

# Анализ моделей и принципов системного моделирования для решения многокритериальной задачи принятия решений

Т. Н. Астахова, С. В. Кривоногов, А. В. Романов

**Аннотация**—В существующих условиях развития информационного общества проблема формирования принятия качественных решений среди предложенных альтернатив является одной из приоритетных, ввиду того, что данная сфера человеческой деятельности обусловлена значительной семантической нагрузкой для лица, принимающего решения, так как моделируемые процедуры сложно структурированного анализа связаны со многими аспектами управленческой деятельности, такими как: анализ, управление, делегирование, планирование, распределение, рефлексия и др. Системный подход, как раздел многокритериального анализа, отталкивается от совокупного набора методик и способов построения сложноструктурированного исследования. В работе рассмотрены следующие методы математического моделирования: метод АНР, метод решающих матриц Г. С. Поспелова, методика ПАТТЕРН, информационный подход А. А. Денисова. Исследован процесс принятия сложноструктурированных решений, связанных со сложностью восприятия и реализации при решении конкретных практических задач, в виду большой доли субъективности и неопределённости моделируемых операций. Представлены основные понятия теории принятия решений и связанные с ними аспекты синтеза качественных решений. В рамках обозначенных параметров теории принятия решений, предложена последовательность процедур организации решения сложноструктурированной задачи принятия решений. В форме выполненной работы рассмотрены принципы математического моделирования и методы математического исследования, а также применения системного подхода, к решению проблемы принятия решений. На основании чего, сформирован комплекс системных моделей многокритериального анализа, позволяющий выполнять экспертный анализ при решении конкретной практической задачи.

**Ключевые слова**—информационный подход А. А. Денисова, математическая модель, метод АНР, метод решающих матриц Г. С. Поспелова, методика ПАТТЕРН,

неопределённость, принятие решений, системный подход, субъективность.

## I. ВВЕДЕНИЕ

В существующих условиях развития информационного общества проблема формирования принятия качественных решений среди предложенных альтернатив является одной из приоритетных, ввиду того, что данная сфера человеческой деятельности обусловлена значительной семантической нагрузкой для лица, принимающего решения, так как моделируемые процедуры сложно структурированного анализа связаны со многими аспектами управленческой деятельности, такими как: анализ, управление, делегирование, планирование, распределение, рефлексия и др.

Впоследствии, в ключе выделенных операций и производится принятие рациональных решений.

Исходя из чего, управленческое решение – это форма трудоёмкой мыслительной деятельности, направленной на установление программы для последующих действий группы экспертов на основе требований, целей и новых задач с использованием анализа данных и информации.

В соответствии, с чем проблема процедур принятия управленческих решений главным образом состоит в большой доле растущей нестабильности моделируемых отношений анализа, серьезно усложняющих процесс принятия управленческих решений, что в свою очередь повышает вероятность принятия необоснованных и неточных управленческих решений, что ведёт к увеличению цены ошибок.

Ключевым пунктом принятия решений является формулирование целей, стоящих перед лицами, принимающих решения. Посредством их точной регистрации, возможно, установить спектр факторов, механизмов, законов, ресурсов, непосредственно воздействующих на рассматриваемую проблему.

Результатом смоделированного проекта будет являться выполнение процедуры разработки управленческого решения для отдельно взятой ситуации, посредством нескольких отдельно взятых моделей многокритериального выбора.

В качестве цели работы понимается исследование существующих методов системного моделирования, при решении задач, с условием многокритериальности, имеющих под собой сложноструктурированный аспект осуществления деятельности.

Статья получена 20 марта 2020

Астахова Татьяна Николаевна, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Княгинино, Российская Федерация (e-mail: ctn\_af@mail.ru).

Романов Андрей Владимирович, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Княгинино, Российская Федерация (e-mail: andrej.roma2013@yandex.ru).

Кривоногов Сергей Вячеславович, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, Княгинино, Российская Федерация (e-mail: ksvkn@mail.ru).

Под объектом исследования понимается оптимальное решение, которое находится в результате моделируемой экспертизы. В свою очередь, в качестве субъекта исследования принято понимать лицо, принимающее решение.

Предметом исследования являются модели принятия решений при условиях многокритериальности.

## II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Принятие решения представляет собой человеческую форму активности сознания, обеспечивающую сокращение вариативности внутреннего представления ситуации и, как следствие, определённую и оптимальность поведенческих реакций.

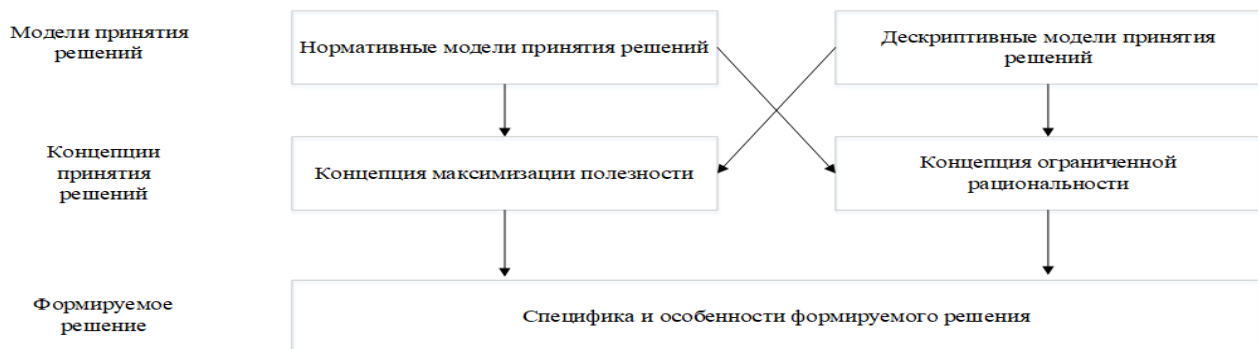
формулировку окончательного решения задачи, в соответствии, с чем модели принятия решений делятся на:

