Калиниченко Н.С.¹, Величковский Б.Б.², Аббакумов Д.Ф.¹
Эмпирическая верификация русскоязычной версии опросника
Принятия информационных технологий

*Kalinichenko N.S.¹, Velichkovsky B.B.², Abbakumov D.F.¹ Empirical evaluation of
Russian version of the Technology Acceptance Questionnaire*

¹Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

²Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

Оценка информационных систем помимо учета технических и когнитивно-эргономических аспектов, лежащих в основе проектирования интерфейсов, сегодня немыслима без учета мотивации пользователей, при этом исследователями широко применяются субъективные данные, полученные с помощью опросных методов. Предложенная Ф. Дэвисом модель Принятия информационных технологий (The Technology Acceptance Model, TAM) как наиболее универсальная, влиятельная и цитируемая модель, описывающая характеристики «принятия» информационных систем, широко применяется в сфере дистанционного образования, здравоохранения и при создании сервисов государственных услуг. TAM была ранней попыткой привлечения психологических факторов для объяснения особенностей адаптации и фактического использования информационных технологий целевыми группами пользователей; на Западе одноименный опросник используется системными дизайнерами для получения обратной связи относительно различных характеристик и функций интерфейса, в качестве обоснования выбора между программными пакетами, при оценке эффективности обучения. В исследовании приводится анализ надежности-согласованности шкал TAM: воспринимаемой полезности, воспринимаемой простоты использования, аттитудов к использованию и поведенческого намерения (коэффициент α -Кронбаха), гомогенности-однородности (коэффициент корреляции Пирсона) и дискриминативности (критерий Гилфорда) отдельных пунктов, надежности целого теста (метод расщепления пополам) и факторной валидности русскоязычной версии опросника (конфирматорный факторный анализ и эксплораторное структурное моделирование). Перечисленные инструменты классической теории тестирования были дополнены методом современной психометрики для анализа политомических шкал (обобщенная модель частичного оценивания). Общий показатель надежности опросника составил 0,872; выявлена структура, во многом отвечающая исходным теоретическим положениям.

Ключевые слова: принятие информационных технологий, воспринимаемая простота использования, воспринимаемая полезность, user experience

Введение

Проблема исследования

Проблемы информационных технологий в социальной среде организаций, характеризующиеся трудностями внедрения, недостаточным включением в рабочий процесс, применением не по назначению или же полным отказом сотрудников использовать то или иное программное обеспечение в своей профессиональной деятельности и приводящие к финансовым издержкам, снижению эффективности и показателей удовлетворенности трудом, обозначили важность постановки вопроса принятия технологий, который на протяжении последних тридцати лет активно изучается исследователями в области менеджмента информационных систем, воплотившись в «Парадоксе продуктивности», впервые обозначенном нобелевским лауреатом Р. Солоу. «Вы можете увидеть эру компьютеров повсюду вокруг себя, - писал автор, - но не в цифрах роста производительности» [Платонов, 2007].

Под принятием информационных технологий понимают ожидаемую предрасположенность пользователя к применению целевой системы [Swanson, 1988]. Также принятие оценивается многими исследователями как наиболее важный фактор, характеризующий ее ценность [DeLone, McLean, 1992; Agarwal, 2000]. Однако пользователи далеко не всегда стремятся использовать системы, потенциально способные повысить результативность их труда [Mathieson, 1991]. Согласно StandishGroup, международной консалтинговой компании, специализирующейся на анализе рынка информационных технологий, в 2013 году 64% IT-проектов было отменено или не выполнено в срок, что выразилось в потере 480 млрд. долларов [Rao, Seetharamaiah, 2014]. Организации, следуя «инновационному императиву» и непрерывно вводя новые технологии в бизнес-процессы, вопреки расчетам не получают прибыли от инвестиций, и одной из главных тому причин было и остается недостаточное использование систем [Gorry, Morton, 1971; Venkatesh, Davis, 2000]. Наша страна не является исключением: в 2017 г. РФ находилась на 45-м месте по индексу ИКТ (ICT Development Index); отмечен значительно более низкий уровень владения цифровыми навыками среди россиян по сравнению с европейскими странами [Левен, Суслов, 2020].

