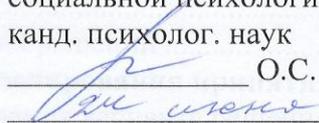


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ПСИХОЛОГИИ И ПЕДАГОГИКИ
КАФЕДРА ОБЩЕЙ И СОЦИАЛЬНОЙ ПСИХОЛОГИИ

ДОПУЩЕНО К ЗАЩИТЕ В ГАК
И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ
ЗАИМСТВОВАНИЯ

Заведующий кафедрой общей и
социальной психологии,
канд. психолог. наук


О.С. Андреева
2016 г.

Пушкарев Александр Николаевич

**ВЕРИФИКАЦИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ СПОСОБНОСТИ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

(Выпускная квалификационная работа – магистерская диссертация)

37.04.01 Психология

Научный
руководитель: Лебедева Л.В., доцент,
кандидат философских наук

Автор работы: Пушкарев А.Н., студент
гр. 29Пм149

Рецензент: Соловьева Е.А., доцент
кафедры психологии и
педагогике детства ТюмГУ,
кандидат педагогических наук

Тюмень 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----------|
| ВВЕДЕНИЕ | 3 |
| ГЛАВА 1. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ КАК НАУЧНАЯ ПРОБЛЕМА | 9 |
| 1.1 Значение исследования процесса принятия решений | 9 |
| 1.1.1 Феноменология процесса принятия решения | 9 |
| 1.1.2 Актуальность совершенствования методов прогнозирования решений, принимаемых ЛПР | 15 |
| 1.2 Прогнозирование принятия решений | 18 |
| 1.2.1 Этапы процессов принятия решения и их классификация..... | 18 |
| 1.2.2 Правила принятия решений | 23 |
| 1.2.3 Математические модели принятия решений | 26 |
| 1.3 Создание инструментария для моделирования принятия решений ... | 30 |
| 1.3.1 Моделирование процесса оценивания варианта решения ЛПР..... | 30 |
| 1.3.2 Учет влияния ограничений объема кратковременной памяти ЛПР на принимаемое им решение | 34 |
| 1.3.3 Разработка компьютерной системы имитации принятия решений..... | 35 |
| Выводы по главе 1 | 38 |
| ГЛАВА 2. ВЕРИФИКАЦИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ СПОСОБНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ | 39 |
| 2.1 Организация исследования | 39 |
| 2.1.1 Цель и задачи исследования | 39 |
| 2.1.2 Гипотезы и переменные исследования..... | 39 |
| 2.1.3 Определение выборки испытуемых..... | 40 |
| 2.1.4 Обоснование выбора методов обработки данных | 42 |
| 2.1.5 Описание хода исследования..... | 44 |
| 2.2 Описание и анализ полученных результатов | 52 |
| 2.2.1 Характеристика точности математических моделей | 52 |
| 2.2.2 Анализ влияния пола на точность прогноза | 55 |
| 2.3 Обсуждение полученных результатов | 60 |
| 2.3.1 Общие выводы по результатам исследования | 60 |
| 2.3.2 Пол испытуемого как фактор, влияющий на точность прогноза | 60 |
| 2.3.3 Связь полученных результатов с гипотезами исследования..... | 61 |
| Выводы по главе 2 | 64 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 66 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | 68 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1 | 74 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2 | 75 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 3 | 76 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 4 | 77 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 5 | 78 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 6 | 80 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность настоящего исследования обусловлена отсутствием данных о влиянии психологических особенностей лица, принимающего решение (ЛПР), на результат принимаемого им решения. Интерес к прогнозированию принимаемых ЛПР решений присутствует в сферах политики, где ЛПР — это избиратель, выбирающий между кандидатами на должность, менеджмента (ЛПР — работник управленческого аппарата организации), маркетинга (ЛПР — потребитель товаров и услуг), социологии (ЛПР — представитель изучаемой социальной группы), психологии (ЛПР — человек как субъект принятия решения, обладающий индивидуальными психологическими характеристиками). В каждой из перечисленных сфер прослеживается стремление к учету как можно большего количества факторов, оказывающих влияние на результат принятия решения ЛПР.

Как показывают психологические исследования, в процессе принятия решения непосредственно задействуется кратковременная память, в которой происходит обработка всей информации об альтернативах, их свойствах и других факторах, влияющих на выбор [Кулагин, 2001б]. Информация, поступающая в кратковременную память из окружающей среды, перерабатывается в ней в соответствии с целью, которую формулирует решающий задачу [Козелецкий, 1977]. При этом, согласно исследованиям Дж. Миллера, объем кратковременной памяти ограничен пределом в 7-9 объектов [Гиппенрейтер, 2002]. В реальности это количество редко превосходит 4-5 объектов [Кулагин, 2001а]. Вследствие этого решения, принимаемые ЛПР, могут нести на себе отпечаток указанного ограничения. Однако во многих существующих моделях принятия решения, особенно в математических, слабо учтены психологические особенности ЛПР (в том числе объем его кратковременной памяти), которые способны повлиять на принимаемое им решение. Кроме того, отсутствуют данные о проверке степени точности прогнозов, получаемых при помощи данных моделей. Определение

прогностической способности различных моделей принятия решения позволило бы лучше понять принципы, на которых строится оценивание вариантов решения ЛПР.

Проблема, решаемая в настоящем исследовании, заключается в отсутствии психологических данных о прогностической способности математических моделей, применяемых в прогнозировании принятия многокритериального решения ЛПР, обладающим ограниченным объемом кратковременной памяти. Указанная проблема касается, в том числе, и математической модели принятия решений, разработанной автором. Ни одна из существующих математических моделей принятия решения не включает в себя психологические характеристики ЛПР, решение которого прогнозируется, и не была проверена на точность получаемых с ее помощью прогнозов.

Степень исследованности темы

С точки зрения теории операций задача на принятие решения формулируется как поиск наилучшего варианта из множества имеющихся в соответствии с установленными критериями оптимизации. Методам принятия оптимальных решений посвящены работы М. Эддоус, Р. Стэнсфилд, Т. Саати, И.Г. Черноруцкого, Д.Б. Юдина, В.Г. Тоценко, Р.И. Трухаева, А.И. Сеславина, Е.А. Сеславиной, В.В. Подиновского, С.В. Емельянова, О.И. Ларичева и других исследователей.

Математические модели принятия решений широко применяются в экономических науках для решения прикладных задач. В частности, в маркетинге принятие решений рассматривается в первую очередь с позиций решения задачи оценивания качества выпускаемой фирмой продукции, перспектив ее совершенствования, а также прогнозирования отношения к ней со стороны ее потенциальных потребителей. Исследованиям поведения потребителей, принимающих решение, посвящены работы М. Фишбейна, М. Розенберга, И.В. Алешиной, Е.П. Голубкова, Е.Н. Голубковой, В.Д. Секериной, А.В. Короткова, Г.Л. Багиева, А.А. Алексеева.

В менеджменте принятие решений исследуется в контексте проблемы разработки управленческих решений в организациях. Данной теме посвящены работы Г. Саймона, Ч. Линдблома, В. Врума, М. Круазье, О.А. Кулагина, Ю.Н. Лапыгина, Д.Ю. Лапыгина, Р.А. Фатхутдинова.

В психологической науке основное внимание уделяется процессам обработки информации лицом, принимающим решение. Изучению психологической составляющей принимаемых человеком решений посвящены исследования Д. Каннеман, А. Тверски, П. Словик, А. Айзена, С. Плауса, Ю. Козелецкого, Ю.К. Стрелкова, а также диссертационные работы А.Х. Фам, М.А. Чумаковой, М.А. Новиковой, О.В. Овчинниковой, О.В. Киреевой, Д.В. Малюгина, В.И. Николаевой, Е.Ю. Мандриковой, Д.Ф. Кандасовой и других исследователей.

Проблеме математического и имитационного моделирования процессов принятия решения уделено внимание в трудах И.В. Апеля, И.П. Каменево, О.П. Кузнецова, Ю.В. Анохина, В.Ф. Спиридонова, А.Р. Красновской и Н.А. Коваль.

Объектом исследования является процесс многокритериального принятия решения ЛПР.

Предмет исследования — принципы оценивания вариантов решения ЛПР, обладающим ограниченным объемом кратковременной памяти.

Целью исследования является установление степени соответствия прогнозных оценок вариантов решения, полученных по математическим моделям процесса принятия решения, оценкам восприятия ЛПР указанных вариантов.

В рамках указанной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить научную литературу, посвященную принятию многокритериальных решений ЛПР.
2. Проанализировать существующие модели принятия решения ЛПР по множеству критериев.

3. Разработать авторскую модель процесса принятия многокритериального решения ЛПР, обладающим ограниченным объемом кратковременной памяти.

4. Оценить точность прогнозных оценок, полученных по результатам математического моделирования процесса принятия многокритериального решения ЛПР, и сравнить ее с оценками точности классических математических моделей принятия решения.

Гипотезами исследования являются:

H0. При выставлении оценок вариантам решения ЛПР учитывает заявленную им значимость критериев их оценивания.

H1. При выставлении оценок вариантам решения ЛПР игнорирует заявленную им значимость критериев их оценивания.

H2. Заявленная значимость критерия определяет вероятность его использования ЛПР в процессе оценивания вариантов.

H3. Объем кратковременной памяти ЛПР влияет на его оценки рассматриваемых вариантов.

Методологической основой работы является естественнонаучная парадигма.

Фактологической базой исследования являются учащиеся Института математики и компьютерных наук и Института психологии и педагогики ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет» в возрасте от 19 до 23 лет.

Теоретическая платформа исследования основывается на положениях когнитивной психологии о наличии рациональной составляющей в процессе принятия решения, а также на представлениях о принятии решения как о сложном вероятностном процессе, на результат которого оказывает влияние множество факторов, в том числе психологические особенности ЛПР. Для решения задачи построения авторской математической модели процесса принятия решения использовались методы теории случайных процессов, теории вероятностей, комбинаторного анализа и линейной алгебры. При разработке программного инструментария, реализующего авторскую

математическую модель процесса принятия решения, использовались методы имитационного моделирования, системного анализа и объектно-ориентированного программирования.

На защиту выносятся следующие **положения**:

1. При оценивании значимости критериев ЛПР оказывается под влиянием эффекта Лапьера — оценки значимости, выставленные ЛПР для гипотетической ситуации принятия решения, не соответствуют реальной значимости этих критериев в конкретной ситуации принятия решения.

2. При оценивании вариантов решения ЛПР склонен рассматривать используемые им критерии как равнозначимые.

3. Учет объема кратковременной памяти ЛПР не приводит к повышению точности прогнозирования принимаемого и решения.

Научная новизна работы состоит в разработке подхода к формализованному представлению процесса принятия решения ЛПР по множеству критериев.

Теоретическая значимость исследования заключается в разработке математической модели, описывающей процесс принятия многокритериальных решений ЛПР, обладающим ограниченным объемом кратковременной памяти. Кроме того, теоретической значимостью обладают полученные по результатам исследования оценки прогностической способности авторской и классических математических моделей принятия решений.

Практическая значимость исследования состоит в получении оценок возможности применения математических моделей принятия решений для прогнозирования принимаемых ЛПР решений. Полученные оценки позволят обосновывать выбор той или иной модели при проведении исследований, направленных на прогнозирование решений, принимаемых ЛПР.

Кроме того, практическая значимость исследования связана с разработкой автором новой математической модели, описывающей ход процесса принятия решения и учитывающей психологические характеристики ЛПР. Указанная модель может применяться в психологических,

маркетинговых, социологических, политических и других видах исследований, целью которых является прогнозирование принятия многокритериальных решений ЛПР и выявление закономерностей данного процесса.

Практическая значимость настоящего исследования также заключается в создании компьютерной программы, позволяющей проводить вычислительный эксперимент на исследуемых математических моделях и получать для ЛПР прогнозные оценки выбора по каждому из вариантов решения.

Результаты проводимого исследования будут полезны исследователям-психологам, сотрудникам отделов маркетинга, социологам, специалистам в области политического прогнозирования.

Апробация результатов исследования. О результатах, полученных в ходе исследования, были изложены и обсуждены на 67-й студенческой научной конференции, проходившей в Тюменском государственном университете 21 апреля 2016 года.

Теоретическая платформа исследования была изложена автором в статье «Математическое моделирование процессов принятия решений в условиях многокритериального выбора», вышедшей в 14 выпуске сборника научных трудов «Математическое и информационное моделирование». Кроме того, описание разработанной автором математической модели и ее программной реализации была изложена в диссертации «Математическое и имитационное моделирование процесса экспертного оценивания объектов» на соискание ученой степени кандидата технических наук, защищенной автором 19 декабря 2013 года.

ГЛАВА 1. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ КАК НАУЧНАЯ ПРОБЛЕМА

1.1 Значение исследования процесса принятия решений

1.1.1 Феноменология процесса принятия решения

Согласно О.А. Кулагину, решением является «результат конкретного выбора варианта действий» [Кулагин, 2001а].

Также под решением в психологии понимают «формирование мыслительных операций, снижающих исходную неопределенность проблемной ситуации» [Лапыгин, 2009].

Другое определение решения — «определенная мыслительная деятельность, совершаемая субъектом (индивидуальным или коллективным) с целью уменьшения какой-либо неопределенности, неточности, неоднозначности в сложившемся положении дел» [Сорина, 2009].

С этой точки зрения понятие «решение» синонимично понятию «принятие решения».

О.А. Кулагин под принятием решения понимает «особый вид психической деятельности, направленный на выбор способа достижения поставленной цели». Согласно другому его определению, принятие решения представляет собой «процесс выбора одного или нескольких вариантов действий из множества возможных» [Кулагин, 2001а].

При этом в рассматриваемом процессе принимает участие субъект выбора, именуемый «лицо, принимающее решение» (ЛПР) — «индивид или группа людей, которые реально осуществляют выбор и несут ответственность за принятые решения в соответствии со своими полномочиями» [Кулагин, 2001а].

В своей диссертационной работе Е.Ю. Мандрикова определяет принятие решения как «рациональное предпочтение одной альтернативы из некоторого набора возможных направлений действий» [Мандрикова, 2006].

Р.А. Фатхутдинов считает, что под принятием решения следует понимать «процесс анализа, прогнозирования и оценки ситуации, выбора и согласования наилучшего альтернативного варианта достижения поставленной цели» [Фатхутдинов, 2002].

На основании приведенных определений можно сделать вывод о том, что феномен принятия решения обладает следующими характеристиками:

- представляет собой психический процесс;
- направлен в будущее;
- является рациональным;
- требует наличия цели у лица, принимающего решение;
- требует наличия, по крайней мере, двух вариантов решения;
- требует наличия критериев, по которым сопоставляются варианты решения.

При этом согласно Ю.Н. Лапыгину, выраженные количественно цели являются критериями, по которым оцениваются варианты решения [Лапыгин, 2009].

В свою очередь, критерий, по А.Б. Петровскому, представляет собой «некоторую выделенную особенность, с помощью которой можно охарактеризовать предмет или явление» [Петровский, 2009].

Ю.Н. Лапыгин также использует понятие «атрибута» как «присущей сущности характеристике, описывающей ее свойство» [Лапыгин, 2009].

Таким образом, ЛПР в зависимости от имеющихся у него целей выделяет атрибуты у вариантов решения — характеристики, присущие сущности вариантов и описывающие их свойства. На основе выделенных атрибутов производится проверка возможности использования варианта решения для достижения поставленной цели.

Чтобы лучше понять специфику процесса принятия решения, рассмотрим его феноменологию на примерах ситуаций выбора потребителями товаров и услуг.

В своей статье «Как я выбирал электротриммер (электрокосу)» главный редактор Интернет-блога потребителя blogurt.ru, пишет:

«Дачный участок размером в 6 соток, который нам достался, был совершенно неосвоенный. Срубить деревца, выкопать кусты и выкорчевать пни оказалось непросто. Мы принципиально хотели сделать всё своими руками, не нанимая сторонних работников, или так называемых «гастарбайтеров». Приведение участка в божеский вид заняло у нас полтора сезона. При этом потребовалось энное количество человеко-часов, 3 сломанные лопаты, 1 топор, 1 серп, много терпения и не меньшее количество здоровья. К моменту, когда с лишними деревьями было покончено, а кусты и мелкая поросль стали встречаться лишь эпизодически, появилась другая проблема — трава!

Весной, когда мы делали первые шашлыки на новообретённой земле, маленькая зелёная травка радовала глаз. В начале лета она еще не раздражала, но уже путалась под ногами. К концу июля, когда мы вернулись из отпуска, трава поднялась до пояса, что стало для нас (неискушенных в дачных делах) большим и неприятным сюрпризом. Нужно было принимать срочные меры!

Вариантов решения проблемы нам виделось три: ручная коса, бензиновый триммер и триммер электрический.

1. С бензиновым триммером возиться мне совсем не хотелось, в первую очередь потому, что хранить его было негде. Бытовку на участке мы уже поставили, но хранить в ней инструменты неудобно — мы сами там помещаемся с трудом. Кроме того, при эксплуатации триммеру необходима целая куча придамбасов: бензин, масло, аккумулятор, свечи. Нужно настраивать и периодически обслуживать этот агрегат. Цена хорошего бензинового триммера начинается от 6-7 тысяч рублей — тоже немаловажный факт. Последним доводом против мне показалась

неоправданность покупки мощного, сложного и дорогого агрегата для участка площадью 6 соток. Итак, бензиновый триммер отпадает.

2. Электрический триммер был неплохим кандидатом на покупку. Да, электротриммер тоже требует места для хранения, а также наличия такой немаловажной вещи, как электрический удлинительный шнур метров на 30, который (к слову) у нас уже был из-за другой надобности. Но в обслуживании электротриммер существенно проще и легче, не требует подготовки к работе — включил в розетку и вперед. Шум электротриммера значительно ниже, чем у бензинового, правда по противности этого шума может с бензиновым поспорить. Вот только с розеткой были трудности. Розетки на участке у нас пока не было, так как свет мы еще не провели. Взвесив все за и против постановили — электротриммер берём, но чуть позже.

3. Ручная коса инструмент нехитрый, но требующий сноровки и умения. Косу необходимо правильно затачивать, отбивать полотно и т.д. Да просто нужно уметь косить (и забивать :)). И хотя научиться можно всему, сноровка приходит не сразу. Коса хороша на высокой и однородной траве. В бурьяне ручной косой работать трудно. Коса не может помочь и в случае, когда требуется просто подрезать, укоротить травку при уходе за газоном. Но зато коса — вещь недорогая. Решено — берем в качестве временного решения обычную косу для выкоса самых необходимых мест: дорожек, площадки перед бытовкой и туалетом, но планируем на будущее покупку электрического триммера».