1. Нормативные модели принятия решений – модель принятия решений, в которой поведение людей не оказывает влияния на отбор окончательного решения;

2. Дескрипторные модели принятия решений – модель принятия решений, в которой поведение людей оказывает влияния на отбор окончательного решения.

Использование приведённых моделей может накладывать некоторые ограничения на концепцию, которая будет использована в рамках исследования (Рис. 1).

Концепция принятия решений – система взглядов, связанных с принятием решения [17].



**Рис. 1 Влияние моделей и концепций принятия решений на формируемое решение**

В современном мире всё чаще встаёт необходимость в принятии точных и взвешенных решений, что и предлагает такая наука, как теория принятия решений.

На данный момент проблема принятия качественных решений, является одной из первоочередных [20–22]. Связано это с тем, что данный процесс несёт в себе большую смысловую нагрузку для ЛПР, т.к. он (процесс) тесно соединён со многими аспектами управленческой деятельности.

Непосредственно сам процесс принятия решений подразумевает работу ЛПР со сложной структурой взаимосвязанных компонентов отдельно взятой задачи принятия решений, таких как [13]:

- желаемые исходы или цели задачи;
- ресурсы, в рамках которых производится анализ.

Тем не менее, сам анализ связан с большой долей неопределённости и субъективности принимаемых суждений.

Неопределённость – это «открытые задачи, в которых принимающий решение не знает всей совокупности действующих факторов и должен сформулировать множество гипотез, прежде чем их оценивать» [14].

Решение проблемы процесса принятия решений в условиях неопределённости обусловлено психологическим характером восприятия проблемы выбора, и зависит от интеллектуальных способностей ЛПР, в меньшей степени на это оказывают влияние личностные и стилевые предпочтения эксперта, накладывающие незначительные ограничения на выбор оптимального решения [16].

При этом важно понимать, что не всегда психологический фактор может оказать влияние на

Таким образом, формируемое решение задачи реализуется посредством построения взаимосвязи модели и концепции принятия решений, исходя из которой:

– если в рамках некоторого исследования задачи принятия решения нормативная модель принятия решений реализует концепцию максимизации полезности, то окончательное решение данной задачи будет выступать результатом применения выбранного алгоритма и будет оптимальным, с точки зрения применения определённого критерия полезности;

– если в рамках некоторого исследования задачи принятия решения нормативная модель принятия решений реализует концепцию ограниченной рациональности, то окончательное решение данной задачи будет выступать результатом применения выбранного алгоритма и будет эффективным, а также отвечать необходимым требованиям оптимальности, с точки зрения ЛПР;

– если в рамках некоторого исследования задачи принятия решения дескриптивная модель принятия решений реализует концепцию максимизации полезности, то окончательное решение выступает результатом анализа всех имеющихся альтернатив и будет оптимальным, а также отвечать ранее принятым предпочтениям экспертов;

– если в рамках некоторого исследования задачи принятия решения дескриптивная модель принятия решений реализует концепцию ограниченной рациональности, то окончательным решением данной задачи выступает первая найденная в рамках отбора

альтернатива, удовлетворяющая всем имеющимся требованиям ЛППР.

Исследование заданной области науки (теории принятия решений) сопряжено с использованием основных аспектов и методов следующих наук [12]:

- математики;
- экономики;
- менеджмента;
- психологии и др.

Именно посредством совместного использования комплекса выделенных ранее наук возможно произвести качественный анализ и найти наиболее оптимальное решение.

На настоящий момент времени математические модели можно рассматривать, как составную часть любой распространённой системы. Ввиду устойчивой необходимости в качественном анализе процессов и явлений отдельно взятой задачи принятия решений. На основании чего рассматриваемый системный подход, а конкретно построенный на его базе системный анализ, выступает общей методологией моделирования сложных систем, при исследовании задач принятия решений.

Непосредственно под системным анализом понимается дисциплина, занимающаяся проблемами принятия решения в условиях, когда выбор альтернативы требует анализа сложной информации различной физической природы [10]. В свою очередь в математическом моделировании система воспринимается, как математическая абстракция, которая служит моделью динамического явления [7]. В качестве объекта системного анализа принято понимать абстрактную систему, а предмета – процесс моделирования. Среди основных задач системного анализа выделяют [10]:

1. Выявление и структуризация целей системы и поиск путей их достижения;
2. Построение модели функционирования системы;
3. Определение критериев сравнения;
4. Декомпозиция системы и определение связей между её составными элементами;
5. Выявление относительной важности отдельных параметров выбора.

Под моделью понимается некоторая система, исследование в рамках которой служит средством для получения информации об исследуемом объекте [4]. Стоит понимать, что непосредственно в ходе исследования модель принимает свойства рассматриваемой системы и, по существу, отождествляет собой её оригинал. Все модели принято разделять на абстрактные (представление системы, как её образа) и материальные (подобны оригиналу системы), одной из разновидностей абстрактной модели является математическая модель исследования.

