avoiding an increasing number of length – increasing forbidden subsequences // Discrete mathematics and theoretical computer science. – 2000. – No. 4. – P. 31–44.
7. *Cai Y., Readdy M.A.* q -Stirling numbers: A new view // Advances in applied mathematics. – 2017. – Vol. 86. – P. 50–80.
8. *Labelle G., Leroux P., Pergola E., Pinzani R.* Stirling numbers interpolation using permutations with forbidden subsequences // Discrete mathematics. – 2002. No. 1–3. – Vol. 246. – P. 177–195.
9. *Milne, S.* Restricted growth functions and incidence relations of the lattice of partitions of an n -set // Journal advances in mathematics. – 1977. – Vol. 26. – P. 290–305.
10. *Milne, S.* Restricted growth functions, rank row matchings of partition lattices, and q -Stirling numbers // Journal advances in mathematics. – 1982. – Vol. 43. – P. 173–196.
11. *Sloane, N.J.A.* The on-line encyclopedia of integer sequences. – 2021. – URL: <http://oeis.org>.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ТЕХНОЛОГИИ № 3 (36)' 2021

Электронный научный журнал (Электронное периодическое издание)

Редактор и корректор

Альтенгоф А.А.

Компьютерная верстка

Савеличев М.Ю.

Электронное издание.

Подписано в тираж 01.12.2021.

Печ. л. 13,25. Усл.-печ. л. 12,32. Уч.-изд. л. 7,7.

Объем 6,1 Мб. Тираж – 500 (первый завод – 30) экз. Заказ № № 21-0020.

Отпечатано в ООО «Минэлла Трейд»,

115419, Москва, ул. Орджоникидзе, д. 9, корп. 2, пом. 5, тел. 8 (495) 730-41-88.

Макет подготовлен в издательстве электронных научных журналов

ЧОУВО «Московский университет им. С.Ю. Витте»,

115432, Россия, Москва, 2-й Кожуховский проезд, д. 12, стр. 1,

тел. 8 (495) 783-68-48, доб. 53-53.