Приведенный пример, показывает, что в качестве возможных решений имеющейся проблемы ЛПР может рассматривать достаточно сильно различающиеся варианты. Предпочтительность каждого варианта определяется на основе его характеристик («в обслуживании существенно проще и легче», «шум значительно ниже», «вещь недорогая») и в контексте условий, в которых решается поставленная задача («для участка площадью 6 соток», «хранить его было негде»). При этом ЛПР оставляет за собой право воспользоваться не одним, а несколькими рассматриваемыми вариантами («берем в качестве

временного решения», «берём, но чуть позже»). Следует также обратить внимание на то, что ЛПР заранее исключил из перечня рассматриваемых вариантов помощь лиц со стороны («принципиально хотели сделать всё своими руками»). Это свидетельствует о том, что на принятие решения влияют не только специфика проблемной ситуации и характеристики вариантов решения, но и личные установки ЛПР.

Следующий пример не связан с выбором технического устройства. В своей статье «Как я выбирал суррогатную мать из 120 кандидаток» И. Багликова описывает опыт человека, экономиста по образованию, столкнувшегося с вопросом помощи своей приятельнице в выборе суррогатной матери:

«Я не психолог, поэтому выбирал женщин на роль суррогатной матери интуитивно, как близкого человека, способного помочь решить мою проблему. Поскольку все кандидатки с медицинской точки зрения имели право стать суррогатными матерями, меня интересовали:

- Психологическое состояние: адекватность и стрессоустойчивость.*
- Гигиена (может, я предвзят, но с одной из претенденток я расстался только потому, что от нее пахло потом).*
- Окружение (семья). Наличие мужа, как выяснилось в процессе этого нелегкого занятия, было большим минусом. Проживание вместе с родителями тоже.*
- Мотивация: что побудило женщину жертвовать своим здоровьем, чтобы выносить и родить ребенка чужому и незнакомому ей человеку.*
- Степень доверия к биологическим родителям, с которыми заключается договор» [Багликова, 2012].*

В приведенном примере ЛПР заранее, еще не ознакомившись с имеющимися вариантами решения, смог выделить критерии, по которым он будет их оценивать. Это отражает важную особенность принимаемого решения — ориентированность на будущий результат. Осуществляя подбор критериев и отбор удовлетворяющих им вариантов решения, ЛПР моделирует, какой

результат будет получен в каждом конкретном случае, тем самым реализуя прогнозную функцию процесса принятия решения.

Е. Сараева, 30 лет, в своей заметке «Как мы передумали покупать увлажнитель» делится своим опытом: *«Незадолго до рождения ребенка, я составляла список покупок к рождению ребенка, изучая готовые соответствующие списки с разных сайтов и мониторя их под себя. Хотелось бы отметить, что увлажнитель воздуха присутствует сейчас во многих готовых подобных списках, и это радует. Но народ, как правило, понятия не имеет, что это и в чем его польза, и это, конечно, уже не радует совсем. Я случайно наткнулась на, так называемый, антисписок — пользователь делился опытом о непригодившихся вещах из стандартного списка покупок к новорожденному. Среди них, как это ни грустно, был и увлажнитель воздуха... Человек довольно убедительно, как мне показалось на тот момент, раскритиковал это чудо техники, заявляя, что толку от него совсем нет, что воздух при включенном и при выключенном увлажнителе ничем не отличается и т.д. Более того, в многочисленных комментариях преобладающее большинство пользователей с этим согласилось, остальные же воздержались. В пользу увлажнителя не высказался никто. Так как на тот момент Комаровского я не читала, оттого понятия не имела о правильных параметрах воздуха, и тот воздух, которым я привыкла дышать в квартире, меня всю жизнь устраивал, поэтому мне эта позиция была близка и я смело вычеркнула эту вещь из своего списка покупок.*

Конечно, в скором времени, мы исправили свою ошибку и приобрели эту незаменимую вещь (по ЕОК ращу ребенка примерно с полутора-двух месяцев). А я снова убедилась в том, что «мнения не становятся правильными только оттого, что ними с многие согласны» [Сараева, 2014].

Приведенный пример демонстрирует, что в условиях отсутствия опыта и, как следствие, критериев принятия решения по определенной проблеме ЛПР может обращаться к опыту и мнению других людей. При этом по мере поступления новой информации ЛПР может изменять свое решение.

Приведенные примеры показывают, что люди при принятии решения анализируют имеющиеся варианты, сопоставляя их по различным характеристикам, перечень которых определяется спецификой решаемой проблемы, целями ЛПР, природой рассматриваемых вариантов решения, наличием у ЛПР опыта принятия решения в схожих ситуациях.

Результаты анализа приведенных примеров дают основание утверждать, что **объектом настоящего исследования** является процесс многокритериального принятия решения ЛПР.

1.1.2 Актуальность совершенствования методов прогнозирования решений, принимаемых ЛПР

Задача прогнозирования принятия решения ЛПР возникает повсеместно в различных гуманитарных науках — в психологии, социологии, маркетинге, менеджменте, политологии.

Как отмечает К.В. Симонов в своей книге «Политический анализ», «политические решения занимают особое место как в текущей политической практике, так и в политической науке» [Симонов, 2002]. Далее он цитирует высказывания американских политологов Р. Макридиса, отметившего, что принятие решений является «наиболее важной социальной функцией политики», и Д. Истона, определившего политическую науку как «исследование способов, которыми принимаются решения для общества».

Исследование механизмов принятия решения участниками политического процесса способно существенно расширить возможности построения политических прогнозов, например, более точно прогнозировать исходы избирательных кампаний, что позволит усовершенствовать методiku их организации и проведения. Как отмечает заведующий отделом социологии Фонда ИНДЕМ В.Л. Римский, на основе прогнозов распределения голосов различных групп избирателей «составляется описание целевых групп кандидата на выборную должность и тех дополнительных групп избирателей, с

которыми также предстоит работать в ходе проведения избирательной кампании» [Римский, 2013].

Тем не менее, несмотря на возможность использования математических моделей и статистических методов для получения прогнозов распределения голосов электората, многие эксперты-политологи считают приемлемым решать эту задачу, опираясь на собственную интуицию. В первую очередь это вызвано значительной фрагментацией политических партий, вследствие чего растет количество кандидатов на выборные должности и увеличивается сложность прогнозирования, кому избиратель отдаст свой голос. Однако директор исследовательских программ Консалтинговой Группы «PROTEKT» Н. Анохина не поддерживает подобный подход, считая, что «приводить факт об огромном количестве кандидатов в оправдание применения интуитивных моделей вместо строгих научных моделей нельзя. Возможно, при нестабильной ситуации в российском избирательном процессе необходимо совмещать два подхода — интуитивный и статистико-математический, в котором учитывалось бы участие множества кандидатов» [Анохина, 2000]. При этом под интуитивной составляющей она подразумевает интуицию исследователя, опирающуюся на определенный объем фактической информации.

Таким образом, задача получения прогноза решений, которые примут избиратели, выступающие в роли ЛПР, является актуальной для политической науки.

Схожие задачи решаются и при проведении социологических исследований, где ставится задача выявления распределения мнений целевой аудитории и построения прогноза его изменения с течением времени.

Как отмечает С. Беркун, «принятие решений — одна из ключевых задач лидеров и руководителей» [Беркун, 2011]. Об этом говорил и известный американский специалист по управлению Г. Саймон, который считал принятие решений сутью управленческой деятельности. В связи с этим в менеджменте возникает задача прогнозирования принимаемых руководителями и их подчиненными решений и их возможных последствий. Это требует понимания

процесса оценивания вариантов и выбора окончательного решения. Е.П. Голубков подчеркивает, что «прогнозирование повышает бдительность менеджеров и, следовательно, их способность реагировать на изменения» [Голубков, 2008]. С. Беркун отмечает, что в университетах и на курсах Master of Business Administration (MBA) учащиеся изучают методы теории полезности и анализируют деревья решений, ставя в соответствие вариантам решения проблемы числа, на основе которых впоследствии осуществляются вычисления.

В маркетинге актуальной является задача прогнозирования поведения потенциального покупателя, выбирающего товар определенного вида из множества доступных ему вариантов. Как отмечает Е.П. Голубков, «прогнозирование — это обязанность, которую в явной или неявной форме неизбежно должны выполнять все фирмы» [Голубков, 2008]. В связи с этим задача разработки методов прогнозирования поведения потребителя наиболее актуальна при проведении маркетинговых исследований, направленных на выявление распределения предпочтений представителей целевого сегмента [Алешина, 2006].

Принятие решений непосредственно связано с психологией, поскольку исход данного процесса зависит в первую очередь от субъекта принятия решений — ЛПР. Как утверждает О.А. Кулагин, «личностные факторы, связанные с индивидуальным восприятием проблемы, проявляются на всех ключевых этапах принятия решений: при оценке вероятностей случайных событий, оценке альтернатив, общей оценке эффективности принятого решения» [Кулагин, 2001а]. В частности, он отмечает, что «в процессе принятия решения непосредственно задействуется кратковременная память, в которой происходит обработка всей информации об альтернативах, их свойствах и других факторах, влияющих на выбор» [Кулагин, 2001б]. Ю.Н. Лапыгин определяет кратковременную память как «подсистему памяти, «находящуюся между» сенсорной и долговременной и обеспечивающую оперативное удержание и преобразование данных, поступающих от органов чувств и из памяти долговременной» [Лапыгин, 2009].

Сказанное О.А. Кулагиным подтверждает и польский специалист в области теории принятия решений профессор Ю. Козелецкий, отмечая, что информация, поступающая в кратковременную память из окружающей среды, перерабатывается в ней в соответствии с целью, которую формулирует решающий задачу [Козелецкий, 1977]. При этом американский психолог Дж. Миллер по результатам проведенных им экспериментов установил, что объем кратковременной памяти человека ограничен пределом в 7-9 объектов [Гиппенрейтер, 2002]. О.А. Кулагин поправляет его, отмечая, что в реальности этот показатель редко превосходит 4-5 объектов [Кулагин, 2001а].

Обобщая сказанное, можно сделать вывод, что результат принятия решения несет на себе отпечаток психологических характеристик ЛПР. Как следствие, попытка лучше понять механизм принятия решения сталкивается с необходимостью проведения исследований, результаты которых позволили бы дополнить существующее формальное представление этого процесса факторами, отражающими влияние психологических характеристик ЛПР на выбор им варианта решения.

Приведенные примеры показывают, что в каждой из рассмотренных научных областей задача прогнозирования сталкивается с проблемой моделирования принятия решений ЛПР, участвующим в данном процессе. Это обуславливает актуальность разработки и совершенствования методов прогнозирования принимаемых ЛПР решений, учитывающих специфику исследуемого процесса.

1.2 Прогнозирование принятия решений

1.2.1 Этапы процессов принятия решения и их классификация

В зависимости от предметной области разные авторы выделяют различные этапы в процессе принятия решения.

В работе [Логуа, 2012] отмечается, что при управлении проблемными ситуациями регионального уровня выделяются такие этапы процесса принятия решения, как:

- 1) анализ входящей информации;
- 2) выявление проблемной ситуации;
- 3) анализ вариантов решения;
- 4) принятие решения;
- 5) выполнение решения;
- 6) мониторинг и оценка.

В ситуационных центрах ОВД процесс принятия решений проходит следующие этапы [Пьянков, 2014]:

- 1) возникновение новой ситуации;
- 2) выявление проблемы;
- 3) сбор информации о проблеме;
- 4) описание проблемной ситуации;
- 5) формулирование требований/ограничений;
- 6) сбор информации;
- 7) разработка возможных вариантов решений;
- 8) определение критериев выбора и сбор информации;
- 9) выбор решений, отвечающих критериям;
- 10) оценка возможных последствий;
- 11) выбор предпочтительного решения.

В сфере проведения негласных следственных (розыскных) действий процесс принятия решения можно представить в виде последовательной реализации следующих этапов [Бабичев, 2013]:

- 1) анализ и оценка ситуации;
- 2) определение цели, на достижение которой направлено решение;
- 3) определение возможных вариантов решений и прогнозирование результата (как положительного, так и отрицательного) их реализации;
- 4) осуществление организационных мероприятий;

5) выбор оптимального решения.

В работе [Ахтулова, 2014] авторами были выделены следующие этапы процесса принятия управленческих решений в организации:

- 1) появление проблемы или ситуации, требующей изменения;
- 2) анализ информации, факторов и условий, диагностика состояния;
- 3) разработка решения индивидуально руководителем, в группе или с привлечением экспертов;
- 4) принятие решения и организация контроля за выполнением мероприятий.

Схема процесса принятия решения, предложенная К. Биркером, включает в себя семь шагов [Досужева, 2014]:

- 1) изучение исходного положения;
- 2) конкретизация рассматриваемой проблемы;
- 3) определение критериев, на базе которых происходит оценка решений;
- 4) разработка альтернатив;
- 5) оценка найденных альтернатив;
- 6) проверка, не ведет ли выбранное решение к негативным тенденциям в других сферах деятельности организации;
- 7) окончательный выбор одной из альтернатив и принятие обязывающего решения.

В сфере маркетинга Р. Блэкуэллом была разработана классическая модель процесса принятия решения потребителями товаров и услуг, представляющая из себя последовательность из семи этапов [Блэкуэлл, 2007]:

- 1) осознание потребности;
- 2) поиск информации;
- 3) предпокупочная оценка альтернатив;
- 4) покупка;
- 5) потребление;
- 6) оценка по результатам потребления;
- 7) освобождение.

Согласно специалисту в области маркетинга Е.П. Голубкову, последовательность этапов принятия решения выглядит как [Голубков, 2008]:

- 1) постановка задачи;
- 2) исследование;
- 3) анализ;
- 4) предварительное суждение;
- 5) подтверждение;
- 6) окончательное суждение;
- 7) реализация принятого решения.

Таким образом, в общем виде могут быть выделены следующие этапы процесса принятия решения:

- 1) анализ ситуации и выявление проблемы;
- 2) определение множества вариантов решения;
- 3) анализ выделенных вариантов решения;
- 4) выбор окончательного варианта решения;
- 5) реализация выбранного решения;
- 6) анализ полученных результатов.

Исследование процессов принятия решений помимо выделения их этапов также требует проведения их классификации.

В работе И.В. Алешиной приведена классификация процессов принятия решений по сложности стоящей перед ЛПР проблемы, в рамках которой рассматриваемые процессы подразделяются на три класса [Алешина, 2006]:

- привычные (*habitual decision making*), при которых ЛПР решает проблему привычно, без особых усилий;
- ограниченные (*limited decision making*), направленные на решение проблем, содержащих элементы новизны и неопределенности;
- расширенные (*extended decision making*), характеризующиеся решением проблем высокой сложности в силу их новизны и высокой степени неопределенности.

В процессе решения привычных проблем ЛПР ограничивается внутренним поиском информации, хранящейся в его долговременной памяти. Результатом этого является то, что для простых проблем ЛПР зачастую использует единственное, наиболее предпочитаемое им, решение, отбрасывая другие возможные варианты. При этом последствия принятого решения оцениваются редко и поверхностно.

Процесс ограниченного решения проблем требует от ЛПР определенного размышления. Поскольку проблемам, решаемым в рамках процессов данной категории, не придается большого значения, ЛПР использует в основном имеющуюся у него информацию, мало прибегая к помощи внешних источников. Рассматриваемых вариантов немного, и ЛПР сопоставляет их по одному или нескольким критериям (например, по затратам на реализацию), используя простые правила принятия решений. При этом оценивание последствий принятого решения ограничивается отслеживанием существенных отклонений от ожидаемого результата.

Наиболее сложные проблемы требуют от ЛПР высокой степени вовлеченности в процесс их расширенного решения, проведения внешнего информационного поиска. Как следствие, расширенное принятие решения предваряется оцениванием имеющихся вариантов по множеству критериев и с использованием сложных правил. Процесс принятия расширенного решения проходит через все стадии, а его результаты ЛПР впоследствии тщательно оценивает на соответствие установленным требованиям.

Приведенный перечень может быть дополнен классом, включающим в себя процессы импульсивного принятия решения (*impulse decision making*). Процессы данной группы характеризуются спонтанностью решения, которое ЛПР принимает под влиянием эмоций и в состоянии нарушенного психологического равновесия. Ослабление самоконтроля позволяет ЛПР немедленно принять решение, не утруждая себя взвешиванием доступных вариантов и не заботясь о последствиях своих действий.

В силу сложности структуры и многообразия процессов принятия решений их исследование, проводившееся в рамках настоящей работы, было ограничено процессами принятия решений, обладающими следующими характеристиками:

- этапы процесса: анализ входящей информации, выявление проблемной ситуации, анализ вариантов решения, принятие окончательного решения;
- тип принимаемого решения: рациональное (взвешенное);
- сложность процесса: ограниченный (требующий предварительной переработки новой информации).

1.2.2 Правила принятия решений

В теории маркетинга исследование процесса принятия решений осуществляется при помощи психологических моделей формирования отношения потребителя к продукту. Указанные модели основаны на формальных правилах (decision making rules), определяющих, как потребитель, выступающий в роли ЛПР, синтезирует общую оценку продукта (варианта решения) на основе оценок значимости и выраженности отдельных его характеристик [Moscow Business School].

В зависимости от возможности компенсации низких оценок одних характеристик высокими оценками по другим характеристикам психологические модели принятия решений и положенные в их основу правила подразделяют на компенсационные (compensatory decision rules) и некомпенсационные (noncompensatory decision rules) [Бронникова, 2001].

К некомпенсационным правилам принятия решений относят [Алешина, 2006]:

- объединяющее правило (conjunctive decision rule);
- разъединяющее правило (disjunctive decision rule);
- лексикографическое правило (lexigraphic decision rule);
- правило удаления по аспектам (elimination-by-aspects decision rule).

Объединяющее (совместное) правило определяет требования к минимальному уровню оценки варианта решения по каждому из его атрибутов. В список приемлемых вариантов попадают те решения, для которых все параметры удовлетворяют установленным для них минимальным уровням.

Разъединяющее (несовместное) правило устанавливает минимальные требования только к значимым для ЛПР параметрам варианта решения. Оценки по остальным критериям в расчет не принимаются, но могут быть использованы для последующего сужения множества оставшихся вариантов.