Математическая модель – это математическое представление реальности [2]. Математические модели принято разделять на следующие составные виды:

- аналитические модели;
- имитационные модели;
- аналитико-имитационные модели.

Аналитическая модель в первую очередь ориентирована на произведение исследования

результатом, которому служит взаимосвязанная система утверждений (конечная последовательность формул и уравнений), правомерность которых регулируется, в рамках установленного доказательства, впоследствии формируются выводы о существовании приемственного и корректного решения [3]. Данный вид математического моделирования имеет как достоинства, так и объективные недостатки, при применении модели на практике.

Преимущества применения аналитической модели математического моделирования [1]:

- возможность получения точного решения задачи;
- построенные модели обладают высокой степенью общности;
- модель ориентирована на функционирование в ключе простых задач и объектов.

Недостатки применения аналитической модели математического моделирования:

- область применения данного вида математического моделирования сильно ограничена;
- сложные объекты и задачи редко получается представить аналитически.

Другим видом математического моделирования является имитационная модель. Данный вид ориентирован на алгоритмическое представление описания процесса функционирования исследуемой системы, что позволяет получать информацию о состояниях отдельно взятых процессов системы в произвольный момент времени работы [44]. Однако, как и аналитическая модель, имитационная модель имеет свои достоинства и недостатки, при применении модели на практике.

Преимущества применения имитационной модели математического моделирования [1]:

- возможность представлять, посредством модели, сложные задачи и объекты;
- поддерживает модернизацию (усложнение) существующей модели без потери результативности функциональных возможностей последней;

– подразумевает декомпозицию сложной модели на составные части и наоборот группировку простых моделей в сложную, что позволяет рассмотреть существующую модель с разных ракурсов;

– исходя из алгоритмической природы модели, возможно произвести анализ поведения рассматриваемой системы на отдельных её участках функционирования;

– возможность применения к решению задачи широкого комплекса специализированного программного обеспечения.

Недостатки применения имитационной модели математического моделирования:

- не гарантирует получение оптимального решения;
- для получения качественной оценки целевой функции необходимо выполнить большое количество испытаний, в рамках отдельного решения задачи.

В свою очередь аналитико-имитационная модель представляет собой комбинированное представление ранее выделенных моделей математического моделирования [11].

Ключевые характеристики аналитико-имитационных моделей [15]:

1. Объект исследования должен быть достаточно хорошо изучен.

2. Анализ закономерностей (предпочтений), в динамике, может быть затруднителен, ввиду модернизации (усложнения) исходной модели;

3. Посредством применения различного рода допущений и упрощений, модель теряет в точности оптимального решения.

Для качественного решения проблемы принятия решений многокритериальной задачи невозможно применение лишь одного вида математического моделирования [18, 19].

Оформление математической модели принятия решений представляет собой достаточно субъективный процесс решения прикладных задач, ввиду устойчивой необходимости в обладании экспертами полной информацией об исследуемом объекте, а также опытом проведения исследований в заданной области.

Однако, кроме рассмотренного выше математического моделирования существует множество других классификаций и составляющих их видов (Рис. 2).

– информационный подход А.А. Денисова.

Метод многокритериального анализа АНР направлен на проведение сложноструктурированного анализа и альтернатив исследования посредством выполнения попарных сравнений параметров выбора, формируемых в рамках обозначенной иерархической структуры [6].

Метод решающих матриц Г.С. Поспелова организует свою деятельность в рамках представления глобальной структурной проблемы с большой долей неопределённости, в виде совокупности подпроблем меньшего характера, в соответствии, с чем возможно произвести пошаговую экспертизу отдельно взятой проблемы [9].

Метод ПАТТЕРН – один из самых распространённых методов многоуровневого анализа. Работа данного метода заключается в декомпозиции рассматриваемой проблемы по образу и подобию принципа «дерева решений», формируя, таким образом, многоуровневую структурированную модель иерархической системы, ориентированной на проведение качественного исследования глобальной цели системы, а именно пошагового анализа содержащих её уровней декомпозиции [8].