Низкие показатели принятия являются фактором, негативно сказывающимся на успехе от внедрения новых информационных систем [Yi, Hwang, 2003]. В изучении возможных причин исследователи делают отдельный акцент на выявлении у представителей целевой аудитории психологических барьеров, снижающих мотивацию применять технологию, в том числе на рабочем месте, и проявляющихся в широком спектре реакций сотрудников организаций, как

Психологические исследования 2021 Т 14 №. 78 <http://psystudy.ru/> 2

Калиниченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация... активных – в форме открытого саботажа, так и пассивных, выражающихся в формировании негативных установок, социальной лености, профессиональном стрессе и тенденции выполнять рабочие задачи привычными способами [Батурин, Ким, Науменко, 2010; Загвязинский, Строкова, 2014]. Так, М. Хоссейн в структуре предикторов сопротивления инновациям выделяет «чувство физической или эмоциональной невозможности делать работу с использованием новых технологий» [Мкртычян, Исаева, 2015, с. 24].

Отечественные ученые говорят об изменении когнитивной, мотивационной и эмоциональной сфер личности в условиях опосредствования деятельности компьютерными технологиями, рассматривая последние в качестве внешних стимулов-средств, не только автоматизировавших рутинные операции в производственном процессе и значительно облегчивших жизнь современного человека, но и взявших на себя функции организации внимания и управления его поведением [Войскунский, 2006; Тхостов, 2020]. Это актуализирует задачу придания взаимодействию человека с техническим средством адаптивного характера, когда индивидуальные особенности первого и параметры второго не противоречат друг другу, а, наоборот, потенциально способны повысить общую эффективность эргатической системы, способствовать проведению инновационных преобразований, не сказавшись при этом негативно на соматическом здоровье и психологическом благополучии пользователя [Леонова, Мотовилина, 2008].

В России проблема принятия технологий не получила столь пристального внимания. Собственно, словосочетание «принятие технологий» представляет собой дословный перевод проблемной области, обозначенной в англоязычной литературе как «technology acceptance», а не специально выделенное понятие. Близкие понятия «technology adoption», «technology utilization» относятся к той же предметной области, однако в отечественной науке на сегодняшний день для нее не существует базового определения. Работ, посвященных модели Принятия информационных технологий, в российском информационном поле очень мало, причем выполнены они, как правило, в сфере экономики, а не психологии, кроме того, ничего не сообщают о психометрических свойствах инструмента сбора данных [Buslaeva, 2016].

Верификация структуры психодиагностического инструментария представляет актуальную задачу, разрешение которой будет способствовать диагностике возникающих организационных и социально-психологических проблем взаимодействия работников с информационными системами на различных стадиях их внедрения и вынесению более обоснованных управленческих решений, а также позволит внести вклад в перспективное

Калиниченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация... направление человеко-ориентированного проектирования для создания программного обеспечения, соответствующего потребностям пользователей и отвечающего высоким стандартам качества.

Теоретико-методологические основания исследования

ТАМ направлена на объяснение различных аспектов взаимодействия человека и технического устройства. Под «информационными технологиями» мы понимаем «широкий класс дисциплин и областей деятельности, связанных с технологиями создания, сохранения, управления и обработки данных, в том числе с применением вычислительной техники» [Сурис, 2003]. Обзор англоязычных публикаций, связанных с IT-проблематикой, позволил сделать вывод о смысловой эквивалентности понятий “Information technologies”, “Technology”, “Information system”, “System”. В междисциплинарных практико-ориентированных исследованиях терминологические различия между ними очень размыты, поэтому в нашей работе мы также будем считать синонимичными понятия “информационная система”, “система” и “информационная технология”.

Разработка модели осуществлялась на основе теории обоснованного действия (The Theory of Reasoned Action, TRA) и теории запланированного поведения (The Theory of Planned Behavior, TPB), цель которых – объяснить причины поведения человека. Авторы придерживались тезиса о рациональности мышления людей, систематически анализирующих и использующих всю доступную информацию [Marangunić, Granić, 2015]. TRA и TPB позволяют объяснить отдельные аспекты поведения человека в широком спектре ситуаций, дать детальную информацию, в том числе, о касающихся управления процессами внедрения программных продуктов факторах, при планировании и прогнозировании взаимодействия сотрудников с ними. Утверждается, что благоприятные нормативные убеждения, не идущие вразрез с личными мотивами, позитивная эмоциональная оценка поведения и ощущение контроля над ситуацией будут способствовать формированию поведенческого намерения (использовать технологию) [Ajzen, 1991; Marangunić, Granić, 2015; Rahman, Lesch et al., 2017].

Практическая ценность теорий, связанная с возможностью получения на их основе более точной информации, одновременно представляет и существенный недостаток, поскольку группы параметров, специфичные для одного контекста, не могут быть успешно применены в другом, что требует предварительного пилотного исследования, определения референтных групп, контролирующих убеждений и релевантных исходов для каждой ситуации [Mathieson, 1991; Marangunić, Granić, 2015]. Эти ограничения, связанные с отсутствием общих факторов,

Калининченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация... определяющих восприятие разных компьютерных систем пользователями в разных условиях, отчасти удалось преодолеть в более универсальной модели TAM.