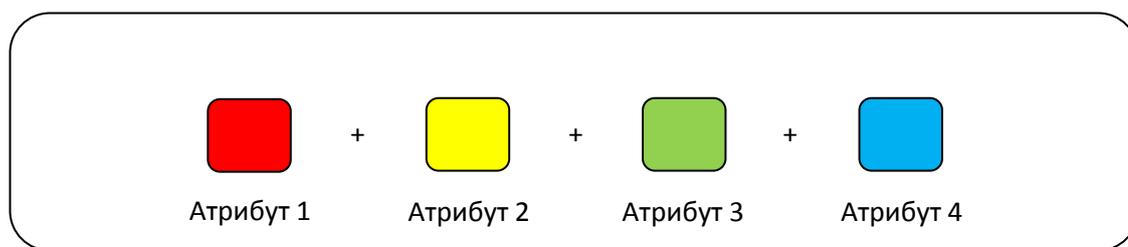
Лексикографическое правило требует от ЛПР предварительного ранжирования критериев по степени их значимости. Далее ЛПР отбирает по наиболее значимому критерию наилучший вариант решения проблемы. Если таких вариантов оказывается несколько, ЛПР оценивает их по следующему по значимости критерию. Процесс оценивания продолжается, пока не будет найден единственный вариант, наилучший с точки зрения выбранной системы критериев.

Правило удаления по аспектам предполагает ранжирование критериев по их значимости и установление минимальных требований к решению по каждому критерию. Далее ЛПР перебирает критерии в порядке убывания значимости, последовательно исключая решения, не соответствующие минимальным требованиям, из перечня приемлемых вариантов.

Компенсационными правилами являются [Алешина, 2006]:

- правило простого сложения (simple additive rule);
- правило взвешенного сложения (weighted additive rule);
- правило идеальной точки (ideal point rule);
- правило дополнительного различия.

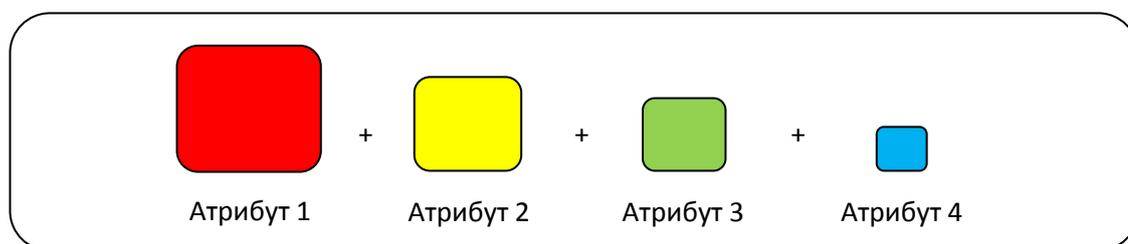
Правило простого сложения предполагает, что ЛПР считает сумму оценок по всем критериям для каждого из вариантов решения проблемы (рис. 1.2.2.1). Наилучшим признается то вариант, который имеет максимальную сумму оценок по выбранным критериям.



Оценка варианта решения

Рисунок 1.2.2.1 — Оценивание варианта решения по правилу простого сложения

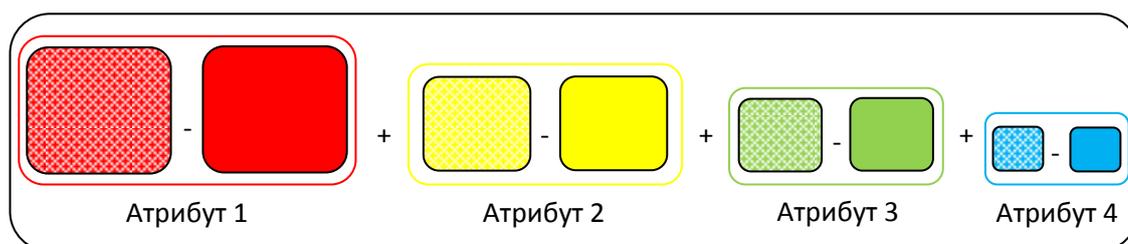
Правило взвешенного сложения предполагает, что ЛПР учитывает значимость применяемых им критериев. Оценка варианта решения проблемы представляет собой сумму оценок по критериям, каждая из которых предварительно умножается на ее значимость (рис. 1.2.2.2).



Оценка варианта решения

Рисунок 1.2.2.2 — Оценивание варианта решения по правилу взвешенного сложения

Вариантом рассмотренных правил является правило идеальной точки, применяемое ЛПР, обладающим представлением об идеальном варианте решения проблемы. С этим эталоном он сопоставляет доступные ему варианты по выбранным им критериям. При определении суммарной оценки для варианта решения отклонения от идеала также могут быть взвешены. Наилучшим ЛПР признает тот вариант, оценка которого свидетельствует о наибольшей его близости к идеальному решению проблемы (рис. 1.2.2.3).



Оценка варианта решения

Рисунок 1.2.2.3 — Оценивание варианта решения по правилу идеальной точки

Характерной особенностью правила дополнительного различия является то, что ЛПР сопоставляет варианты решения не по их комплексным оценкам, а по разнице оценок в разрезе каждого из установленных критериев. В этом случае свое внимание ЛПР сосредотачивает на различиях между вариантами, а не на их соответствии некоторым минимальным требованиям по отдельным критериям или оценке варианта в целом (рис. 1.2.2.4).

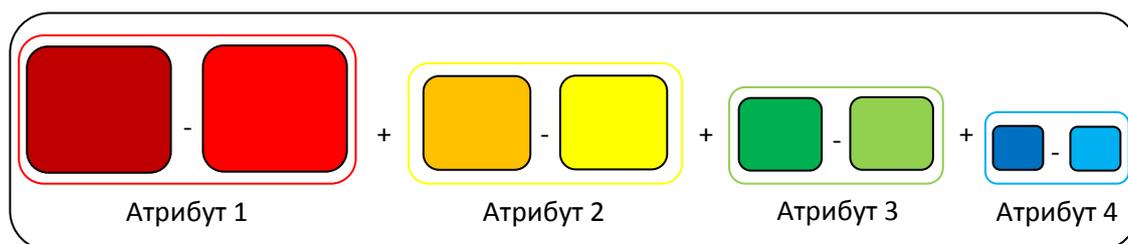


Рисунок 1.2.2.4 — Сопоставление вариантов решения по правилу дополнительного различия

Таким образом, согласно рассмотренным правилам, отношение потребителя к варианту решения может определяться:

- соответствием варианта решения установленным критериям;
- значимостью для потребителя критериев, по которым оцениваются варианты решения;
- минимальными требованиями к варианту решения по установленным критериям;
- идеальными требованиями к варианту решения по установленным критериям;
- выбором стратегии отбора приемлемых вариантов решения.

1.2.3 Математические модели принятия решений

Модель — «имитация одного или ряда свойств объекта с помощью некоторых иных предметов и явлений» [Трофимова, 2011].

Моделирование — «описание процессов математическими методами с целью экспериментальной проверки параметров, процессов и взаимодействия

элементов объекта, экономии ресурсов и повышения качества управленческого решения» [Фатхутдинов, 2002].

Моделирование осуществляется с целью изучения моделируемого объекта и прогнозирования его поведения.

Р.В. Леньков определяет прогнозирование как «специально организованное научное исследование перспектив явлений и процессов» [Леньков, 2013]. Задача прогнозирования решается путем построения прогнозной модели — «модели объекта прогнозирования, исследование которой позволяет получить информацию о возможных состояниях объекта в будущем, путях и сроках их осуществления» [Леньков, 2013].

Прогноз, полученный при помощи прогнозной модели требует верификации. Верификация прогноза — это «этап прогнозирования, на котором осуществляется оценивание точности прогноза» [Леньков, 2013].

Рассмотренные правила принятия решений наиболее часто находят свое приложение в маркетинговых исследованиях, где они представлены в форме так называемых прогнозных моделей формирования отношения потребителя к продукту [Коротков, 2005].

При этом указанные модели могут использоваться в рамках двух подходов, первый из которых — когнитивный — основан на оценках потребителями объективных характеристик продукта, а второй — мотивационный — оперирует оценками, которыми потребители характеризуют пригодность продукта для удовлетворения их потребностей [Коротков, 2005].

Далее будут рассмотрены математические модели, основанные на компенсационных правилах принятия решения. Базовое положение, которое положено в компенсационные модели, заключается в том, что недостаточная реализованность отдельных характеристик варианта решения может быть уравновешена хорошей реализованностью других его характеристик. Простейшая из моделей данного класса представляет правило простого сложения в виде формулы:

$$P = \sum_{i=1}^N z_i, \quad (1.2.3.1)$$

где P — общая оценка восприятия потребителем качества продукта;

N — количество характеристик оцениваемого продукта;

z_i — оценка соответствия требованиям потребителя i -й характеристики продукта.

На базе описанной выше модели были разработаны более совершенные ее модификации, важной особенностью которых является положение о том, что потребитель учитывает значимость для него характеристик оцениваемого продукта (правило взвешенного сложения). Впервые указанный принцип был реализован в психологической модели, разработанной социальным психологом из Университета Чикаго М. Розенбергом [Rosenberg, 1956, 1960]. Модель Розенберга была мотивационной, поскольку в рамках нее оценивалось, в какой степени рассматриваемый продукт соответствует мотивам потребителя. Формально модель Розенберга может быть представлена в следующем виде:

$$A = \sum_{i=1}^N v_i \cdot c_i, \quad (1.2.3.2)$$

где A — оценка отношения потребителя к исследуемому продукту;

N — количество мотивов потребителя, учитываемых в модели;

v_i — оценка значимости для потребителя его i -го мотива;

c_i — оценка соответствия продукта i -му мотиву потребителя.

Введение понятия значимости мотива позволило учитывать индивидуальные приоритеты потребителя при оценивании его отношения к рассматриваемому продукту. Тем не менее, использование формулы (1.2.3.2) в практике маркетинговых исследований приводило к затруднениям, связанным с отсутствием методики оценивания того, в какой степени исследуемый продукт соответствует мотивам потребителя [Бронникова, 2001]. В связи с этим на базе модели Розенберга был разработан ее аналог, в которой использовались оценки не мотивов потребителей, а характеристик продукта, через которые

опосредованно реализовывались эти мотивы. В результате математическая модель (1.2.3.2) приняла вид:

$$P = \sum_{i=1}^N w_i \cdot z_i, \quad (1.2.3.3)$$

где P — общая оценка восприятия потребителем качества продукта;

N — количество характеристик, выделенных в оцениваемом продукте;

w_i — оценка значимости (вес) i -й характеристики продукта;

z_i — оценка соответствия требованиям потребителя i -й характеристики продукта.

Практическое удобство усовершенствованной модели Розенберга, в которой воплощено правило взвешенного сложения, привело к ее дальнейшему развитию и созданию на ее основе новых когнитивных моделей формирования отношения потребителя к продукту.

Наиболее известной в их числе является модель с идеальной точкой, реализующая одноименное правило [Коротков, 2005]. В модели с идеальной оценивается мера удаленности исследуемого продукта к установленному идеалу, в роли которого может выступать эталонный продукт или идеальный образ, сформированный на основе требований, предъявляемых к продуктам данного типа. Чем меньше итоговая оценка отклонения исследуемого продукта от идеала, тем более качественным считается данный продукт. Математически данный принцип выражается формулой:

$$P = \sum_{i=1}^N w_i \cdot |t_i - z_i|, \quad (1.2.3.4)$$

где P — общая оценка восприятия потребителем близости продукта к идеалу;

N — количество характеристик, выделенных в оцениваемом продукте;

w_i — оценка значимости отклонения исследуемого продукта от эталона по i -й характеристике;

t_i — оценка соответствия требованиям потребителя i -й характеристики эталонного продукта (идеальной точки);

z_i — оценка соответствия требованиям потребителя i -й характеристики исследуемого продукта.

Модель с идеальной точкой позволяет отслеживать отклонение значений характеристик исследуемого продукта от идеала как в большую, так и в меньшую сторону.

1.3 Создание инструментария для моделирования принятия решений

1.3.1 Моделирование процесса оценивания варианта решения ЛПР

Классические математические модели принятия решений, описанные в параграфе 1.2, основаны на предположении, что ЛПР принимает во внимание все характеристики оцениваемого им варианта решения. При этом в указанных моделях не учитывается, что ЛПР может использовать меньшее количество характеристик для формирования итоговой оценки рассматриваемого варианта решения.

В работе [Пушкарев, 2013] описана разработанная автором математическая модель процесса принятия решений, в которой учитывается возможность возникновения ситуации, при которой ЛПР, оценивая вариант решения, ограничится некоторым подмножеством его характеристик. При этом предполагается, что вероятность рассмотрения ЛПР определенной характеристики прямо пропорциональна ее значимости для него. В ходе оценивания варианта решения ЛПР акцентирует свое внимание на отдельных его характеристиках, проверяя рассматриваемый вариант на соответствие требованиям, предъявляемым ЛПР к выбранным характеристикам.

Как и в модели взвешенного сложения, в авторской модели предполагается, что характеристика k_i , оценка значимости которой для ЛПР равна w_i , а оценка соответствия ее воплощения в рассматриваемом варианте решения требованиям ЛПР равна z_i , увеличит итоговую оценку указанного варианта на $w_i \cdot z_i$. При этом оценка варианта решения будет сформирована по

результатам суммирования оценок только тех характеристик, которые ЛПР рассмотрел в процессе оценивания данного варианта.

В авторской модели оценка вероятности того, что ЛПР, рассмотрев часть характеристик варианта решения, продолжит его оценивание, принимается равной сумме оценок значимости нерассмотренных характеристик. При этом оценка вероятности, что ЛПР на очередном этапе выберет определенную характеристику для оценивания по ней варианта, будет определяться отношением значимости данной характеристики к суммарной значимости характеристик, оставшихся нерассмотренными. Таким образом, оценка вероятности того, что ЛПР продолжит процесс оценивания варианта решения и выберет на следующем его этапе характеристику k_i из m оставшихся характеристик, будет равна:

$$s_i = \sum_{j=1}^m w_j \cdot \frac{w_i}{\sum_{j=1}^m w_j} = w_i \quad (1.3.1.1)$$

В результате оценка вероятности выбора ЛПР определенной последовательности из l характеристик для оценивания варианта решения будет равна произведению оценок значимостей характеристик, входящих в указанную последовательность:

$$s^l = \prod_{j=1}^l w_j \quad (1.3.1.2)$$

Прогнозное значение оценки, которую ЛПР выставил бы варианту решения на основе рассмотрения последовательности из l его характеристик, будет складываться из вероятности выбора ЛПР данной последовательности и взвешенной суммы оценок входящих в нее характеристик:

$$p^l = \prod_{j=1}^l w_j \cdot \sum_{j=1}^l w_j z_j \quad (1.3.1.3)$$

Поскольку заранее неизвестно, какой последовательностью воспользуется ЛПР при оценивании варианта решения, итоговая оценка варианта получается

суммированием оценок, полученных для всевозможных последовательностей различной длины.

На рис. 1.3.1.1 на примере четырех характеристик схематично представлено, какими могут быть последовательности выбора ЛПР при оценивании им варианта решения. При этом на любом этапе ЛПР может завершить процесс оценивания варианта решения. Как следствие, для рассматриваемого примера количество характеристик в последовательности, по которым ЛПР может оценить вариант решения, будет лежать в диапазоне от 1 до 4.

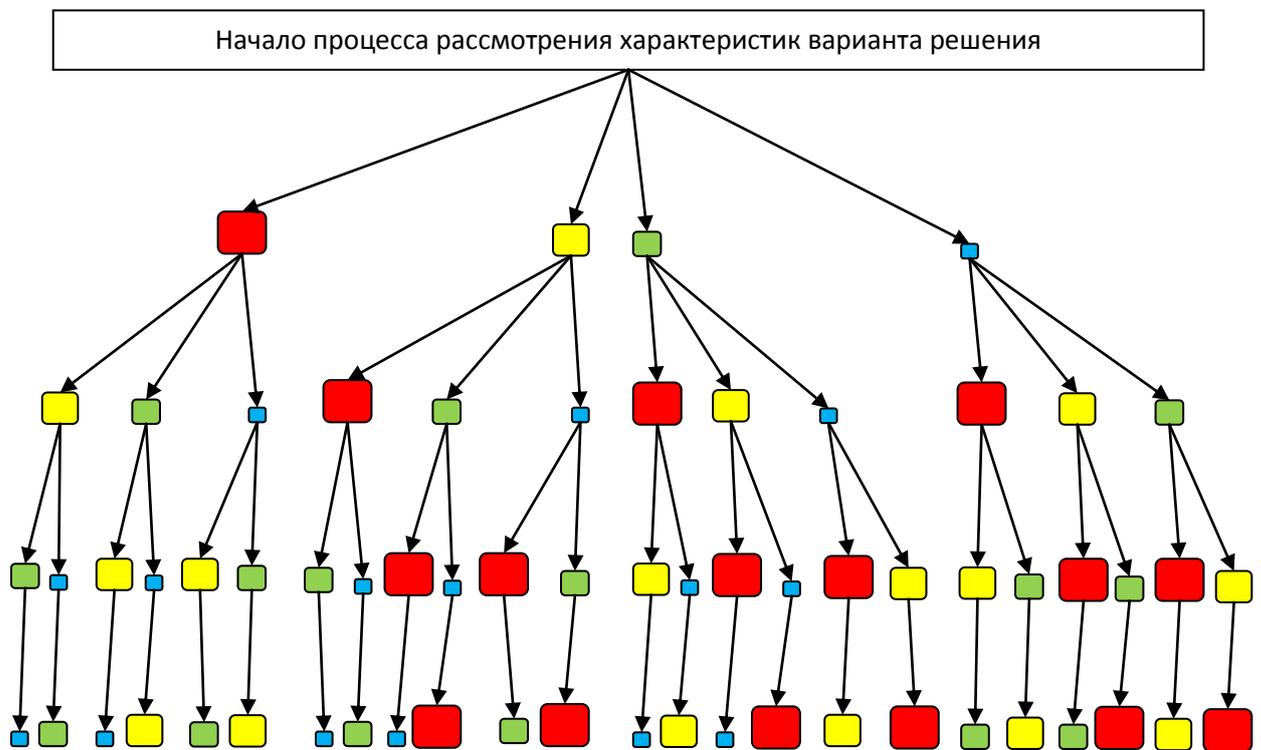


Рисунок 1.3.1.1 — Последовательности, в которых ЛПР может рассматривать характеристики

Следует заметить, что, согласно авторской модели, для одного и того же набора характеристик не имеет значения, в какой последовательности они были рассмотрены ЛПР — значение оценки, получаемой по формуле 1.3.1.3, не изменится при смене порядка выбора характеристик из набора. На основании этого расчет прогнозной оценки можно свести к перебору всевозможных неповторяющихся по составу наборов характеристик. Согласно законам комбинаторики, количество различных наборов, каждый из которых включает в

себя l характеристик из N выделенных, будет равно количеству сочетаний C_N^l . На базе каждого набора может быть образовано $l!$ различных последовательностей длиной l . Отсюда сумма оценок, полученных по всевозможным последовательностям длиной l , равна:

$$P^l = l! \cdot \sum_{i=1}^{C_N^l} p_i^l \quad (1.3.1.4)$$

где p_i^l — прогнозная оценка, полученная для последовательности, представляющей i -й набор, составленный из l характеристик.