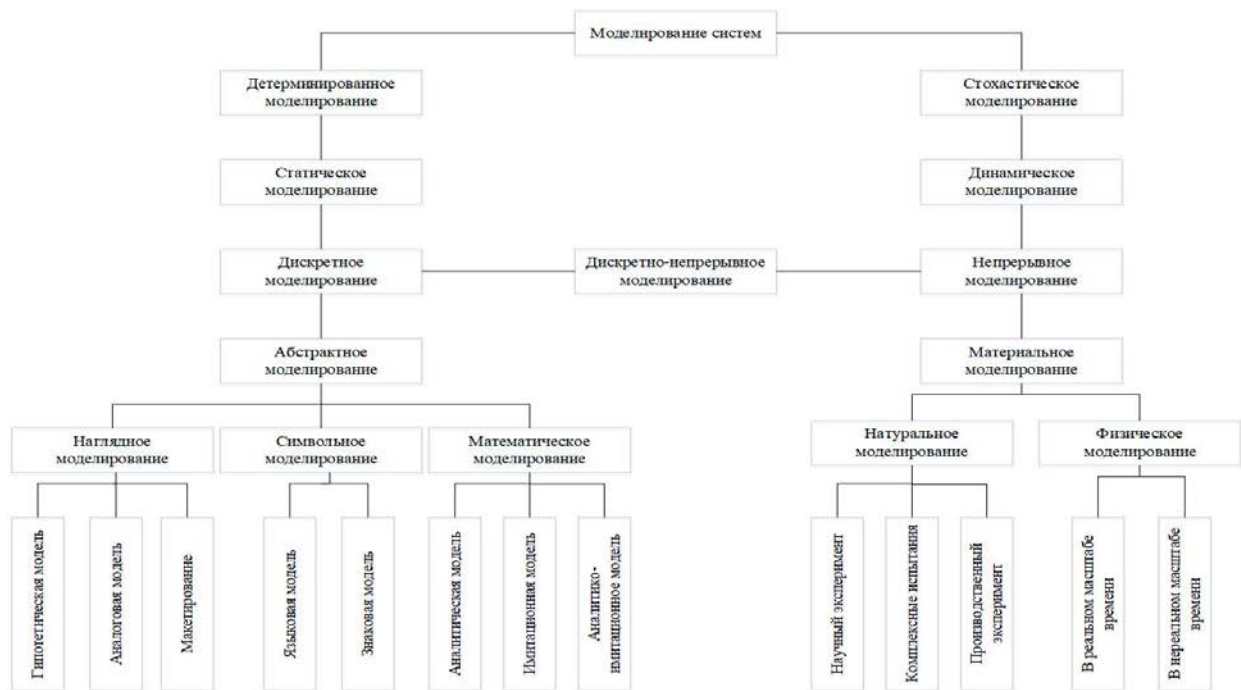


Рис. 2 Классификация видов моделирования

Системный анализ, в современном виде, представляет собой научную дисциплину, предназначение которой главным образом состоит в организации решения проблем принятия решений в различных областях человеческой деятельности.

Системный подход, как раздел многокритериального анализа, отталкивается от совокупного набора методик и способов построения сложноструктурированного исследования, конкретно в данной работе рассматриваются следующие методы математического моделирования:

- метод АНР;
- метод решающих матриц Г.С. Поспелова;
- методика ПАТТЕРН;

Информационный подход А.А. Денисова предполагает организацию аналитических экспертиз, на основании совокупной группы информационных моделей структуризации выделенной проблемы с большой долей неопределённости на составляющие уровни взаимосвязанных факторов многокритериального исследования. Впоследствии информационные модели аналитических экспертиз предоставляют возможность оценить степень целесообразности уровней иерархической структуры, а также ввиду изменяемых детерминированных показателей рассчитать динамику влияния отдельных факторов исследования на глобальную цель задачи [5].

### III. РЕЗУЛЬТАТЫ

Центр цифрового образования детей (ЦЦОД) «IT-куб» является совершенно новой, а также бурно развивающейся платформой для дополнительного обучения детей по программам, направленным на ускорение развития востребованных знаний, навыков и компетенций в области информационных технологий.

В данный момент в ЦЦОД «IT-куб».Княгинино уже действуют шесть кубов, готовые принимать до 400 детей в год. Образовательная программа для которых разработана с помощью партнеров:

- «Яндекс.Лицей» (программирование на языке Python);
- «IT-школа Samsung» (мобильная разработка);
- «Lego Education» (робототехника);
- «Алгоритмика»;
- ПАО «Ростелеком».

Непосредственно для обеспечения качественного учебного процесса необходимо создать возможности для реализации первоклассных информационных ресурсов практической и познавательной деятельности, в чём и состоит моделируемая задача.

Тем не менее, при формировании сметы программных и аппаратных средств, стоит учитывать факторы неопределённости и субъективности принимаемых решений, в виду сравнительного характера применяемой деятельности, а также многокритериальности восприятия моделируемой проблемы исследования определения конкретного (наилучшего) товара.

Для решения поставленной задачи необходимо провести комплексный сравнительный анализ переносных персональных компьютеров (ноутбуков) с целью определения наиболее перспективного и приемлемого аппаратного средства.

Непосредственно сейчас учебный процесс в данном структурном подразделении реализуется при помощи устройства LENOVO V330-15IKB. Таким образом, концептуальной задачей моделируемого исследования будет подтверждение/опровержение обоснованности выбора данного устройства.

Однако для соблюдения корректного характера моделируемого исследования анализ должен удовлетворять следующим условиям построения сложных экспертиз:

1. Должны сравниваться аппаратные средства в одной ценовой политике, в данном случае взяты ноутбуки в следующем ценовом эквиваленте (53 000 – 60 000 тыс.руб.).

2. Также все сравниваемые аппаратные средства должны апеллировать на основании одного и того же центрального процессора, в виду того, что заданные устройства должны работать посредством одной платформы, то есть одной материнской платы, а в последствии и одного сокета материнской платы. В общем виде качество центрального процессора оказывает влияние на такие параметры работы как:

- общая скорость работы установленной операционной системы;
- кодирование видео;

**Табл. 1 Исходные данные задачи**

Критерии исследования	Портативные переносные компьютеры					
	ASUS FX570UD-DM188T	ASUS VivoBook A560UD-BQ453	HP Pavilion Gaming 15-bc409ur	LENOVO IdeaPad 530S-15IKB	LENOVO IdeaPad 330S-15IKB	LENOVO V330-15IKB
Энергоёмкость аккумулятора (Вт*ч)	48	36	52.2	45	52	30
Тип матрицы	IPS	IPS	SVA	IPS	IPS	TN
Тип запоминающего устройства	SSD (при объёме 256 Гб)	SSD (при объёме 256 Гб)	HDD (при объёме 1000 Гб)	SSD (при объёме 128 Гб)	HDD (при объёме 1000 Гб)	SSD (при объёме 256 Гб)
Разъёмы и интерфейсы, средства коммуникации	Два порта USB 2.0 Один порт USB 3.0 Один порт USB 3.0 (Type-C) Один разъем HDMI Поддержка технологии Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac Поддержка технологии Bluetooth v4.1 Кабельная сеть(RJ-45) 10/100/1000 (Gigabit Ethernet) Mб/c	Два порта USB 2.0 Один порт USB 3.0 Один разъем HDMI Поддержка технологии Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac Поддержка технологии Bluetooth v4.1	Один порт USB 2.0 Два порта USB 3.0 Один разъем HDMI Поддержка технологии Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac Поддержка технологии Bluetooth v4.2 Кабельная сеть(RJ-45) 10/100/1000 (Gigabit Ethernet) Mб/c	Два порта USB 3.0 Один порт USB 3.0 (Type-C) Один разъем HDMI Поддержка технологии Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac Поддержка технологии Bluetooth v4.1	Два порта USB 3.0 Один порт USB 3.0 (Type-C) Один разъем HDMI Поддержка технологии Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac Поддержка технологии Bluetooth v4.1	Два порта USB 3.0 Два порта USB 3.0 (Type-C) Один разъем D-Sub Один разъем HDMI Поддержка технологии Wi-Fi 802.11 a/b/g/n/ac Поддержка технологии Bluetooth v4.1 Кабельная сеть(RJ-45) 10/100/1000 (Gigabit Ethernet) Mб/c
Графический контроллер	nVidia GeForce GTX 1050 (мобильная)	nVidia GeForce GTX 1050 (мобильная)	nVidia GeForce GTX 1050 (мобильная)	nVidia GeForce Mx130	AMD Radeon R540	Intel UHD Graphics 620

- скорость и удобство работы в различных графических редакторах;
- архивирование;
- возможность одновременного запуска нескольких процессов;
- уровень производительности в различном программном обеспечении.

При рассматриваемых условиях определён следующий центральный процессор, для всех сравниваемых аппаратных средств - Intel Core i5 8250U.

3. Рассматриваемые персональные портативные компьютеры в дополнение к вышеописанному должны соответствовать другому не менее важному условию - диагональ экрана устройства, так как данный параметр непосредственно влияет на характер мобильности, энергопотребления, а также мощности аппаратных компонентов ноутбука. Будем считать наиболее оптимальным диагональ экрана - 15.6".

В качестве конкретных переносных портативных компьютеров, на основании которых будет выполняться решение обозначенной задачи, взяты следующие устройства: ASUS FX570UD-DM188T, ASUS VivoBook A560UD-BQ453, HP Pavilion Gaming 15-bc409ur, LENOVO IdeaPad 530S-15IKB, LENOVO IdeaPad 330S-15IKB, LENOVO V330-15IKB.

Для проведения качественного сложно-структурированного экспертного анализа относительно сформированной ранее цели работы необходимо выделить комплекс критериев исследования, по которым будет проводиться выбор конкретного переносного персонального компьютера:

- энергоёмкость аккумулятора;
- тип матрицы;
- тип запоминающего устройства;
- разъёмы и интерфейсы, а также средства коммуникации;
- графический контроллер.

В результате проведённой работы по анализу данных различных переносных портативных компьютеров получены следующие исходные данные, представленные в таблице 1.

Исходя из выполненного многокритериального экспертного анализа в рамках информационного подхода А. А. Денисова, при решении задачи оснащения ЦЦОД «ИТ-куб». Книгинино первоклассными переносными портативными компьютерами (ноутбуками) для организации качественного учебного процесса наиболее оптимальными представляется выбор следующих аппаратных средств (табл. 2):

**Табл. 2 Результаты исследования в рамках информационного подхода А.А. Денисова**

Альтернатива исследования	Весовая характеристика
ASUS FX570UD-DM188T	0.98
ASUS VivoBook A560UD-BQ453	0.97
HP Pavilion Gaming 15-bc409ur	0.97
LENOVO IdeaPad 530S-15IKB	0.98
LENOVO IdeaPad 330S-15IKB	0.97
LENOVO V330-15IKB	0.97

На основании методики решения сложноструктурированных задач ПАТТЕРН

приоритетность выбора конкретных инноваций имеет

**Табл. 3 Результаты исследования в рамках методики ПАТТЕРН**

Альтернатива исследования	Весовая характеристика
ASUS FX570UD-DM188T	0.2009
ASUS VivoBook A560UD-BQ453	0.2034
HP Pavilion Gaming 15-bc409ur	0.1315
LENOVO IdeaPad 530S-15IKB	0.1503
LENOVO IdeaPad 330S-15IKB	0.1183
LENOVO V330-15IKB	0.1956

следующий вид (табл. 3):

На основании приведённого метода многокритериального анализа АНР сформирована оценочная характеристика, в соответствии с которой принято следующее распределение (табл. 4):