Для N характеристик, выделенных у варианта решения, размер составленных из них наборов, по которым ЛПР может оценить рассматриваемый вариант решения, будет лежать в диапазоне от 1 до N . Следовательно, итоговая прогнозная оценка варианта решения может быть рассчитана по формуле:

$$P = \sum_{l=1}^N P^l = \sum_{l=1}^N l! \cdot \sum_{i=1}^{C_N^l} p_i^l \quad (1.3.1.5)$$

Преимуществом авторской математической модели принятия решений является учет всевозможных последовательностей, которые могут быть выбраны ЛПР. При этом влияние отдельной последовательности на значение прогнозной оценки варианта решения, будет зависеть от вероятности ее выбора ЛПР.

Недостатком авторской модели является быстрое нарастание объема вычислений, сопровождающее увеличение количества включенных в модель характеристик, по которым ЛПР может оценить варианта решения. Если для модели простого сложения и модели взвешенного сложения расчеты прогнозной оценки варианта решения могут быть проведены с использованием калькулятора, то проведение расчетов по авторской модели принятия решения требует использования специальной компьютерной программы, реализующей вычисления согласно данной модели.

1.3.2 Учет влияния ограничений объема кратковременной памяти ЛПР на принимаемое им решение

На исход процесса оценивания варианта решения в значительной степени оказывают влияние предпочтения самого лица, принимающего решение. К ним относятся убеждения ЛПР относительно значимости характеристик варианта решения, а также его представления о степени соответствия значений этих характеристик требованиям, которые он предъявляет к ним.

Помимо перечисленных факторов ход процесса принятия решений зависит от психологических характеристик ЛПР. В их число входит объем кратковременной памяти ЛПР. Кратковременная память позволяет ЛПР удерживать непродолжительное время ограниченное количество значений характеристик оцениваемого варианта решения, чтобы использовать их в дальнейшем при выставлении ему итоговой оценки.

В рамках предложенной автором математической модели принятия решений представляет интерес возможность учета объема кратковременной памяти ЛПР, для которого моделируется процесс оценивания определенного варианта решения. Поскольку оценка варианта решения формируется из оценок, полученных по тем последовательностям характеристик, которыми может воспользоваться ЛПР, автором предлагается исключить из расчета итоговой оценки те последовательности, длина которых превышает объем кратковременной памяти ЛПР. В качестве примера, иллюстрирующего предлагаемое усовершенствование авторской модели, на рис. 1.3.2.1 для варианта решения с четырьмя выделенными характеристиками схематично представлено множество последовательностей, одной из которых ЛПР с пределом объема кратковременной памяти в 3 объекта может воспользоваться при оценивании рассматриваемого варианта решения. Поскольку ЛПР может завершить оценивание варианта решения на любом этапе, длины возможных последовательностей выбора характеристик будут лежать для рассматриваемого примера в диапазоне от 1 до 3.

Преимуществом усовершенствованной автором математической модели является учет ограниченности возможностей ЛПР, связанной с наличием предельного количества объектов, которые ЛПР может удержать в своей кратковременной памяти.

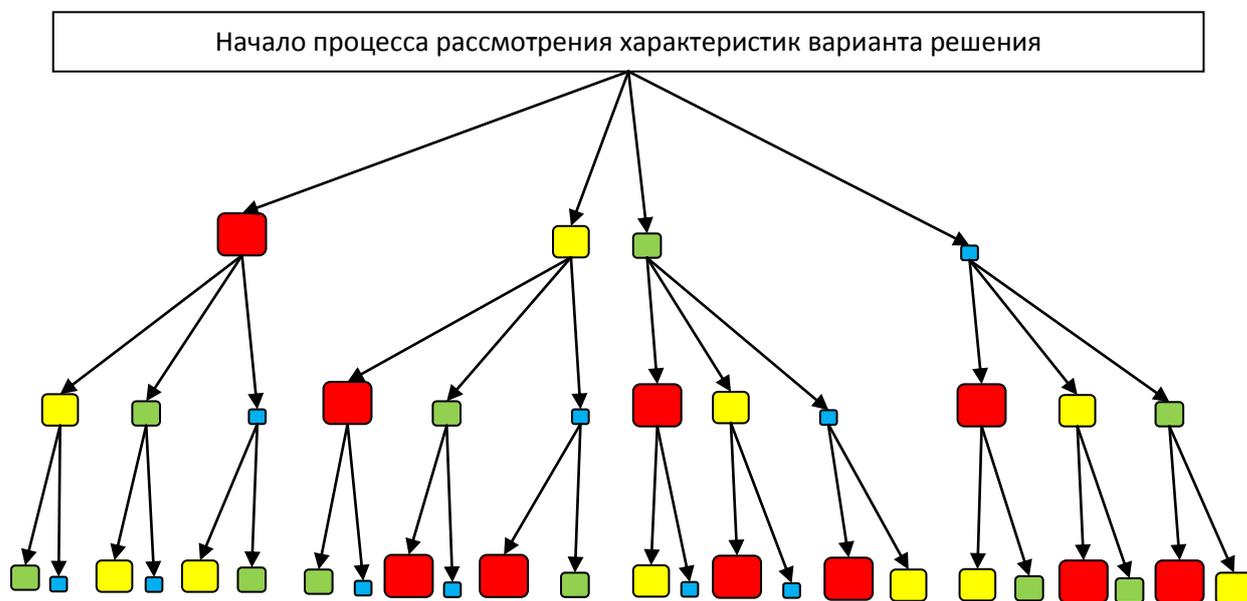


Рисунок 1.3.2.1 — Последовательности, доступные ЛПР с объемом кратковременной памяти, равным 3 объектам

Кроме того, исключение длинных последовательностей из расчета прогнозной оценки варианта решения позволяет сократить объем вычислений и ускорить получение результата.

Недостатком усовершенствованной авторской модели принятия решений является необходимость предварительного измерения объема кратковременной памяти ЛПР, для которого моделируется процесс оценивания варианта решения. Кроме того, несмотря на сокращение количества просчитываемых последовательностей, рассматриваемая математическая модель требует проведения расчетов с использованием специализированного компьютерного инструментария.

1.3.3 Разработка компьютерной системы имитации принятия решений

Для решения задачи верификации прогностической способности усовершенствованной автором математической модели принятия решений была

разработана компьютерная система, предназначенная для проведения вычислительного эксперимента с использованием данных моделей.

В качестве основы для создания указанной компьютерной системы была использована разработанная автором система имитационного моделирования, описанная в работе [Пушкарев, 2013]. В исходную версию системы был заложен функционал для проведения вычислительного эксперимента на авторской математической модели принятия решений, описанной в 1.3.1.

Для обеспечения проведения вычислительного эксперимента с использованием авторской математической модели, учитывающей объем кратковременной памяти ЛПР, в систему был добавлена возможность наложения ограничений на длину последовательностей характеристик.

На рис. 1.3.3.1 приведен интерфейс системы.

The screenshot shows the 'Маркетинговая экспертная система' (Marketing Expert System) interface. It includes several control panels and data tables.

Параметры исследования:

- Характеристик: 12
- Объектов: 1
- Выбрать: 1
- Экспертов: 1
- Объем кратковременной памяти: 5

Процесс:

- Оценивание
- Сравнение
- Выбор

Модель:

- Беглое
- Методичное
- Бессистемное

Расчёты:

- Без прогонки
- С прогонкой

Параметры процесса:

- Оценивание объекта
- Сравнение объектов
- Выбор объекта
- Розенберг

Значимость характеристик объекта(ов)

| Характеристика | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Значимость | 0,08 | 0,00 | 0,12 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,12 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,04 | 0,08 |
| Коэффициент | 0,08 | 0,00 | 0,12 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,12 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,04 | 0,08 |
| Вариация | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Генерировать случайные оценки значимости Генерировать случайные вариации оценок значимости

Реализованность характеристик объекта(ов)

| Характеристика | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------|-----|-----|---|---|-----|---|---|-----|---|----|----|-----|
| Объект 1 | 0,8 | 0,2 | 1 | 1 | 0,8 | 1 | 1 | 0,6 | 1 | 1 | 1 | 0,7 |
| Вариация (объект 1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Генерировать случайные оценки реализованности Генерировать случайные вариации оценок реализованности

Рисунок 1.3.3.1 — Ввод данных в компьютерную систему

В поле «Значимость характеристик объекта(ов)» вносятся выставленные ЛПР оценки значимости характеристик. В поле «Реализованность характеристик объекта(ов)» вносятся выставленные ЛПР оценки соответствия характеристик варианта решения его требованиям. В поле «Объем кратковременной памяти» можно задать ограничение на длину последовательностей, которые будут учитываться при построении прогноза.

На рис. 1.3.3.2 приведен вид вкладки с результатами вычислительного эксперимента, проведенного по авторской математической модели принятия решений. В поле «Принятие» выводится прогноз оценки, которую ЛПР выставит объекту, выраженной в 100-балльной шкале. Полученные прогнозные оценки могут быть скопированы в буфер обмена нажатием кнопки «Сохранить».

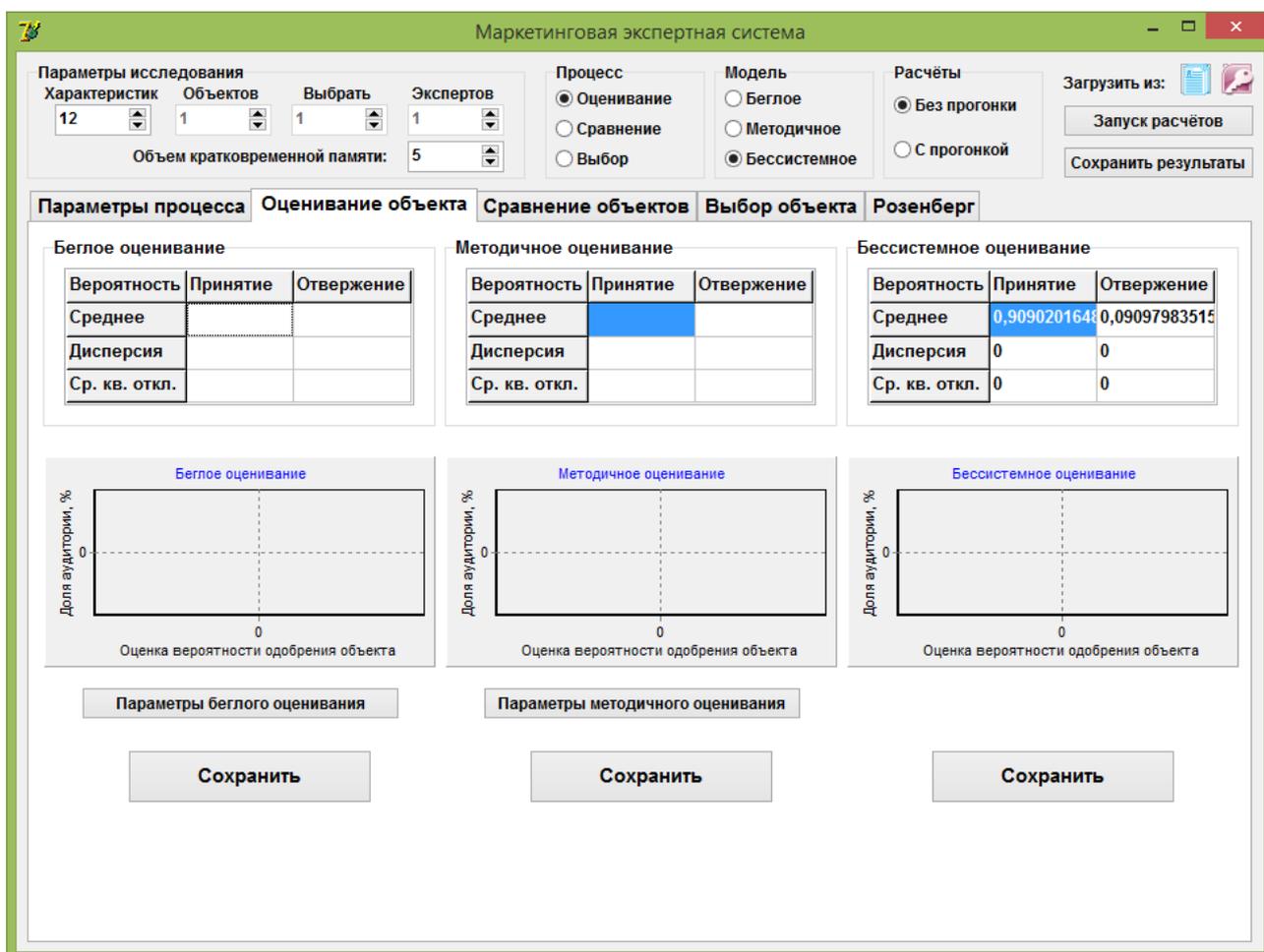


Рисунок 1.3.3.2 — Имитация процесса принятия решений на введенных данных

Выводы по главе 1

Принятие решений — процесс, сопровождающий человека во всех сферах его деятельности, в каждой из которых возникает потребность в получении прогнозов принимаемых ЛПР решений. В ходе исследования феномена принятия решений было выявлено, что ЛПР в процессе принятия им решения сопоставляет варианты по критериям, множество которых он формирует, исходя из стоящих перед ним задач. При этом психологические характеристики ЛПР оказывают влияние на процесс и, как следствие, на результат принятия им решения. В силу наличия множества факторов, от которых зависит принятие решений ЛПР, построение формализованного описания процесса принятия решений возможно для решений, относящихся к категории взвешенных, требующих от ЛПР когнитивной переработки информации об имеющихся вариантах и критериях их оценивания. Получаемые при этом оценки вариантов решения носят прогнозный (вероятностный) характер. Наиболее известные модели прогнозирования принимаемых ЛПР решений основаны на правилах, предполагающих, что ЛПР может учитывать или не учитывать информацию о значимости для него критериев, по которым он оценивает варианты. Автором настоящей работы была предложена собственная модель принятия решений, согласно которой ЛПР принимает во внимание лишь часть характеристик оцениваемого варианта решения, количество которых ограничивается объемом кратковременной памяти ЛПР. Как классические, так и авторские модели принятия решений требуют организации эмпирического исследования с целью верификации их прогностической способности. Результаты исследования различных моделей, позволят получить информацию о принципах, которыми руководствуется ЛПР при принятии решений, а также о влиянии на процесс принятия решений психологических характеристик ЛПР, включенных в исследуемые модели.

ГЛАВА 2. ВЕРИФИКАЦИЯ ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ СПОСОБНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

2.1 Организация исследования

2.1.1 Цель и задачи исследования

Цель эмпирического исследования — установление степени соответствия прогнозных оценок вариантов решения, полученных по математическим моделям процесса принятия решения, оценкам восприятия ЛПР указанных вариантов.

Объект исследования — процесс многокритериального принятия решения ЛПР.

Предмет исследования — принципы оценивания вариантов решения ЛПР, обладающим ограниченным объемом кратковременной памяти.

Задачи эмпирического исследования:

- 1) сформулировать гипотезы и определить переменные исследования;
- 2) определить выборку испытуемых;
- 3) подобрать методы проверки выдвинутых гипотез;
- 4) провести исследование и обработать собранные данные;
- 5) проанализировать результаты обработки данных;
- 6) обсудить полученные результаты;
- 7) сделать выводы.

2.1.2 Гипотезы и переменные исследования

Гипотезы, проверяемые в ходе исследования:

Н₀. При выставлении оценок вариантам решения ЛПР учитывает заявленную им значимость критериев их оценивания.

Н1. При выставлении оценок вариантам решения ЛПР игнорирует заявленную им значимость критериев их оценивания.

Н2. Заявленная значимость критерия определяет вероятность его использования ЛПР в процессе оценивания вариантов.

Н3. Объем кратковременной памяти ЛПР влияет на его оценки рассматриваемых вариантов.

Независимая переменная — варианты решения в ситуации принятия решения.

Зависимая переменная — набор критериев, по которым сопоставляются варианты решения, приоритет варианта решения.

Контролируемая переменная — пол, возраст, место учебы, социальное положение.

2.1.3 Определение выборки испытуемых

В проведенном эмпирическом исследовании приняли участие 46 учащихся ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет» мужского и женского пола в возрасте от 19 до 23 лет. Из них 18 человек (39.1%) имеют возраст 19 лет, 13 человек (28.3%) — 20 лет, 8 человек (17.4%) — 21 год, 4 человек (8.7%) — 22 года, 3 человек (6.5%) — 23 года (рис. 2.1.3.1).

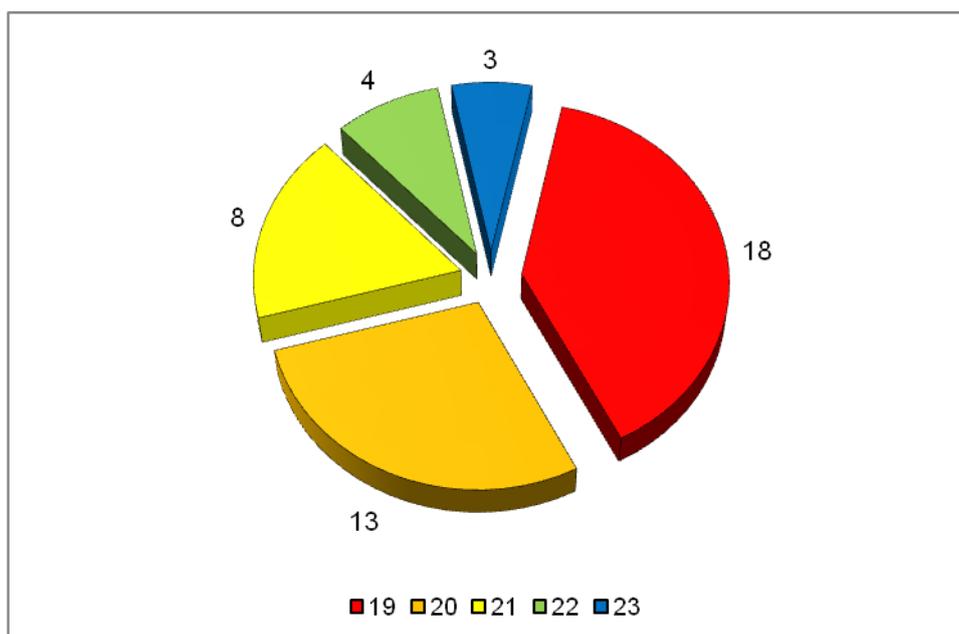


Рисунок 2.1.3.1 — Возрастной состав испытуемых

Из числа участвовавших в исследовании 20 человек (43.5%) составили лица мужского пола, 26 человек (56.5%) — лица женского пола (рис. 2.1.3.2).

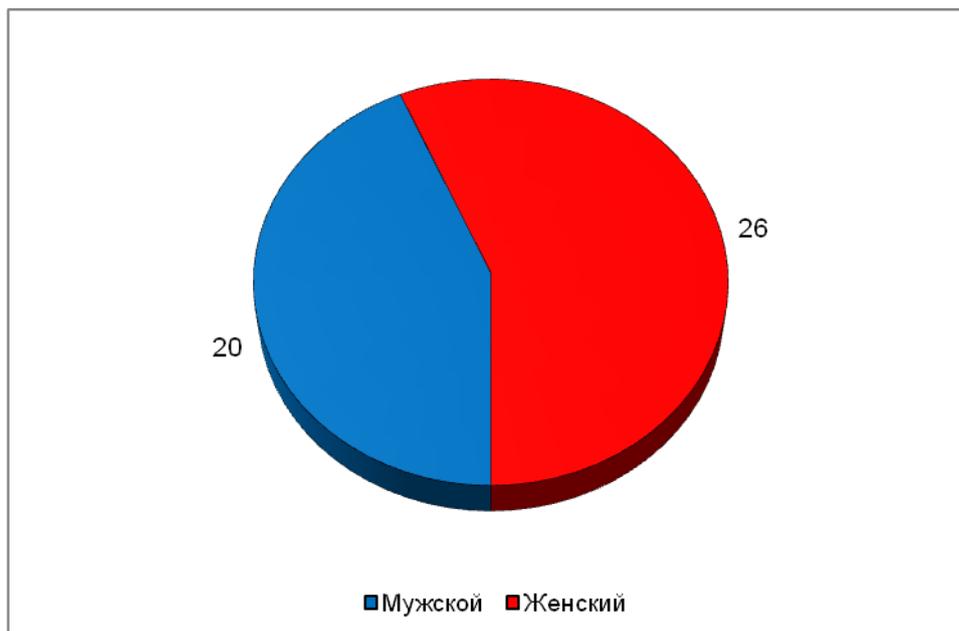


Рисунок 2.1.3.2 — Половой состав испытуемых

При этом 34 испытуемых (73.9%) являлись учащимися Института математики и компьютерных наук, остальные 12 (26.1%) — учащимися Института психологии и педагогики (рис. 2.1.3.3).

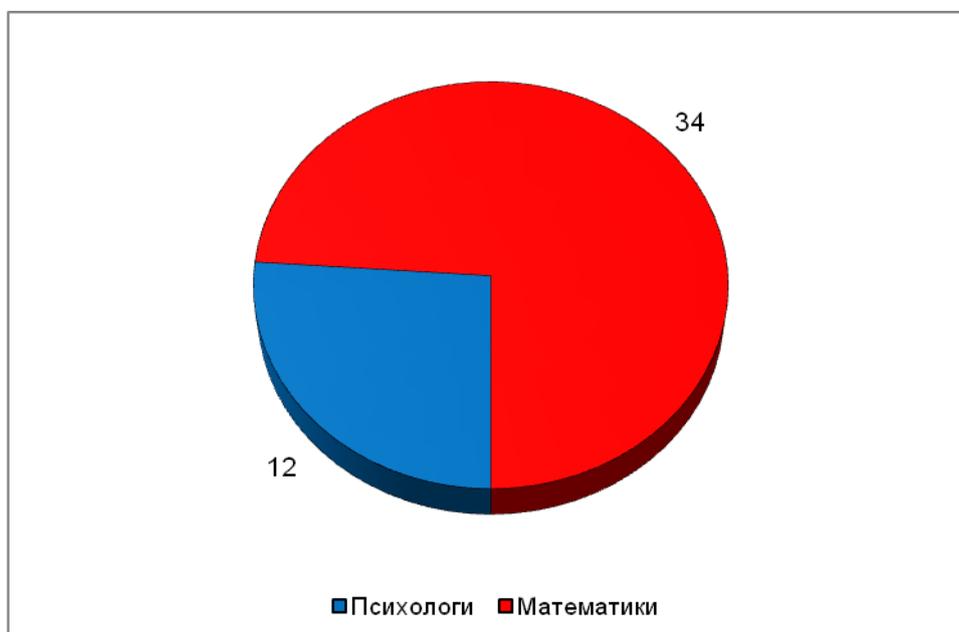


Рисунок 2.1.3.3 — Профиль обучения испытуемых

2.1.4 Обоснование выбора методов обработки данных

Тип эмпирического исследования. Организуемое эмпирическое исследование является констатирующим, поскольку направлено на получение оценок точности прогнозов, получаемых при помощи классических и авторских математических моделей принятия решения.

В ходе исследования сбор первичных данных от испытуемых осуществлялся в форме моделирующего эксперимента. Отличительными особенностями моделирующего эксперимента является осознание испытуемыми, что они участвуют в эксперименте, и выполнение ими инструкций экспериментатора, который может вмешиваться в деятельность испытуемого. В рамках проведенного эмпирического исследования моделировалась задача принятия решения о выборе смартфона. На каждом этапе исследования испытуемые выполняли выдаваемые исследователем инструкции.

Для получения от испытуемых *первичной информации* использовался метод анкетирования. Анкетирование представляет собой опрос испытуемого, который предполагает заполнение им подготовленной исследователем формы, содержащей набор вопросов. В ходе проведенного исследования посредством анкет осуществлялось *получение от испытуемых информации о критериях, используемых ими при оценивании смартфонов, оценок значимости характеристик смартфонов, оценок привлекательности конкретных моделей смартфонов и оценок соответствия их характеристик требованиям, предъявляемым испытуемыми.*

При заполнении анкеты не требуется присутствие исследователя и контакт испытуемого с ним. В связи с этим при проведении исследования метод анкетирования применялся для обеспечения анонимности испытуемых при сборе информации об их поле, возрасте и месте учебы.

Для измерения *объема кратковременной памяти* каждого испытуемого применялось тестирование по методике Джекобса. Тестирование относится к

диагностическим методам исследования и представляет собой стандартизированное задание, по результатам выполнения которого оцениваются психологические характеристики испытуемого. В рамках тестирования по методике Джекобса испытуемый воспроизводит зачитываемые ему ряды случайных цифр длиной от 4 до 10 элементов. При помощи специальной формулы по результатам выполнения тестового задания оценивается объем кратковременной памяти испытуемого [Крылов, 2003].

Обработка и анализ собранных данных осуществлялись при помощи таких методов статистической обработки, как расчет коэффициента линейной корреляции Пирсона, проверка гипотезы о нормальности распределения по критерию хи-квадрат Пирсона, проверка гипотезы о равенстве средних значений двух зависимых выборок по критерию t-Стьюдента.

Коэффициент линейной корреляции Пирсона позволяет определить степень тесноты и направление линейной связи двух величин. Сильной считается связь величин, для которой модуль значения коэффициента корреляции превышает 0.7. В рамках проведенного исследования расчет коэффициента корреляции использовался для контроля внимательности выставления испытуемыми оценок значимости характеристик смартфонов и оценок привлекательности рассматриваемых моделей смартфонов. Для этого проверялась теснота связи полученных оценок с рангами, которые испытуемые присваивали смартфонам и их характеристикам.

Критерий t-Стьюдента является параметрическим критерием, который позволяет проверить гипотезу о равенстве средних значений двух зависимых выборок. В рамках проведенного исследования при помощи критерия t-Стьюдента проверялась гипотеза о статистической значимости различий в точности прогнозных оценок, получаемых при помощи различных математических моделей принятия решения.

Использование критерия t-Стьюдента и коэффициента линейной корреляции Пирсона предполагает, что значения элементов в выборках распределены по нормальному закону. Проверка гипотезы о нормальности

распределения при обработке данных проверялась по критерию хи-квадрат Пирсона. Процедура проверки по данному критерию предполагает сравнение имеющегося в выборке распределения с нормальным распределением, значения параметров которого равны значениям соответствующих параметров распределения выборки. Превышение критерием установленной пороговой величины означает отличие распределения в выборке от нормального.

Для оценивания степени близости прогнозных оценок смартфонов, полученных при помощи математических моделей принятия решения, оценкам, выставленным смартфонам испытуемыми, использовалась формула коэффициента точности аппроксимации. Коэффициент точности аппроксимации позволяет получить относительную оценку расхождения между исходными и расчетными данными. Для этого рассчитывается сумма величин отклонений расчетных данных от исходных, которая затем делится на сумму абсолютных значений исходных данных. В формуле коэффициента точности аппроксимации учтено, что с увеличением значений исходных данных, растет и величина отклонений от них у расчетных значений.

2.1.5 Описание хода исследования

Исследование проходило в четыре этапа.

Этап I. Формирование списка критериев оценивания объектов.

На первом этапе нами был сформирован бланк с указанием группы объектов («Смартфоны»), с описанием которых испытуемым предстояло работать в ходе всего исследования (приложение 1). Для фиксирования основной информации об испытуемых нами была подготовлена анкета (приложение 1).

Испытуемым последовательно выдавались инструкции:

1. «Вам выдан бланк с названием группы объектов: «Смартфоны». Представьте себе, что вам потребовалось решить задачу выбора смартфона».

2. «Печатными буквами выпишите на бланке названия тех критериев, по которым вы стали бы оценивать смартфоны, рассматриваемые в качестве вариантов решения поставленной задачи (количество критериев — на ваше усмотрение)».

3. «Возьмите анкету и внесите в нее свои анкетные данные.

4. Сдайте заполненные бланк и анкету».

В анкете каждый испытуемый указывал свои пол, возраст, сведения о месте работы/учебы и занимаемой им должности, а также идентификационный код, образуемый тремя последними цифрами его телефонного номера.

Данные, полученные по каждому испытуемому — пол, возраст, профиль обучения (математик или психолог), номер анкеты, — вносились в сводную таблицу формата Microsoft Excel.

Этап II. Ранжирование критериев и оценивание их значимости.

На втором этапе для каждого испытуемого нами был сформирован бланк со списком характеристик, основанных на критериях, указанных испытуемым на первом этапе исследования (приложение 2), и набор одинаковых бумажных полосок, на каждой из которых было напечатано название одного из критериев, входящих в данный список. Поскольку зачастую испытуемые по-разному именовали одни и те же характеристики или объединяли под одним названием сразу несколько характеристик, потребовалось предварительно сформировать по ответам испытуемых, полученным на первом этапе, унифицированный перечень характеристик. Для решения этой задачи названия характеристик, указанные испытуемыми, приводились к их общепринятым наименованиям, используемым при описании смартфонов. При этом каждая сложная по составу характеристика была заменена набором более простых составляющих ее характеристик, (например, характеристика «производительность» была заменена набором характеристик «количество ядер процессора», «такты частота процессора» и «объем оперативной памяти»).

Испытуемым последовательно выдавались инструкции:

1. «Вам выданы полоски бумаги с названиями характеристик, по которым могут оцениваться объекты из группы «Смартфоны». Разложите полоски на столе и ознакомьтесь с указанными на них названиями характеристик».

2. «Из характеристик, перечисленных на полосках, выберите ту, которую вы считаете наиболее значимой при выборе смартфона. Полоску с названием выбранной характеристики переверните и отложите в сторону».

3. «Из оставшихся характеристик выберите ту, которую вы считаете наиболее значимой при выборе смартфона. Полоску с названием выбранной характеристики переверните и положите на предыдущую полоску».

4. «Повторяйте данную процедуру, пока полоски не закончатся».

5. «Полученную стопку скрепите скрепкой, не перемешивая полоски в ней».

6. «Возьмите бланк, на котором перечислены характеристики, указанные на полосках. Напротив каждой характеристики отметьте по шкале от 0 до 100 баллов, насколько значимой вы считаете ее при выборе объектов группы «Смартфоны» (0 баллов — характеристика абсолютно незначима, 100 баллов — характеристика абсолютно значима)».

7. «Заполненный бланк и стопку полосок поместите в файл с идентификационным кодом, который вы указывали при заполнении анкеты на первом этапе исследования, и сдайте».

Для каждого испытуемого выставленные им оценки значимости характеристик и ранги, которые он присвоил характеристикам путем упорядочивания полосок с их названиями, переводились в электронный формат и проверялись на согласованность при помощи коэффициента линейной корреляции Пирсона. Рассчитанное значение коэффициента корреляции вносилось в строку сводной таблицы, в которой были записаны анкетные данные соответствующего испытуемого. Испытуемые, для которых значение коэффициента корреляции оказалось меньше 0.7, исключались из выборки как невнимательно отбиравшие и оценивавшие критерии.

Для каждого из испытуемых, оставленных в выборке, производилось нормирование выставленных им оценок значимостей — каждая оценка

делилась на сумму оценок, выставленных испытуемым. Этой процедурой обеспечивалось приведение итоговых прогнозных оценок смартфонов, полученных по различным математическим моделям принятия решения, к единой шкале.

Этап III. Ранжирование объектов и их оценивание

На третьем этапе эмпирического исследования нами были подготовлены карточки с описаниями пяти смартфонов наиболее популярных моделей, по данным сайта <http://market.yandex.ru>. С этого же Интернет-ресурса были взяты сведения о значениях характеристик указанных моделей.

Каждая карточка содержала описание только одного смартфона. Для каждого испытуемого составлялись индивидуальные описания смартфонов, основанные на перечне характеристик, значимость которых испытуемый оценивал на втором этапе исследования. Для каждого испытуемого были сформированы два набора по пять карточек: один — для оценивания смартфонов, другой — для оценивания их характеристик (приложение 3).

Испытуемым последовательно выдавались инструкции:

1. «Вам выданы карточки с описаниями объектов из группы «Смартфоны». Ознакомьтесь с приведенными описаниями».
2. «Из множества представленных на карточках смартфонов выберите тот, который вы считаете наилучшим. Карточку с выбранным смартфоном переверните и отложите в сторону».
3. «Из оставшихся карточек выберите ту, на которой представлено описание наилучшего, по вашему мнению, смартфона. Карточку с описанием выбранного смартфона переверните и положите на предыдущую».
4. «Повторяйте данную процедуру, пока карточки не закончатся».
5. «Полученную стопку карточек скрепите скрепкой, не перемешивая карточки в ней».
6. «На каждой карточке в стопке отметьте по шкале от 0 до 100 баллов, насколько привлекательным для вас является описанный в карточке смартфон

(0 баллов — смартфон абсолютно непривлекателен, 100 баллов — смартфон абсолютно привлекателен)».

7. «Скрепленную стопку упорядоченных и заполненных карточек переверните лицом вниз и отложите в сторону».

8. «Сейчас вам будут выданы новые карточки, дублирующие описания только что рассмотренных вами объектов из группы «Смартфоны».

9. «Возьмите любую из карточек и напротив значения каждой характеристики отметьте по шкале от 0 до 100 баллов, насколько она соответствует требованиям, предъявляемым вами к объектам группы «Смартфоны» (0 баллов — характеристика абсолютно не соответствует моим требованиям, 100 баллов — характеристика полностью соответствует моим требованиям). Заполненную карточку переверните и отложите в сторону».

10. «Возьмите следующую из оставшихся карточек и заполните ее указанным ранее способом. Заполненную карточку переверните и отложите в сторону».

11. «Повторяйте эту процедуру, пока карточки не закончатся».

12. «Оба набора заполненных вами карточек поместите в файл с идентификационным кодом, который вы указывали при заполнении анкеты на первом этапе исследования, и сдайте исследователю».

Для каждого испытуемого выставленные им оценки привлекательности смартфонов и ранги, которые он присвоил смартфонам путем упорядочивания карточек с их описаниями, переводились в электронный формат и проверялись на согласованность при помощи коэффициента линейной корреляции Пирсона. Рассчитанное значение коэффициента корреляции вносилось в строку сводной таблицы, в которой были записаны анкетные данные соответствующего испытуемого. Испытуемые, для которых значение коэффициента корреляции оказалось меньше 0.7, исключались из выборки как невнимательно отбирившие и оценивавшие критерии.

Для каждого из испытуемых, оставленных в выборке, производился перевод оценок, которые они выставили смартфонам и их характеристикам, из шкалы [0; 100] к шкале [0; 1] путем деления на 100. Этой процедурой

обеспечивалась подготовка полученных оценок к обработке в математических моделях принятия решения.

В завершение третьего этапа с испытуемыми проводилась работа по определению объема их кратковременной памяти. Для определения объема кратковременной памяти использовалась методика Джекобса [Крылов, 2003]:

1. Испытуемым последовательно зачитывались ряды цифр, сформированных при помощи таблицы случайных чисел. Длина предъявляемого ряда последовательно увеличивалась с 4 до 10 цифр.

2. Через 2-3 секунды после прочтения цифрового ряда испытуемые письменно воспроизводили элементы ряда в порядке их зачитывания.

3. Описанная процедура по воспроизведению испытуемыми серии рядов проводилась 4 раза (ряды в сериях были различными).

4. После завершения испытания для каждого испытуемого рассчитывалась оценка объема его кратковременной памяти по формуле:

$$V = A + m/n + K/2, \quad (2.1.5.1)$$

где A — длина наибольшего ряда, воспроизведенного испытуемым правильно во всех сериях;

n — количество серий зачитывавшихся цифровых рядов;

m — количество правильно воспроизведенных рядов с длиной больше A ;

K — временной интервал между зачитывавшимися рядами.

Для каждого испытуемого оценка объема его кратковременной памяти вносилась в строку сводной таблицы, содержащую сведения о данном испытуемом.

Этап IV. Получение прогнозных оценок принятия решений

На четвертом этапе эмпирического исследования по данным, полученным от испытуемых на первых трех этапах исследования, производился расчет прогнозных оценок по различным математическим моделям принятия решения, а также проверка гипотез исследования.

Для модели простого сложения прогнозная оценка по смартфону получалась путем суммирования всех оценок, выставленных испытуемым его характеристикам. Следует отметить, что при суммировании N характеристик, оцененных по шкале от 0 до 100 баллов, их сумма лежит в диапазоне от 0 до $100 \cdot N$ баллов. Поскольку в ходе обработки данных, полученных по испытуемым, исходные оценки N характеристик были предварительно переведены из шкалы $[0; 100]$ в шкалу $[0; 1]$, их сумма лежала в диапазоне $[0; N]$. Чтобы получить итоговую прогнозную оценку, лежащую в диапазоне $[0; 1]$, сумма оценок, рассчитанная по всем N характеристикам смартфона, делилась на их количество.

Для модели взвешенного сложения прогнозная оценка по смартфону получалась путем суммирования взвешенных оценок характеристик, при помощи которых было составлено его описание. Для этого оценка соответствия характеристики смартфона требованиям испытуемого, переведенная в ходе предварительной обработки исходных данных из шкалы $[0; 100]$ в шкалу $[0; 1]$, умножалась на ее весовой коэффициент — нормированную оценку значимости характеристики. Итоговая прогнозная оценка для смартфона получалась путем суммирования произведений, рассчитанных указанным способом по всем характеристикам, по которым испытуемый оценивал смартфон.