**Табл. 4 Результаты исследования в рамках метода АНР**

Альтернатива исследования	Весовая характеристика
ASUS FX570UD-DM188T	0.197
ASUS VivoBook A560UD-BQ453	0.233
HP Pavilion Gaming 15-bc409ur	0.079
LENOVO IdeaPad 530S-15IKB	0.132
LENOVO IdeaPad 330S-15IKB	0.087
LENOVO V330-15IKB	0.272

В контексте метода решающих матриц Г. С. Поспелова комплекс выполненных аналитических операций относительно конкретной цели экспертизы наиболее предпочтительными воспринимаются инновации исследования, расположенные в следующем порядке (табл. 5):

**Табл. 5 Результаты исследования в рамках метода решающих матриц Г.С. Поспелова**

Альтернатива исследования	Весовая характеристика
ASUS FX570UD-DM188T	0.2071
ASUS VivoBook A560UD-BQ453	0.2274
HP Pavilion Gaming 15-bc409ur	0.1119
LENOVO IdeaPad 530S-15IKB	0.145
LENOVO IdeaPad 330S-15IKB	0.1034
LENOVO V330-15IKB	0.2052

Относительно выполненных аналитических процедур формирования модели решения практической задачи определения наиболее перспективного и оптимального портативного переносного компьютера, для обеспечения качественного учебного процесса применительно к ЦЦОД «ИТ-куб», базирующемуся в Нижегородском государственном инженерно-экономическом университете, посредством ранее обозначенных инструментов системного анализа получены следующие результаты применения различных метода исследования (табл. 2 – 5).

#### IV. ОБСУЖДЕНИЕ

В целях обеспечения однородности восприятия результатов исследования различными методами системного анализа целесообразно применение метода прямого ранжирования альтернатив.

В общем смысле, операции ранжирования призваны обеспечить структурированный порядок распределения. Механизм прямого ранжирования альтернатив исследования для формирования окончательной оценки

реализуется путём сравнения оценок относительно каждого используемого метода системного анализа, при этом оценочная политика размещения решений - «от лучшего к худшему». В соответствии с чем, определение конечного результата решения практической задачи выбора наиболее предпочтительного портативного переносного компьютера предполагает суммирование результатов заданных решений по каждому конкретному методу анализа. Сформированные решения по ранжированию отражены в таблице 7.

Таким образом, в качестве окончательного итога

сложноструктурированной задачи принятия решений. В форме выполненной работы рассмотрены принципы математического моделирования и методы математического исследования, а также применения системного подхода, к решению проблемы принятия решений. На основании чего сформирован комплекс системных моделей многокритериального анализа, позволяющий выполнять экспертный анализ при решении конкретной практической задачи.

Каждая из представленных моделей принятия решений в условиях многокритериальности

**Табл. 7 Ранжирования альтернатив исследования**

Портативные переносные устройства	Методы системного исследования				Сумма баллов по конкретной модели принятия решений
	Информационного подхода А.А. Денисова	Методика ПАТТЕРН	Метода АНР	Метод решающих матриц Г.С. Поспелова	
ASUS VivoBook A560UD-BQ453	4	6	5	6	21
ASUS FX570UD-DM188T	6	5	4	5	20
LENOVO V330-15IKB	4	4	6	4	18
LENOVO IdeaPad 530S-15IKB	5	3	3	3	14
HP Pavilion Gaming 15-bc409ur	4	2	1	2	9
LENOVO IdeaPad 330S-15IKB	4	1	2	1	8

решения практической задачи обеспечения ЦЦОД «IT-куб» наиболее оптимальными и перспективными портативными переносными компьютерами, в ходе выполненного моделируемого системного исследования выступает устройство – ASUS VivoBook A560UD-BQ453.

Полученный результат полностью отвечает аппаратно-техническим характеристикам сравниваемых устройств, тем не менее, стоит учитывать неоднородность норм используемых методов системного исследования, а также некоторую степень субъективности выстроенных моделей решения.

## V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современном мире всё чаще встаёт необходимость в принятии точных и взвешенных решений, что и предлагает такая наука, как теория принятия решений. Теория принятия решения является достаточно молодой наукой, призванной описывать процесс принятия наиболее эффективного способа для достижения подходящего ответа на поставленную задачу.

Сегодня перед каждой организацией проблема принятия рационального решения, из числа предложенных альтернатив, является одной из первоочередных.

Исследован процесс принятия сложноструктурированных решений, связанных со сложностью восприятия и реализации при решении конкретных практических задач, в виду большой доли субъективности и неопределённости моделируемых операций. Представлены основные понятия теории принятия решений и связанные с ними аспекты синтеза качественных решений. В рамках обозначенных параметров теории принятия решений предложена последовательность процедур организации решения