Для получения прогнозных оценок смартфонов по авторской математической модели принятия решений, приведенные к шкале $[0; 1]$ оценки характеристик, полученные на третьем этапе исследования, и нормированные оценки их значимостей загружались в разработанную автором компьютерную систему. Система просчитывала вероятность выбора испытуемым различных последовательностей рассмотрения характеристик смартфона и для каждой последовательности оценивала по модели взвешенного сложения вероятность того, что испытуемый на основе рассмотренных им характеристик сделает выбор в пользу данного смартфона. Сумма оценок по всем последовательностям система выдавала в качестве прогнозной оценки восприятия испытуемым рассматриваемого смартфона.

Для получения прогнозных оценок смартфонов по каждому испытуемому с учетом ограничения, которое накладывает объем кратковременной памяти испытуемого на процесс принятия им решения, в разработанной компьютерной системе была предусмотрена возможность задания объема кратковременной памяти испытуемого. В качестве значения данного параметра указывалась оценка, полученная по результатам прохождения испытуемым тестирования по методике Джекобса. Перед загрузкой в систему полученная оценка предварительно округлялась в меньшую сторону до ближайшего целого числа. В результате при расчете прогнозных оценок по смартфону компьютерная система ограничивала длину рассматриваемых последовательностей характеристик заданным значением.

Далее каждый набор из пяти прогнозных оценок рассматриваемых смартфонов, полученный по каждой из четырех математических моделей, оценивался на степень его близости к набору оценок, которые испытуемый выставил пяти смартфонам. Для этого использовалась формула коэффициента точности аппроксимации (приближения):

$$TA = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{\sum_{i=1}^n |Y_i|}, \quad (2.1.5.2)$$

где n — количество оцениваемых смартфонов;

Y_i — оценка, выставленная i -му смартфону;

\hat{Y}_i — прогнозная оценка i -го смартфона, полученная по результатам математического моделирования процесса принятия решения испытуемым.

В результате по каждому испытуемому были получены четыре оценки точности аппроксимации (приближения) его ответов четырьмя указанными математическими моделями. Данные оценки были внесены в строку сводной таблицы, в которой были записаны анкетные сведения по данному испытуемому.

2.2 Описание и анализ полученных результатов

2.2.1 Характеристика точности математических моделей

В приложении 5 представлена таблица, содержащая основные данные, полученные в ходе исследования, в том числе — оценки точности математических моделей принятия решений, полученные по каждому испытуемому.

На основе данной таблицы были рассчитаны средние оценки точности каждой из использованных математических моделей принятия решений. Оценка среднего точности модели простого сложения составила 70.73%, модели взвешенного сложения — 70.58%, авторской модели — 70.46%, авторской модели, учитывающей объем кратковременной памяти испытуемого, — 70.37%.

Чтобы определить диапазон, в котором будет лежать большая часть оценок точности модели, распределение значений оценок точности каждой модели предварительно было проверено на нормальность по критерию хи-квадрат Пирсона.

Для модели простого сложения уровень значимости составил $p = 0.12$, для модели взвешенного сложения $p = 0.35$, для авторской модели $p = 0.44$, для авторской модели, учитывающей объем кратковременной памяти испытуемого, $p = 0.43$. Все значения критериев значимости превысили уровень статистической значимости критерия $p = 0.05$. На основании этого был сделан вывод о том, что значения оценок, полученные по каждой из исследуемых математических моделей принятия решения, можно считать распределенными по нормальному закону.

Известно, что для нормального распределения отклонение от среднего в пределах величины его стандартного отклонения охватывает 68.2% элементов генеральной совокупности. В пределах двух стандартных отклонений от среднего лежит 95.4% элементов генеральной совокупности. В свою очередь,

«правило трех сигм» гласит, что в пределы трех стандартных отклонений от среднего попадут 99.7% элементов генеральной совокупности.

На основе указанных закономерностей для каждой исследуемой математической модели принятия решений были определены диапазоны варьирования точности получаемых с ее помощью прогнозов (табл. 2.2.1.1).

Таблица 2.2.1.1

Интервальные оценки точности математических моделей принятия решения

| | Простое сложение, % | Взвешенное сложение, % | Авторская модель (без учета объема памяти), % | Авторская модель (с учетом объема памяти), % |
|----------------------------------|---------------------|------------------------|---|--|
| Среднее, М | 70.73 | 70.58 | 70.46 | 70.37 |
| Стандартное отклонение, σ | 16.93 | 16.75 | 16.87 | 17.02 |
| 68.2% выборки, $M \pm \sigma$ | 53.8-87.66 | 53.82-87.33 | 53.59-87.34 | 53.36-87.39 |
| 95.4% выборки, $M \pm 2\sigma$ | 36.88-100 | 37.07-100 | 36.71-100 | 36.34-100 |
| 99.7% выборки, $M \pm 3\sigma$ | 19.95-100 | 20.31-100 | 19.84-100 | 19.33-100 |

Точность более чем двух третей прогнозов, полученных при помощи модели простого сложения, составит 53.8%-87.66%, при помощи модели взвешенного сложения — 53.82%-87.33%, при помощи авторской модели — 53.59%-87.34%, при помощи авторской модели, учитывающей объем кратковременной памяти испытуемого, — 53.36%-87.39%.

В большинстве же случаев (95.4%) точность прогнозов модели простого сложения будет варьироваться в диапазоне 36.88%-100%, модели взвешенного сложения — в диапазоне 37.07%-100%, авторской модели — в диапазоне 36.71%-100%, авторской модели, учитывающей объем кратковременной памяти испытуемого, — в диапазоне 36.34%-100%.

Как видно из последней строки табл. 2.2.1.1, минимальная точность прогнозов, получаемых при помощи исследуемых математических моделей, составляет примерно 20%. При этом оценка средней точности прогнозов,

полученных по выборке испытуемых, для всех математических моделей составила примерно 70.5%. Косвенно это может свидетельствовать о том, что более сложные модели принятия решения ненамного превосходят по точности модель простого сложения. Тем не менее, это предположение требует статистической проверки, поскольку, как видно из диаграмм, приведенных в приложении 6, для отдельных испытуемых точность прогнозирования по модели простого сложения оказывалась существенно меньше (более чем на 10%) точности оценок, получаемых при помощи модели взвешенного сложения, или, наоборот, существенно больше (приложение 5). Для проверки гипотезы о равенстве средних оценок точности исследуемых математических моделей был использован критерий t-Стьюдента для двух зависимых выборок.

В табл. 2.2.1.2 приведены эмпирические значения критерия, полученные при попарном сравнении средних исследуемых моделей.

Таблица 2.2.1.2

Значения критерия t-Стьюдента, полученные при попарном сравнении средних оценок точности математических моделей принятия решения

| | Простое сложение | Взвешенное сложение | Авторская модель (без учета объема памяти) | Авторская модель (с учетом объема памяти) |
|--|------------------|---------------------|--|---|
| Простое сложение | — | 0.24 | 0.33 | 0.44 |
| Взвешенное сложение | 0.24 | — | 0.51 | 0.84 |
| Авторская модель (без учета объема памяти) | 0.33 | 0.51 | — | 0.89 |
| Авторская модель (с учетом объема памяти) | 0.44 | 0.84 | 0.89 | — |

Для выборки данного объема и уровня значимости $p = 0.05$ критическое значение $t_{кр}$ критерия t-Стьюдента равняется 2.01, для уровня значимости $p = 0.1$ значение $t_{кр}$ равняется 1.68. В обоих случаях ни одно из эмпирических

значений критерия t-Стьюдента, рассчитанных для пар исследуемых математических моделей, не превысило критическое значение.

По результатам проведенной проверки можно сделать заключение, что средние оценки точности исследуемых математических моделей принятия решения равны между собой при вышеуказанных уровнях значимости.

2.2.2 Анализ влияния пола на точность прогноза

Как было отмечено выше, в ряде случаев имеет место существенное расхождение в оценках точности различных моделей, полученных по отдельным испытуемым. Можно предположить, что указанное расхождение связано с влиянием неучтенного группирующего фактора, например, пола испытуемых. В связи с этим процедура анализа полученных в ходе эмпирического исследования данных была повторена с целью проверки гипотезы о том, что на точность прогнозных оценок, получаемых при помощи исследуемых математических моделей, оказывал влияние пол испытуемого.

Таблица оценок, полученных по испытуемым женского пола, и соответствующая ей диаграмма приведены, соответственно, в приложениях 5 и 6.

В табл. 2.2.2.1 приведены средние оценки точности исследуемых математических моделей принятия решений, полученные по испытуемым женского пола. Оценка среднего точности модели простого сложения составила 70,59%, модели взвешенного сложения — 70,47%, авторской модели — 70,36%, авторской модели, учитывающей объем кратковременной памяти испытуемого, — 70,17%.

Распределение оценок точности, полученных по каждой математической модели, было проверено на нормальность распределения по критерию хи-квадрат Пирсона. Для модели простого сложения уровень значимости составил $p = 0.14$, для модели взвешенного сложения $p = 0.12$, для авторской модели $p = 0.14$, для авторской модели, учитывающей объем кратковременной памяти испытуемого, $p = 0.28$. Все значения критериев значимости превысили уровень

статистической значимости критерия $p = 0.05$. Можно сделать вывод, что для всех исследуемых математических моделей значения оценок точности их прогнозов распределены по нормальному закону.

Таблица 2.2.2.1

Оценки точности математических моделей принятия решения (женщины)

| | Простое сложение, % | Взвешенное сложение, % | Авторская модель (без учета объема памяти), % | Авторская модель (с учетом объема памяти), % |
|----------------------------------|---------------------|------------------------|---|--|
| Среднее, М | 70.59 | 70.47 | 70.36 | 70.17 |
| Стандартное отклонение, σ | 16.34 | 16.03 | 15.95 | 16.22 |
| 68.2% выборки, $M \pm \sigma$ | 54.27-86.93 | 54.44-86.5 | 54.4-86.3 | 53.95-86.4 |
| 95.4% выборки, $M \pm 2\sigma$ | 37.92-100 | 38.42-100 | 38.46-100 | 37.72-100 |
| 99.7% выборки, $M \pm 3\sigma$ | 21.58-100 | 23.39-100 | 22.5-100 | 21.5-100 |

Для 68.2% испытуемых точность прогнозирования их восприятия оцениваемых объектов будет лежать в диапазоне 54.27%-86.93% для модели простого сложения, 54.44%-86.5% — для модели взвешенного сложения, 54.4%-86.3% — для модели авторской, 53.95%-86.4% — для модификации авторской модели, учитывающей объем кратковременной памяти испытуемого.

Большая часть прогнозов (95.4%), полученных при помощи модели простого сложения, будут иметь точность в пределах 37.92%-100%. Для модели взвешенного сложения точность будет лежать в интервале 38.42%-100%, для авторской модели — 38.46%-100%, для авторской модели, учитывающей объем кратковременной памяти, — 37.72%-100%.

В 99,7% случаев оценка точности модели простого сложения составляет не менее 21.58%, модели взвешенного сложения — не менее 23.39%, авторской модели — не менее 22.5%, ее модификации, учитывающей объем кратковременной памяти испытуемого, — не менее 21.5%.

В ходе проверки гипотезы о равенстве средних оценок точности исследуемых математических моделей были получены эмпирические оценки критерия t-Стьюдента для двух зависимых выборок, приведенные в табл. 2.2.2.2.

Таблица 2.2.2.2

Значения критерия t-Стьюдента, полученные при попарном сравнении средних оценок точности математических моделей принятия решения (женщины)

| | Простое сложение | Взвешенное сложение | Авторская модель (без учета объема памяти) | Авторская модель (с учетом объема памяти) |
|--|------------------|---------------------|--|---|
| Простое сложение | — | 0.19 | 0.27 | 0.47 |
| Взвешенное сложение | 0.19 | — | 0.42 | 0.93 |
| Авторская модель (без учета объема памяти) | 0.27 | 0.42 | — | 1.04 |
| Авторская модель (с учетом объема памяти) | 0.47 | 0.93 | 1.04 | — |

Для выборки данного объема и уровня значимости $p = 0.05$ критическое значение $t_{кр}$ критерия t-Стьюдента равняется 2.06, для уровня значимости $p = 0.1$ значение $t_{кр}$ равняется 1.71. Ни одно из полученных эмпирических значений критерия t-Стьюдента не превысило критическое значение. *На основании этого можно сделать вывод о равенстве средних оценок точности математических моделей, полученных на основе выборки испытуемых женского пола.*

По выборке испытуемых мужского пола таблица оценок точности полученных для них прогнозов и соответствующая ей диаграмма приведены в приложении 5 и в приложении 6, соответственно.

В табл. 2.2.2.3 представлены полученные по указанной выборке средние оценки точности исследуемых математических моделей принятия решений.

Точность модели простого сложения в среднем составила 70,91%, модели взвешенного сложения — 70,72%, авторской модели — 70,6%, авторской модели, учитывающей объем кратковременной памяти испытуемого, — 70,63%.

Таблица 2.2.2.3

Оценки точности математических моделей принятия решения (мужчины)

| | Простое сложение, % | Взвешенное сложение, % | Авторская модель (без учета объема памяти), % | Авторская модель (с учетом объема памяти), % |
|----------------------------------|---------------------|------------------------|---|--|
| Среднее, М | 70.91 | 70.72 | 70.6 | 70.63 |
| Стандартное отклонение, σ | 18.09 | 18.08 | 18.43 | 18.42 |
| 68.2% выборки, $M \pm \sigma$ | 52.82-89 | 52.64-88.8 | 52.17-89.03 | 52.21-89.05 |
| 95.4% выборки, $M \pm 2\sigma$ | 34.72-100 | 34.56-100 | 33.74-100 | 33.79-100 |
| 99.7% выборки, $M \pm 3\sigma$ | 16.63-100 | 16.48-100 | 15.31-100 | 15.37-100 |

В ходе проверки нормальности распределения оценок точности по критерию хи-квадрат Пирсона для модели простого сложения была получена оценка уровня значимости $p = 0.53$, для модели взвешенного сложения — $p = 0.77$, для авторской модели — $p = 0.44$, для авторской модели, учитывающей объем кратковременной памяти испытуемого, — $p = 0.44$. *Поскольку все полученные значения критериев значимости превысили уровень статистической значимости критерия $p = 0.05$, был сделан вывод о нормальности распределений оценок точности прогнозов, полученных по каждой из исследуемых математических моделей принятия решений.*

Для большей части выборки испытуемых мужского пола (68.2%) точность полученных прогнозов лежит в диапазоне 52.82%-89% для модели простого сложения, 52.64%-88.8% — для модели взвешенного сложения, 52.17%-89.03% — для модели авторской, 52.21%-89.05% — для ее модификации, учитывающей объем кратковременной памяти испытуемого.

Основываясь на данных, полученных по 95.4% испытуемых, можно ожидать, что при прогнозировании с использованием модели простого сложения, точность полученного прогноза будет лежать в интервале 34.72%-100%, для модели взвешенного сложения ожидаемый диапазон точности составит 34.56%-100%, для авторской модели — 33.74%-100%, при учете объема кратковременной памяти, — 33.79%-100%.

В целом для всей выборки испытуемых (99,7%) точность прогнозов для модели простого сложения составила не менее 16.63%, для модели взвешенного сложения — не менее 16.48%, для авторской модели — не менее 15.31%, для ее модификации, учитывающей объем кратковременной памяти испытуемого, — не менее 15.37%.

Гипотеза о равенстве средних оценок точности исследуемых математических моделей, полученных по испытуемым мужского пола, была подтверждена, о чем свидетельствуют эмпирические оценки критерия t-Стьюдента для двух зависимых выборок, приведенные в табл. 2.2.2.4.

Таблица 2.2.2.4

Значения критерия t-Стьюдента, полученные при попарном сравнении средних оценок точности математических моделей принятия решения (мужчины)

| | Простое сложение | Взвешенное сложение | Авторская модель (без учета объема памяти) | Авторская модель (с учетом объема памяти) |
|--|------------------|---------------------|--|---|
| Простое сложение | — | 16.26 | 20.3 | 0.18 |
| Взвешенное сложение | 0.16 | — | 0.3 | 0.22 |
| Авторская модель (без учета объема памяти) | 0.2 | 0.3 | — | 1.46 |
| Авторская модель (с учетом объема памяти) | 0.18 | 0.22 | 1.46 | — |

При данном объеме выборки критическое значение $t_{кр}$ критерия t-Стьюдента равняется 2.09 при уровне значимости $p = 0.05$, для уровня

значимости $p = 0.1$ значение $t_{кр}$ равняется 1.72. Ни одно из эмпирических значений критерия t-Стьюдента, представленных в табл. 2.2.2.4, не превысило указанные критические значения. На основании этого можно сделать вывод о том, что для испытуемых мужского пола средние оценки точности исследуемых математических моделей можно считать равными.

2.3 Обсуждение полученных результатов

2.3.1 Общие выводы по результатам исследования

Результаты проведенного эмпирического исследования позволили определить точность прогнозных оценок вариантов принятия решения, получаемых при помощи различных математических моделей принятия решения. Средняя оценка точности моделей составила 70%, что позволяет сделать вывод об их пригодности для моделирования процессов принятия решения. В то же время, несущественные различия в оценках точности исследуемых математических моделей позволяют сделать вывод о целесообразности получения прогнозов с использованием модели простого сложения, как наиболее простой по объему вычислений. При этом точность большинства полученных прогнозов составит не менее 37%, для двух третей прогнозов — не менее 53%.

Отдельного исследования требует выяснение причин незначительности различий в оценках точности исследуемых математических моделей. Можно предположить, что на результат принятия решения оказывают влияние неучтенные факторы и особенности изучаемого процесса.

2.3.2 Пол испытуемого как фактор, влияющий на точность прогноза

По результатам проведенного исследования было выявлено, что для мужчин и женщин исследуемые математические модели принятия решений в среднем выдают прогнозы равной точности. Однако для испытуемых мужского пола имеет место больший разброс в точности применяемых математических

моделей, чем для испытуемых женского пола. Это может быть объяснено тем, что женщины по своей природе более консервативны и сильнее придерживаются определенной линии поведения. Как следствие, оценки точности математических моделей, полученные по испытуемым женского пола, оказались ближе к средней оценке, чем у испытуемых мужского пола. Для мужчин характерен больший диапазон разброса оценок точности получаемых для них прогнозов, что отражает их стремление к экспериментированию, варьированию способов решения поставленных задач.

Таким образом, можно сделать вывод, что пол ЛПР является фактором, влияющим на величину доверительного интервала, в котором будет лежать оценка точности полученного прогноза. Однако при построении прогноза предпочтений для группы ЛПР средняя точность прогноза будет постоянной, независимо от их пола.

2.3.3 Связь полученных результатов с гипотезами исследования

По результатам анализа полученных данных гипотеза исследования Н0 была опровергнута — при оценивании смартфонов испытуемые воспринимали выделенные ими критерии как равнозначимые вопреки оценкам значимости, заявленным ими на втором этапе исследования. В свою очередь, гипотеза исследования Н1 была подтверждена — испытуемые игнорировали заявленную ими значимость характеристик смартфонов при выставлении им общей оценки. Для моделей простого и взвешенного сложения были получены близкие оценки среднего и разброса точности получаемых с их помощью прогнозов. *Полученные результаты противоречат устоявшемуся в теории принятия решения убеждению, что ЛПР активно использует приоритеты характеристик рассматриваемых им вариантов при принятии решения. Проведенное исследование показало, что при использовании равных весовых коэффициентах характеристик точность получаемого прогноза не снижается и соответствует точности прогноза, получаемого с учетом системы приоритетов, проставленных ЛПР характеристикам вариантов.* На

основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что *люди, заявляя на словах о своих приоритетах, по факту зачастую не пользуются ими*. Возможно, стремясь учесть все характеристики рассматриваемых вариантов решения, они оказываются не в состоянии оперировать их значимостью. Описанную ситуацию часто можно наблюдать в повседневной жизни людей, которые стремятся успевать во всем вместо того, чтобы определить приоритеты поставленных перед собой задач и следовать им. Возможные последствия несоблюдения приоритетов кратко отражены в народной пословице: «За двумя зайцами погонишься — ни одного не поймаешь».

Полученное расхождение между заявленной значимостью характеристик для испытуемых и ее фактическим игнорированием также может быть объяснено эффектом, открытым в 1934 году американским психологом Р. Лапьером, который установил, что поведение человека в гипотетической ситуации зачастую расходится с его поведением в реальной ситуации [Плаус, 1998]. Вероятно, установки испытуемых касательно значимости характеристик абстрактных смартфонов, выявленные в ходе на втором этапе исследования, не проявили себя на практике, когда испытуемые оценивали по этим характеристикам конкретные смартфоны.

Отсутствие учета большинством испытуемых значимости характеристик в процессе оценивания ими смартфонов, вероятно, повлияло на точность прогнозов, получаемых при помощи авторской математической модели принятия решения, в основе которой лежит предположение, что испытуемый использует только часть из всего множества характеристик для оценивания рассматриваемых им вариантов, учитывая при отборе характеристик их значимость для него. *В результате гипотеза исследования H2 о том, что заявленная значимость критерия влияет на вероятность его использования ЛПП в процессе принятия решения, не подтвердилась*. Поскольку в процессе оценивания смартфонов испытуемые не придерживались указанных ими приоритетов характеристик, оценки смартфонов, полученные при помощи

авторской модели принятия решения, как и оценки, полученные по модели взвешенного сложения, оказались близки к оценкам модели простого сложения. Тем не менее, по отдельным испытуемым (с номерами 1, 5, 11, 17, 19, 24, 27, 28, 31, 35, 37, 41, 44) точность прогнозов, полученных по авторской математической модели, превзошла точность прогнозов, полученных при помощи моделей простого и взвешенного сложения (приложение 5, приложение 6). Это свидетельствует о *возможности повышения точности получаемых прогнозов путем использования предложенной автором математической модели принятия решения вместо классических математических моделей.*

Результаты, схожие с описанными выше, были получены при проверке точности прогнозов, получаемых при помощи модифицированного варианта авторской модели принятия решения, учитывающего объем кратковременной памяти ЛПР. Ограничение количества характеристик, используемых при расчете прогнозных оценок смартфонов, объемом кратковременной памяти не привело к повышению прогностической способности авторской математической модели принятия решений.

Однако следует заметить, что для многих испытуемых, количество указанных ими характеристик не превышало объем их кратковременной памяти. Для этих испытуемых оценки, получаемые при помощи обеих версий авторских моделей, оказались равны. Можно сделать вывод, что количество характеристик смартфонов, указанных испытуемыми на первом этапе исследования, испытывало влияние ограниченности объема их кратковременной памяти — испытуемые смогли выделить в абстрактном смартфоне примерно столько характеристик, сколько позволили возможности их кратковременной памяти.

Можно предположить, что влияние объема кратковременной памяти испытуемых проявилось бы при повышении сложности задачи принятия решения, например, при сравнении смартфонов друг с другом.

Как следствие, можно утверждать, что гипотеза НЗ подтвердилась лишь отчасти — требуется проведение дополнительных исследований влияния объема кратковременной памяти на принимаемое ЛПР решение.

То, что гипотеза НЗ не была полностью подтверждена, также может быть связано со сложностью процессов принятия решения, затрагивающих помимо кратковременной и другие виды памяти ЛПР. Вероятно, учет объема кратковременной памяти является недостаточным для повышения точности прогнозирования принимаемого ЛПР решения.

В связи с вышесказанным нельзя однозначно утверждать, что объем кратковременной памяти не влияет на результаты принятия решения. Задача моделирования столь сложного процесса, каковым является процесс принятия решения, требует проведения дополнительных исследований с целью более детального изучения лежащих в его основе закономерностей.

Выводы по главе 2

В проведенном эмпирическом исследовании проверялись три гипотезы, в основе которых лежали предположения о закономерностях процесса принятия решения ЛПР. В ходе исследования были собраны и проанализированы данные, характеризующие процесс принятия решения испытуемыми.

Результаты проведенного эмпирического исследования показали, что ЛПР, оценивая варианты решения, игнорирует заявленную им значимость их характеристик, на практике воспринимая их как равнозначимые, что может быть объяснено результатом проявления эффекта Лапьера. Также по результатам исследования был сделан вывод о необходимости проведения дополнительных исследований влияния объема кратковременной памяти на принимаемое ЛПР решение.

В ходе проведенного эмпирического исследования также были получены оценки точности рассматриваемых математических моделей принятия решения, свидетельствующие о возможности их использования при построении прогнозов поведения ЛПР в ситуациях принятия решений. Полученные

результаты исследования будут полезны при решении задач, связанных с прогнозированием различных социальных процессов, например, распределения предпочтений потребителей товаров и услуг, голосов электората между кандидатурами на выборные должности, общественного мнения по социально значимым вопросам. В то же время, незначительные отличия в оценках точности, получаемых при помощи различных математических моделей принятия решения, дают основание сделать вывод о том, что процесс принятия решения является достаточно сложным по своей структуре. На принятие решения ЛПР оказывает влияние множество факторов, начиная от воздействий окружающей среды и заканчивая психологическими характеристиками самого ЛПР. В связи с этим необходимо продолжать исследования в области изучения процессов принятия решения, совершенствовать математические модели принятия решения и повышать их прогностическую способность.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее исследование было направлено на определение прогностической способности математических моделей принятия решений и выявление особенностей выбора ЛПР решения поставленной задачи. В ходе исследования были решены поставленные задачи по изучению феноменологии принятия решения и анализу научной литературы, посвященной принятию многокритериальных решений ЛПР и проблеме их прогнозирования, определены гипотезы исследования.

Для проверки выдвинутых гипотез было спланировано эмпирическое исследование, выбраны его методы, определена выборка испытуемых, организован и проведен сбор эмпирических данных, на основании статистической обработки собранных данных и анализа полученных результатов были сделаны выводы по выдвинутым гипотезам.

По результатам проверки прогностической способности исследуемых математических моделей была опровергнута гипотеза Н₀ — при выставлении оценок вариантам решения ЛПР не учитывает заявленную им значимость критериев их оценивания.

Гипотеза Н₁ была подтверждена — при выставлении оценок вариантам решения ЛПР игнорирует заявленную им значимость критериев их оценивания.

Гипотеза Н₂ о том, что заявленная значимость критерия определяет вероятность его использования ЛПР в процессе оценивания вариантов, была опровергнута.

Была опровергнута гипотеза Н₃ о том, что объем кратковременной памяти ЛПР влияет на его оценки рассматриваемых вариантов.

Результаты, на основании которых была подтверждена гипотеза Н₁ и опровергнуты гипотезы Н₀, Н₂ и Н₃, были получены в ходе сопоставления ответов испытуемых с их прогнозами, получаемыми по модели простого сложения, модели взвешенного сложения, авторской модели принятия решения и ее модификации, учитывающей объем кратковременной памяти ЛПР.

В результате был сделан вывод о том, что препятствием на пути к получению точных прогнозных оценок для вариантов решений является эффект Лапьера — ЛПР игнорирует заявленную им значимость критериев, по которым он оценивает рассматриваемые варианты решения. Как следствие, заявленная значимость критерия не соответствовала вероятности его использования ЛПР в процессе оценивания вариантов. При этом было выявлено, что объем кратковременной памяти ЛПР слабо влияет на исход процесса принятия решения, что может быть обусловлено сложностью процесса участия различных видов памяти ЛПР в принятии решения, которая не была в достаточной мере отражена в созданной автором математической модели.

Перспективами развития результатов, полученных в ходе проведения эмпирического исследования, являются:

- исследование специфики протекания процесса сравнения ЛПР нескольких вариантов решения;

- исследование особенностей протекания процесса выбора одного из нескольких вариантов решения ЛПР, учитывающим возможность отказа от всех сопоставляемых вариантов;

- исследование влияния объема кратковременной памяти на результаты решения ЛПР задач большой размерности (задач сравнения и выбора нескольких вариантов решения по множеству критериев);

- совершенствование средств сбора исходных данных о процессах принятия решения ЛПР (улучшение существующих и разработка новых опросных бланков);

- совершенствование средств обработки данных о процессах принятия решения ЛПР (создание компьютерных программ, позволяющих автоматизировать формирование опросных бланков, ускорить прохождение испытуемыми всех этапов исследования и обработку полученных по ним данных).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешина, И.В. Поведение потребителей / И.В. Алешина. — М.: Экономистъ, 2006. — 525 с.
2. Аппель, И.В. jThinker — среда визуализации мыслительных процессов в теории организаций / И.В. Аппель // Свободное программное обеспечение в образовании: сборник трудов Всероссийской конференции (г. Челябинск, 25-26 марта 2009 г.). — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. — С. 31-35.
3. Ахтулова, Л.Н. Особенности процесса принятия управленческих решений в организации / Л.Н. Ахтулова, А.Л. Ахтулов, А.В. Леонова, А.В. Овсянников // Омский научный вестник. — 2014. — №3 (129). — С.35-40.
4. Бабичев, Д.А. К дискуссии о механизме принятия решений о проведении негласных следственных (розыскных) действий / Д.А. Бабичев // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. — 2013. — №2. — С. 62-64.
5. Багиев, Г.Л. Основы проведения маркетинговых исследований / Г.Л. Багиев, А.А. Алексеев. — М.: Финпресс, 2001. — 180 с.
6. Беркун, С. Искусство управления IT-проектами / С. Беркун. — СПб.: Питер, 2011. — 432 с.
7. Блэкуэлл, Р. Поведение потребителей / Р. Блэкуэлл, П. Миниард, Дж. Энджел. — СПб.: ООО «Питер Пресс», 2007. — 944 с.
8. Бронникова, Т.С. Маркетинг / Т.С. Бронникова, А.Г. Чернявский. — М.: Приор, 2001. — 128 с.
9. Гиппенрейтер, Ю.Б. Психология памяти / Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Я. Романов. — М.: ЧеРо, 2002. — 816 с.
10. Голубков, Е.П. Маркетинг: выбор лучшего решения / Е.П. Голубков, Е.Н. Голубкова, В.Д. Секерин. — М.: Экономика, 1993. — 222 с.
11. Голубков, Е.П. Маркетинговые исследования: теория, методология и практика / Е.П. Голубков. — М.: Дело и сервис; Финпресс, 2008. — 496 с.

12. Досуужева, Е.В. Системный подход к разработке управленческих решений при инвестировании / Е.В. Досуужева, Ю.В. Кириллов // Интернет-журнал «Науковедение». — 2014. — №2 (21). — С. 1-14.
13. Емельянов, С.В., Ларичев, О.И. Многокритериальные методы принятия решений / С.В. Емельянов, О.И. Ларичев. — М.: Знание, 1985. — 32 с.
14. Каменева, И.П. Вероятностные модели репрезентации знаний в интеллектуальных системах принятия решений / И.П. Каменева // Искусственный интеллект. — 2005. — № 3. — С. 399-409.
15. Канеман Д., Словик П., Тверски А. Принятие решений в неопределенности. Правила и предубеждения / Д. Канеман, П. Словик, А. Тверски. — Харьков: Издательство Институт прикладной психологии «Гуманитарный Центр», 2014. — 544 с.
16. Каталевский, Д.Ю. Моделирование поведения потребителей / Д.Ю. Каталевский, В.В. Солодов, К.К. Кравченко // Искусственные общества». - Том 7. - № 1-4. - 2012. - С. 34-59.
17. Киреева, О.В. Субъектность личности в ситуации выбора: на примере выбора старшеклассниками высшего учебного заведения: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.01 / О.В. Киреева. — Краснодар, 2007. — 186 с.
18. Козелецкий, Ю. Психологическая теория решений / Ю.Козелецкий. — М.: Прогресс, 1979. — 504 с.
19. Коротков, А.В. Маркетинговые исследования / А.В. Коротков. — М.: Юнити-Дана, 2005. — 304 с.
20. Красновская, А.Р. Психологическая структура принятия решения в ситуациях экономического риска / А.Р. Красновская, Н.А. Коваль // Вестник Томского государственного университета. — 2009. — № 329. — С. 174-178.
21. Крылов, А.А. Практикум по экспериментальной, общей и прикладной психологии / А.А. Крылов, С.А. Маничев. — СПб.: Питер, 2003. — 560 с.

22. Кузнецов, О.П. Интеллектуализация поддержки управляющих решений и создание интеллектуальных систем / О.П. Кузнецов // Проблемы управления. — 2009. — № 3.1. — С. 64-72.
23. Кулагин, О.А. Принятие решений в организациях / О.А. Кулагин. — СПб.: Изд. дом «Сентябрь», 2001. — 148 с.
24. Лапыгин, Ю.Н. Управленческие решения / Ю.Н. Лапыгин, Д.Ю. Лапыгин. — М.: Эксмо, 2009. — 448 с.
25. Ларичев, О.И. Наука и искусство принятия решений / О.И. Ларичев. — М.: Наука, 1979. — 200 с.
26. Леньков, Р.В. Социальное прогнозирование и проектирование / Р.В. Леньков. — М.: ЦСП и М, 2013. — 192 с.
27. Логуа, Р.А. Детализация процесса принятия решений по управлению проблемными ситуациями на региональном уровне / Р.А. Логуа, И.А. Хасаншин // Основы экономики, управления и права. — 2012. — 3 (3). — С. 12-16.
28. Мандрикова, Е.Ю. Виды личностного выбора и их индивидуально-психологические предпосылки: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.01 / Мандрикова Елена Юрьевна. — М., 2006. — 166 с.
29. Петровский, А.Б. Теория принятия решений / А.Б. Петровский. — М.: Издательский центр «Академия», 2009. — 400 с.
30. Плаус, С. Психология оценки и принятия решений / С. Плаус. — М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 1998. — 368 с.
31. Подиновский, В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений / В.В. Подиновский. — М.: Физматлит, 2007. — 64 с.
32. Посыпанова, О.С. Экономическая психология: психологические аспекты поведения потребителей / О.С. Посыпанова. — Калуга: Изд-во КГУ им. К.Э. Циолковского, 2012. — 296 с.

- 33.Пушкарев, А.Н. Математическое и имитационное моделирование процесса экспертного оценивания объектов: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.18 / А.Н. Пушкарев. — Тюмень, 2013. — 121 с.
- 34.Пушкарев, А.Н. Математическое моделирование процессов принятия решений в условиях многокритериального выбора / А.Н. Пушкарев // Математическое и информационное моделирование: сборник научных трудов. Вып. 14. — Тюмень: Издательство ТюмГУ, 2015. — С. 230-237.
- 35.Пьянков, О.В. Оптимизация процессов принятия решений в ситуационных центрах органов внутренних дел / О.В. Пьянков, М.С. Романов // Вестник Воронежского института МВД России. — 2014. — №1. — С. 124-134.
- 36.Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.
- 37.Сеславин, А.И., Сеславина, Е.А. Оптимизация и математические методы принятия решений / А.И. Сеславин, Е.А. Сеславина. — М.: Изд-во Московского государственного университета путей сообщения, 2011. — 152 с.
- 38.Симонов, К.В. Политический анализ / К.В. Симонов. — М.: Логос, 2002. — 152 с.
- 39.Спиридонов, В.Ф. Новые методы изучения мыслительных процессов / В.Ф. Спиридонов // Психология. Журнал Высшей школы экономики. — 2013. — Т. 10. — № 4. — С. 5-38.
- 40.Сорина, Г.В. Принятие решений как интеллектуальная деятельность / Г.В. Сорина. — М.: «Канон +»; РООИ «Реабилитация», 2009. — 272 с.
- 41.Стрелков, Ю.К. Инженерная и профессиональная психология / Ю.К. Стрелков. — М: Академия, Высшая школа, 1998. — 289 с.
- 42.Тоценко, В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений: Алгоритмический аспект / В.Г. Тоценко. — Киев: Наукова думка, 2002. — 381 с.

43. Трофимова, Л.А. Управленческие решения (методы принятия и реализации) / Л.А. Трофимова, В.В. Трофимов. — СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2011. — 198 с.
44. Трухаев, Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности / Р.И. Трухаев. — М.: Наука, 1981. — 258 с.
45. Фатхутдинов, Р.А. Управленческие решения / Р.А. Фатхутдинов. — М.: ИНФРА-М, 2002. — 314 с.
46. Черноруцкий, И.Г. Методы принятия решений / И.Г. Черноруцкий. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. — 416 с.
47. Чумакова, М.А. Личностные предпосылки рационального выбора в условиях неопределённости: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.01 / М.А. Чумакова. — М., 2010. — 185 с.
48. Эддоус, М. Методы принятия решений / М. Эддоус, Р. Стэнсфилд. — М.: Аудит, ЮНИТИ, 1997. — 590 с.
49. Юдин, Д.Б. Вычислительные методы теории принятия решений / Д.Б. Юдин. — М.: Наука, 1989. — 320 с.
50. Ajzen, I. Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior / I. Ajzen, M.A. Fishbein. — Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1980. — 518 p.
51. Fishbein, M.A. Belief, Attitude, Intention and Behavior: An Introduction to Theory and Research / M.A. Fishbein, I. Ajzen. — Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 1975. — 578 p.
52. Fishbein, M.A. Attitude and the Prediction of Behavior / M.A. Fishbein // Readings in Attitude Theory and Measurement. — 1967. — P.477-492.
53. Rosenberg, M.J. A Structural Theory of Attitude Dynamics / M.J. Rosenberg // Public Opinion Quarterly. — 1960. — № 2. — P.319-340.
54. Rosenberg, M.J. Cognitive Structure and Attitudinal Effect / M.J. Rosenberg // Journal of Abnormal and Social Psychology. — 1956. — № 3. — P.367-372.