сложноструктурированной проблемы экспертного анализа оперирует собственными нормами и параметрами построения исследования, в виду этого прослеживается субъективная разность выстроенных гипотез, однако, в общем смысле близость полученных характеристик приоритетности принятия конкретного решения обусловлено системным подходом к решению проблемы принятия решений.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Бабина О. И. «Сравнительный анализ имитационных и аналитических моделей», *Имитационное моделирование. Теория и практика*. СПб: Центр технологии судостроения и судоремонта (Санкт-Петербург), 2009, С. 73 – 77.
- [2] Бурда А. Г., Бурда Г. П. *Экономико-математические методы и модели*. Кубан. гос. аграр. ун-т. Краснодар, 2015. 178 с.
- [3] Вовк И. Г. «Математическое моделирование в прикладной геоинформатике», *Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий)*, 2012, №1 (17), С. 94 – 103.
- [4] Волкова В. Н., Черненькая Л. В., Магер В. Е. «Классификация моделей в системном анализе», *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление*, 2013, №3 (174), С. 33 – 43.
- [5] Волкова В. Н., Денисов А. А. *Теория систем и системный анализ*. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2014, 616 с.
- [6] Волокобинский М. Ю., Пекарская О. А., Рази Д. А. «Принятие решений на основе метода анализа иерархий», *Вестник финансового университета*, 2016, №2 (92), С. 33 – 42.
- [7] Воронин А. А., Губко М. В., Мишин С. П., Новиков Д. А. *Математические модели организаций*. М.: ЛЕНАНД, 2008, 360 с.
- [8] Гарькина И. А., Данилов А. М. «Приложения теории систем к управлению структурой и свойствами композитов», *Вестник СибАДИ*, 2013, №5 (33), С. 58 – 63.
- [9] Жук М. А., Сальников С. И. «Объектно-процессный подход к моделированию архитектуры виртуального консалтингового предприятия», *Вестник ОГУ*, 2014, №8 (169), С. 84 – 88.
- [10] Звягин Л. С. «Системный анализ и построение моделей», *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*, 2014. №10. С. 146 – 150.

- [11]Набатова Д. С. *Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений*. М.: Издательство Юрайт, 2019, 292 с.
- [12]Погожих Н. И., Софронова М. С., Панасенко Д. П. “Способ преобразования множества возможных решений в теории принятия решений”, *ScienceRise*, 2017, №1 (41), С. 77 – 81.
- [13]Саати Т. Л. *Принятие решений. Метод анализа иерархий*. Пер. с англ./науч. ред.: Р. Г. Вачнадзе. М.: «Радио и связь», 1993. 278 с.
- [14]Самогина С. А., Потапова Е. В. “Принятие управленческих решения в условиях неопределенности”, *Инновационная экономика: информация, аналитика, прогнозы*, 2011, №1, С. 3–4.
- [15]Синчуков А. В. “Современная классификация математических моделей”, *Инновационная наука*, 2016, №3-1, С. 214 – 215.
- [16]Солнцева Г. Н. “Принятие решения и решение проблем: соотношение понятий и психологических закономерностей”, *Мир психологии*, 2016, №4 (88), С. 121 – 131.
- [17]Халин В. Г. *Теория принятия решений*. Под ред. В.Г. Халина. М.: Издательство Юрайт, 2019. 250 с.
- [18]Grigoroudis E., Orfanoudaki E., Zopounidis C. “Strategic performance measurement in a healthcare organisation: A multiple criteria approach based on balanced scorecard”, *Omega*, 2012, №40(1), pp. 104-119.
- [19]Sehra S. K., Brar D., Singh Y., Kaur D. “Multi criteria decision making approach for selecting effort estimation model”, *arXiv preprint arXiv:1310.5220*, 2013.
- [20]Ševčenko G. *Statybos investicinių sprendimų rizikos valdymas*: Diss. VGTU leidykla “Technika”, 2015, 186 p.
- [21]Valiris G., Chytas P., Glykas M. “Making decisions using the balanced scorecard and the simple multi-attribute rating technique”, *Performance Measurement and Metric*, 2005.
- [22]Ustinovičius, L., Łoniewski, K. “Вербальный анализ решений”, *Ekonomia i Zarządzanie*, 2013, №5(2), С. 212–229.



# Analysis of models and principles of system modeling for solving a multi-criteria decision-making problem

T. Astakhova, S. Krivonogov, A. Romanov

**Abstract**— In the current conditions of the development of the information society, the problem of the formation of high-quality decision-making among the proposed alternatives is one of the priorities, due to the fact that this area of human activity is due to a significant semantic load for the decision-maker, since the simulated procedures of complex structured analysis are associated with many aspects of management such as: analysis, management, delegation, planning, distribution, reflection, etc. System Waste as part of multi-criteria analysis, is repelled by the total set of techniques and methods for constructing complex structured study. The following mathematical modeling methods are considered in the work: the AHP method, the decision matrix method of G. S. Pospelov, the PATTERN method, the information approach of A. A. Denisov. The process of making complex structured decisions related to the complexity of perception and implementation in solving specific practical problems, in view of the large share of subjectivity and uncertainty of simulated operations, is investigated. The basic concepts of decision theory and related aspects of the synthesis of quality decisions are presented. Within the framework of the indicated parameters of decision theory, a sequence of procedures for organizing the solution of a complex structured decision-making problem is proposed. In the form of the work performed, the principles of mathematical modeling and the methods of mathematical research, as well as the application of a systematic approach to solving the decision-making problem are considered. On the basis of which, a complex of system models of multicriteria analysis has been formed, which allows performing expert analysis in solving a specific practical problem.

**Key words**—informational approach of A. A. Denisov, mathematical model, AHP method, decision matrix method of G. S. Pospelov, PATTERN technique, uncertainty, decision making, systematic approach, subjectivity..

## REFERENCES

- [1] Babina O. I. "Sravnitel'nyy analiz imitatsionnykh i analiticheskikh modeley" [Comparative analysis of simulation and analytical models], Imitatsionnoye modelirovaniye. Teoriya i praktika [Simulation modeling. Theory and practice]. SPb: Tsentr tekhnologii sudostroyeniya i sudoremonta (Sankt-Peterburg), 2009, pp. 73–77.
- [2] Burda A. G., Burda G. P. Ekonomiko-matematicheskiye metody i modeli [Economic and mathematical methods and models]. Kuban. gos. agrar. un-t. Krasnodar, 2015. 178 p.
- [3] Vovk I. G. "Matematicheskoye modelirovaniye v prikladnoy geoinformatike" [Mathematical modeling in applied geoinformatics], Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii), 2012, no1 (17), pp. 94–103.
- [4] Volkova V. N., Chernen'kaya L. V., Mager V. Ye. "Klassifikatsiya modeley v sistemnom analize" [Classification of models in system analysis], Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Informatika. Telekommunikatsii. Upravleniye, 2013, no3 (174), pp. 33–43.
- [5] Volkova V. N., Denisov A. A. Teoriya sistem i sistemnyy analiz [System theory and systems analysis]. 2-ye izd., pererab. i dop. M.: Izdatel'stvo Yurayt, 2014, 616 p.
- [6] Volokobinskiy M. YU., Pekarskaya O. A., Razi D. A. "Prinyatiye resheniy na osnove metoda analiza iyerarkhiy" [Decision making on the basis of the hierarchy analysis method], Vestnik finansovogo universiteta, 2016, №2 (92), pp. 33–42.
- [7] Voronin A. A., Gubko M. V., Mishin S. P., Novikov D. A. Matematicheskiye modeli organizatsiy [Mathematical models of organizations]. M.: LENAND, 2008, 360 p.
- [8] Gar'kina I. A., Danilov A. M. "Prilozheniya teorii sistem k upravleniyu strukturoy i svoystvami kompozitov" [Applications of systems theory to control the structure and properties of composites], Vestnik SibADI, 2013, №5 (33), pp. 58 – 63.
- [9] Zhuk M. A., Sal'nikov S. I. "Ob'yektno-protsessnyy podkhod k modelirovaniyu arkhitektury virtual'nogo konsaltingovogo predpriyatiya" [Object-process approach to modeling the architecture of a virtual consulting enterprise], Vestnik OGU, 2014, no8 (169), pp. 84 – 88.
- [10] Zvyagin L. S. "Sistemnyy analiz i postroyeniye modeley" [System analysis and model building], Aktual'nyye problemy gumanitarnykh i yestestvennykh nauk, 2014. no10. pp. 146–150.
- [11] Nabatova D. S. Matematicheskiye i instrumental'nyye metody podderzhki prinyatiya resheniy [Mathematical and instrumental methods of decision support]. M.: Izdatel'stvo Yurayt, 2019, 292 p.
- [12] Pogozhikh N. I., Sofronova M. S., Panasenko D. P. "Sposob preobrazovaniya mnozhestva vozmozhnykh resheniy v teorii prinyatiya resheniy" [A method for transforming the set of possible decisions in decision theory], ScienceRise, 2017, no1 (41), pp. 77–81.
- [13] Saati T. L. Prinyatiye resheniy. Metod analiza iyerarkhiy [Decision Making. Hierarchy Analysis Method]. Per. s angl./nauch. red.: R. G. Vachnadze. M.: «Radio i svyaz», 1993. 278 p.
- [14] Samotina S. A., Potapova Ye. V. "Prinyatiye upravlencheskikh resheniy v usloviyakh neopredelennosti" [Adoption of managerial decisions in the face of uncertainty], Innovatsionnaya ekonomika: informatsiya, analitika, prognozy, 2011, no1, pp. 3–4.
- [15] Sinchukov A. V. "Sovremennnaya klassifikatsiya matematicheskikh modeley" [Modern classification of mathematical models], Innovatsionnaya nauka, 2016, no3-1, pp. 214–215.
- [16] Solntseva G. N. "Prinyatiye resheniya i resheniye problem: sootnosheniye ponyatiy i psikhologicheskikh zakonomernostey" [Decision making and problem solving: correlation of concepts and psychological patterns], Mir psikhologii, 2016, no4 (88), pp. 121–131.
- [17] Khalin V. G. Teoriya prinyatiya resheniy [Decision theory]. Pod red. V.G. Khalina. M.: Izdatel'stvo Yurayt, 2019. 250 p.
- [18] Grigoroudis E., Orfanoudaki E., Zopounidis C. "Strategic performance measurement in a healthcare organisation: A multiple criteria approach based on balanced scorecard", Omega, 2012, no40(1), pp. 104-119.
- [19] Sehra S. K., Brar D., Singh Y., Kaur D. "Multi criteria decision making approach for selecting effort estimation model", arXiv preprint arXiv:1310.5220, 2013.
- [20] Ševčenko G. Statybos investicinių sprendimų rizikos valdymas: Diss. VGTU leidykla "Technika", 2015. 186 p.
- [21] Valiris G., Chytas P., Glykas M. "Making decisions using the balanced scorecard and the simple multi-attribute rating technique", Performance Measurement and Metric, 2005.
- [22] Ustinovičius, L., Łoniewski, K. "Verbal'nyy analiz resheniy" [Verbal decision analysis], Ekonomia i Zarządzanie, 2013, no5(2), P. 212–229.