55. Moscow Business School. Программа «МВА-Start». Модуль 11. Стратегический маркетинг [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://mba.ru/mba-start> (дата обращения: 29.05.2016)
56. Анохина, Н. Проблемы прогнозирования электорального поведения избирателей России [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.protektgroup.ru/articles/I_2/I_2.htm (дата обращения: 29.05.2016)
57. Багликова, И. Как я выбирал суррогатную мать из 120 кандидаток [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://doctorpiter.ru/articles/3620/> (дата обращения: 29.05.2016)
58. Как я выбирал электротриммер (электрокосу) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://blogurt.ru/2010/10/kak-ya-vibiral-elektrokosu-elektrotrimmer/4/> (дата обращения: 29.05.2016)
59. Кулагин, О.А. Личностные факторы принятия управленческих решений [Электронный ресурс] / О.А. Кулагин. — Режим доступа: http://www.management-service.ru/article_07.php (дата обращения: 29.05.2016)
60. Римский, В.Л. Стратегическое планирование избирательной кампании [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.democracy.ru/library/practice/candidates/elplan/> (дата обращения: 29.05.2016)
61. Сараева, Е. Как мы передумали покупать увлажнитель [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://klubkom.net/posts/36311> (дата обращения: 29.05.2016)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Материалы этапа I эмпирического исследования

Бланк для формирования испытуемым перечня критериев оценивания объектов

| Критерии оценивания объектов группы «Смартфоны» |
|--|
| Укажите названия критериев, по которым вы оцениваете объекты рассматриваемой группы (количество критериев — на ваше усмотрение). |
| |
| |
| |
| |

Анкета испытуемого

| Анкетные данные | |
|---|--|
| Код анкеты (последние три цифры номера телефона) | |
| Пол | |
| Возраст (полных лет) | |
| Организация | |
| Отдел, группа | |
| Должность | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Материалы этапа II эмпирического исследования

Бланк для оценивания испытуемым значимости критериев оценивания объектов

| Бланк оценивания критериев | |
|--|---|
| <p>Напротив каждого критерия отметьте по шкале от 0 до 100 баллов, насколько значимым вы его считаете при выборе объектов группы «Смартфоны» (0 баллов — критерий абсолютно незначим, 100 баллов — критерий абсолютно значим).</p> | |
| Критерий оценивания объектов | Значимость критерия (по шкале от 0 до 100) |
| [Критерий 1] | |
| [Критерий 2] | |
| ... | |
| [Критерий N] | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Материалы этапа III эмпирического исследования

Бланк для оценивания испытуемым привлекательности объекта

| Напротив приведенного описания объекта из группы «Смартфоны» укажите по шкале от 0 до 100 баллов, насколько привлекательным для вас является описываемый объект (0 баллов — объект абсолютно непривлекателен, 100 баллов — объект абсолютно привлекателен). | | |
|---|--------------|--------|
| Характеристика объекта | Значение | Оценка |
| [Характеристика 1] | [Значение 1] | |
| [Характеристика 2] | [Значение 2] | |
| ... | ... | |
| [Характеристика N] | [Значение N] | |

Анкета испытуемого

| Напротив значения каждой характеристики отметьте по шкале от 0 до 100 баллов, насколько она соответствует требованиям, предъявляемым вами к объектам группы «Смартфоны» (0 баллов — характеристика абсолютно не соответствует требованиям, 100 баллов — характеристика полностью соответствует требованиям). | | |
|--|--------------|--------|
| Характеристика объекта | Значение | Оценка |
| [Характеристика 1] | [Значение 1] | |
| [Характеристика 2] | [Значение 2] | |
| ... | ... | |
| [Характеристика N] | [Значение N] | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

**Бланк для оценивания объема кратковременной памяти испытуемого
по методике Джекобса**

| | | | | | | | | | | |
|------------|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| I | 4 | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | |
| | 6 | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | |
| | 8 | | | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | | | |
| | 10 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| II | 4 | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | |
| | 6 | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | |
| | 8 | | | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | | | |
| | 10 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| III | 4 | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | |
| | 6 | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | |
| | 8 | | | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | | | |
| | 10 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| IV | 4 | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | |
| | 6 | | | | | | | | | |
| | 7 | | | | | | | | | |
| | 8 | | | | | | | | | |
| | 9 | | | | | | | | | |
| | 10 | | | | | | | | | |

| Результаты тестирования испытуемого № | | | | | | | |
|---|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| | Длина воспроизводимого ряда | | | | | | |
| Номер опыта | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| I | | | | | | | |
| II | | | | | | | |
| III | | | | | | | |
| IV | | | | | | | |
| Оценка объема кратковременной памяти испытуемого, V: | | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Результаты оценивания точности математических моделей принятия решения (женщины)

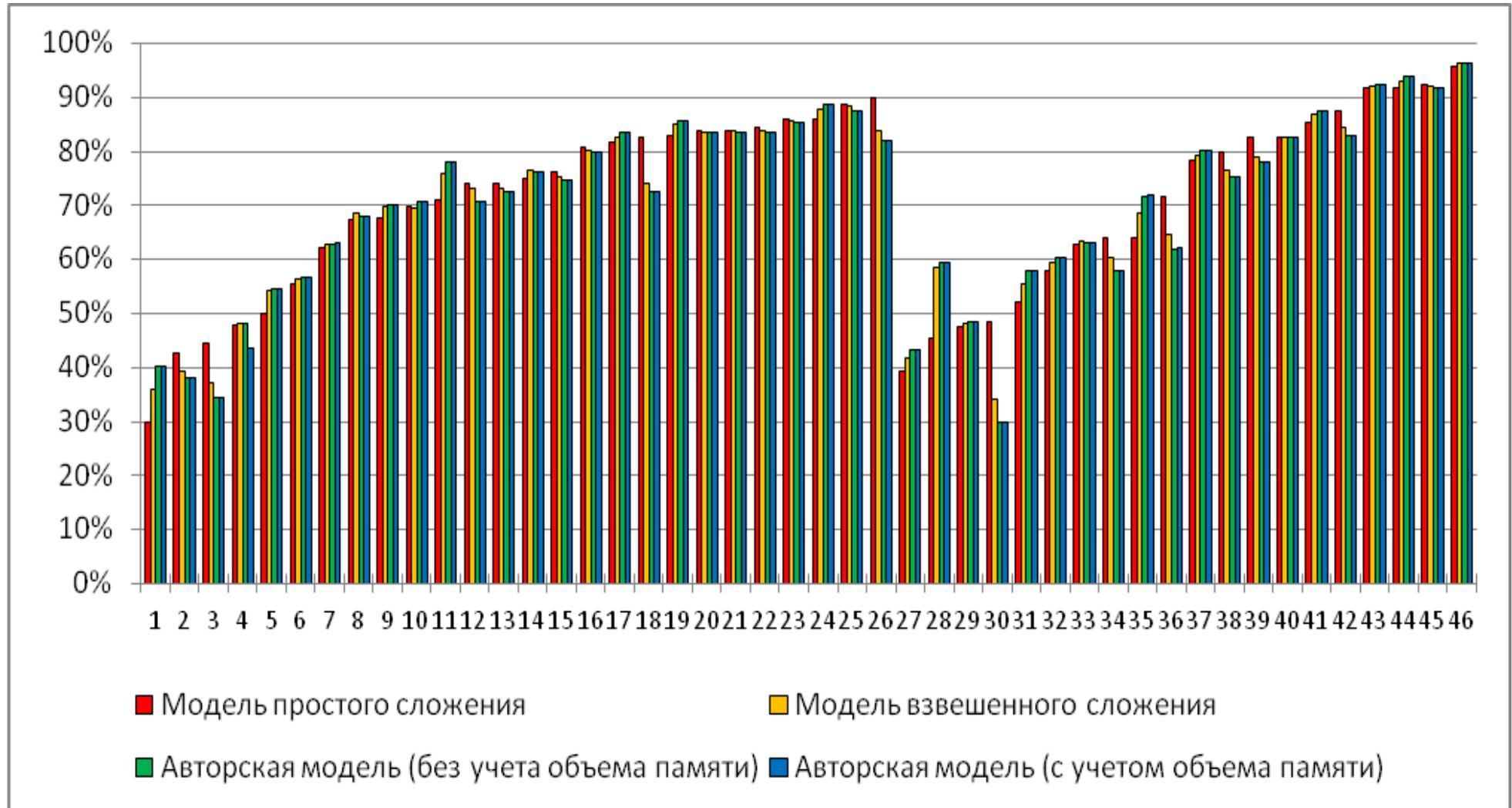
| № | Пол | Возраст | Профиль обучения | Объем памяти | Простое | Взвешенное | Авторская (без учета объема памяти) | Авторская (с учетом объема памяти) |
|----|---------|---------|------------------|--------------|---------|------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Женский | 20 | Психологи | 7,5 | 29,76% | 35,98% | 40,11% | 40,11% |
| 2 | Женский | 19 | Математики | 7,75 | 42,40% | 39,19% | 38,07% | 38,06% |
| 3 | Женский | 19 | Математики | 6,25 | 44,44% | 37,20% | 34,26% | 34,26% |
| 4 | Женский | 19 | Математики | 6,5 | 47,86% | 47,99% | 48,13% | 43,58% |
| 5 | Женский | 19 | Математики | 7,25 | 50,00% | 54,11% | 54,53% | 54,53% |
| 6 | Женский | 21 | Психологи | 6 | 55,43% | 56,21% | 56,63% | 56,63% |
| 7 | Женский | 21 | Математики | 6 | 62,14% | 62,54% | 62,83% | 62,83% |
| 8 | Женский | 22 | Психологи | 6 | 67,38% | 68,44% | 67,87% | 67,85% |
| 9 | Женский | 19 | Математики | 7,25 | 67,47% | 69,81% | 69,89% | 69,89% |
| 10 | Женский | 22 | Психологи | 6,5 | 69,74% | 69,46% | 70,50% | 70,53% |
| 11 | Женский | 22 | Психологи | 6,75 | 70,77% | 75,93% | 78,03% | 78,03% |
| 12 | Женский | 19 | Математики | 8 | 73,99% | 73,03% | 70,51% | 70,51% |
| 13 | Женский | 21 | Математики | 7,25 | 74,07% | 72,97% | 72,48% | 72,48% |
| 14 | Женский | 21 | Психологи | 7,5 | 75,00% | 76,52% | 76,15% | 76,15% |
| 15 | Женский | 20 | Психологи | 5,5 | 76,04% | 75,13% | 74,62% | 74,61% |
| 16 | Женский | 19 | Математики | 7,5 | 80,57% | 80,00% | 79,62% | 79,62% |
| 17 | Женский | 20 | Математики | 7 | 81,48% | 82,63% | 83,35% | 83,36% |
| 18 | Женский | 22 | Психологи | 5,25 | 82,58% | 73,91% | 72,43% | 72,29% |
| 19 | Женский | 20 | Математики | 6,75 | 82,95% | 85,06% | 85,59% | 85,59% |
| 20 | Женский | 19 | Математики | 7,5 | 83,58% | 83,40% | 83,34% | 83,33% |
| 21 | Женский | 20 | Психологи | 7,5 | 83,87% | 83,62% | 83,54% | 83,54% |
| 22 | Женский | 23 | Психологи | 6,75 | 84,23% | 83,76% | 83,42% | 83,41% |
| 23 | Женский | 20 | Математики | 6,5 | 85,71% | 85,46% | 85,32% | 85,32% |
| 24 | Женский | 19 | Математики | 7,5 | 85,76% | 87,75% | 88,61% | 88,61% |
| 25 | Женский | 21 | Математики | 7,25 | 88,49% | 88,42% | 87,39% | 87,39% |
| 26 | Женский | 20 | Математики | 6,75 | 89,74% | 83,68% | 82,03% | 81,99% |

Результаты оценивания точности математических моделей принятия решения (мужчины)

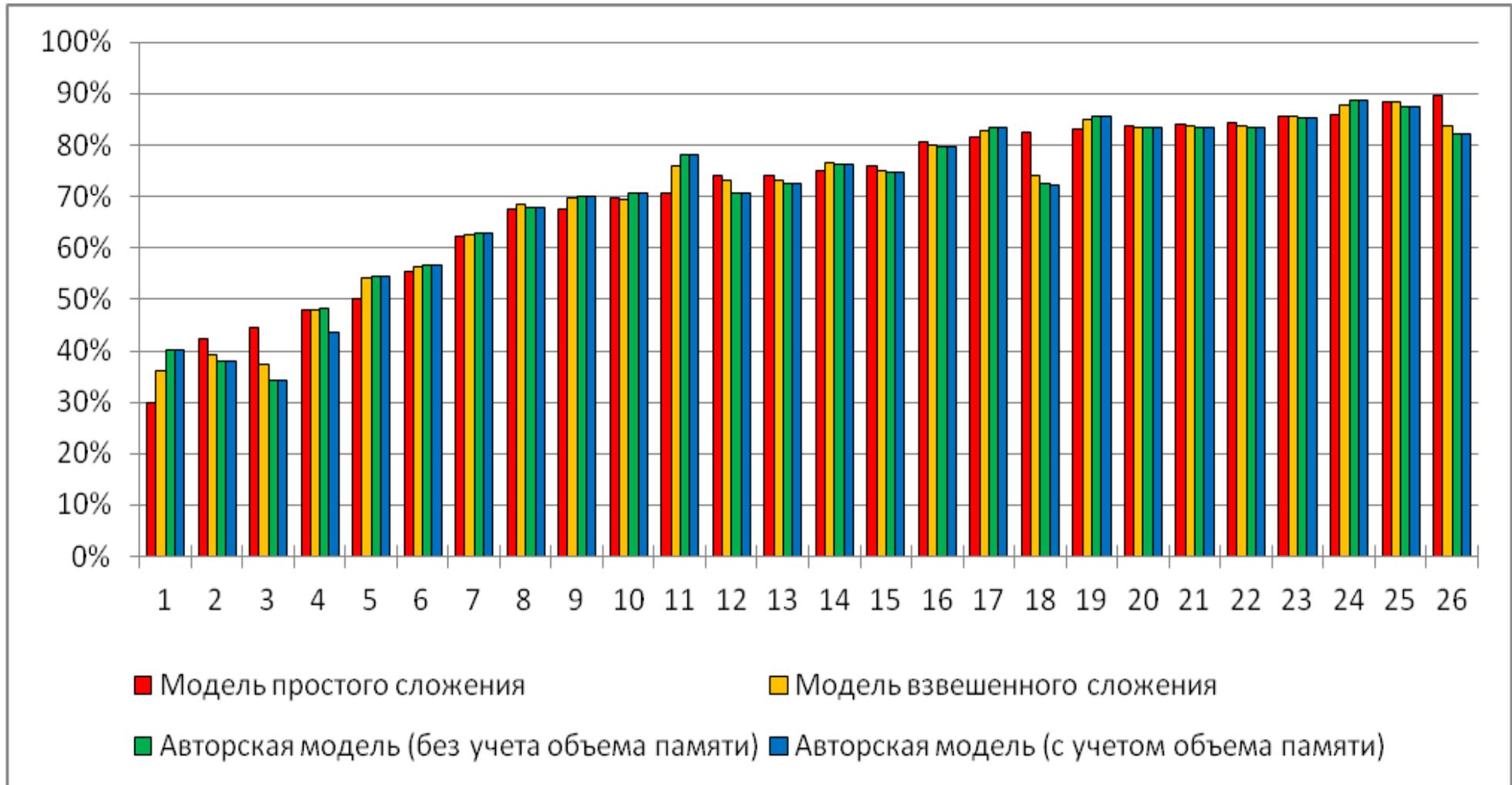
| № | Пол | Возраст | Профиль обучения | Объем памяти | Простое | Взвешенное | Авторская (без учета объема памяти) | Авторская (с учетом объема памяти) |
|----|---------|---------|------------------|--------------|---------|------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 27 | Мужской | 19 | Математики | 6,75 | 39,10% | 41,70% | 43,09% | 43,11% |
| 28 | Мужской | 23 | Психологи | 7,25 | 45,38% | 58,50% | 59,30% | 59,30% |
| 29 | Мужской | 19 | Математики | 8,75 | 47,52% | 48,11% | 48,47% | 48,47% |
| 30 | Мужской | 21 | Математики | 7,75 | 48,28% | 33,88% | 29,69% | 29,69% |
| 31 | Мужской | 19 | Математики | 6,5 | 51,92% | 55,42% | 57,67% | 57,68% |
| 32 | Мужской | 19 | Математики | 8,25 | 57,74% | 59,43% | 60,39% | 60,39% |
| 33 | Мужской | 20 | Математики | 6,75 | 62,71% | 63,15% | 62,84% | 62,84% |
| 34 | Мужской | 19 | Математики | 7,75 | 63,81% | 60,29% | 57,80% | 57,80% |
| 35 | Мужской | 19 | Математики | 5,5 | 63,86% | 68,59% | 71,50% | 71,70% |
| 36 | Мужской | 20 | Математики | 6,25 | 71,43% | 64,59% | 61,73% | 62,11% |
| 37 | Мужской | 20 | Математики | 6 | 78,11% | 79,05% | 79,93% | 79,95% |
| 38 | Мужской | 23 | Психологи | 8 | 79,70% | 76,52% | 75,30% | 75,30% |
| 39 | Мужской | 21 | Математики | 8 | 82,41% | 78,77% | 77,89% | 77,89% |
| 40 | Мужской | 21 | Математики | 7,25 | 82,61% | 82,61% | 82,61% | 82,61% |
| 41 | Мужской | 20 | Математики | 8,5 | 85,25% | 86,69% | 87,37% | 87,37% |
| 42 | Мужской | 19 | Математики | 7,75 | 87,25% | 84,27% | 82,84% | 82,84% |
| 43 | Мужской | 20 | Математики | 6 | 91,60% | 91,94% | 92,12% | 92,12% |
| 44 | Мужской | 20 | Математики | 7,75 | 91,60% | 92,87% | 93,74% | 93,74% |
| 45 | Мужской | 19 | Математики | 7 | 92,24% | 91,87% | 91,66% | 91,66% |
| 46 | Мужской | 19 | Математики | 6,75 | 95,65% | 96,12% | 96,12% | 96,11% |

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Оценки точности математических моделей принятия решения (все испытуемые)



Оценки точности математических моделей принятия решения (женщины)



Оценки точности математических моделей принятия решения (мужчины)