По аналогии с TRA Дэвис рассматривал использование системы как поведенческую реакцию, или «обоснованное действие», характеризующееся сознательным анализом преимуществ и недостатков возможных исходов [Park et al., 2014]. Оценка ситуации здесь косвенно определяется внешними стимулами, в данном случае – системными характеристиками компьютерной программы, формирующими мотивацию пользователя (см. рис. 1).

Рис. 1. Концептуальная основа TAM [Davis, 1985].

Рис. 2. Оригинальная версия TAM [Davis, 1985].

В мотивационном блоке наряду с аттитюдами Дэвис выделил два фактора – воспринимаемую простоту использования и воспринимаемую полезность (см. рис. 2) – когнитивные убеждения, специфичные контексту использования информационных систем, фундаментальные детерминанты их принятия и фактического применения для решения рабочих задач [Adams et

Калиниченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация... al., 1992; Karahanna, Straub, 1999; Lee et al., 2003], которыми полностью опосредуется влияние системных параметров на показатели использования системы – продолжительность, частоту, интенсивность [Davis, 1993]. Убеждения отличаются от аттитудов тем, что они характеризуют не аффективную оценку, а анализ субъективной вероятности того, что действия приведут к определенным результатам – воспринимаемым последствиям поведения [Ajzen, 1991].

Воспринимаемая простота использования (*Perceived Ease of Use*) связана с индивидуальной оценкой ресурсов и определяет степень, в которой индивидум полагает, что использование определенной системы не потребует значительных физических и умственных усилий [Davis, 1985].

Воспринимаемая полезность (*Perceived Usefulness*) характеризует степень, в которой использование системы воспринимается индивидуумом как способное повысить его рабочую эффективность [Davis, 1985].

Аттитюды (*Attitudes Toward Using*) определяют степень и направленность аффективной оценочной реакции, с которой индивидуум связывает применение технологии в своей работе [Ajzen, 1991].

Установлено, что воспринимаемая полезность значимо определяется воспринимаемой простотой использования, однако вклад в воспринимаемую простоту использования не вносит, а имеет отношение к среднему эффекту от применения программного продукта. При этом из двух систем, обладающих одинаковым набором функций, пользователь с высокой вероятностью выберет именно ту, с которой легче работать, считая ее при этом и более полезной [Davis, 1993]. Поэтому разработчики программного обеспечения могут повысить воспринимаемую полезность компьютерной программы не только за счет расширения ее возможностей, но и адаптировав прежний набор функций.

Восприятие системы как простой в использовании и полезной способствует формированию позитивных установок в отношении ее применения, намерения использовать систему и фактическому использованию [Karahanna, Straub, 1999; Svendsen, 2013].

В ранних работах роль основной детерминанты использования систем отводилась именно аттитюдам – быстро формирующимся установкам в отношении компьютерных программ [Davis, 1993], однако в дальнейшем модель не раз подвергалась модификациям. На

Калининченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация... следующем этапе в ее состав вошла переменная поведенческого намерения, которая напрямую зависела от воспринимаемой полезности [Marangunić, Granić, 2014] и рассматривалась в качестве наиболее важного предиктора использования системы [Lee, Lehto, 2013; Svendsen, 2013]. Дэвис и соавторы предположили, что в случаях, когда система воспринимается индивидом как крайне полезная, сильное поведенческое намерение формируется независимо от аттитудов (см. рис. 3).

Рис. 3. Модифицированная версия TAM [Davis, 1989].

Показав хорошую предсказательную способность применительно к использованию различных информационных систем – персональных компьютеров, микрокомпьютеров, операционных систем, текстовых редакторов, баз данных, средств электронной коммуникации (e-mail, v-mail) [Park et al., 2014], веб-сайтов [Wu et al., 2011; Baran et al., 2015], управленческих информационных систем (MIS) и бизнес-систем принятия решений (DSS) [Aloysius et al., 2006; Bach et al., 2016], автоматизированных систем вождения [Rahman et al., 2017], банковских сервисов [Pikkarainen et al., 2004] и средств групповой работы [Lee et al., 2003], TAM была успешно применена в контексте разнообразных индивидных (пол, возраст), организационных (структура, организационная культура) и кросс-культурных особенностей: эмпирическая верификация модели проводилась в странах восточной и западной культур – США, Австралии, Саудовской Аравии, Нидерландах, Китае, Корее, Нигерии и т.д. – в целом подтвердив исходно выделенные теоретические конструкты и базовые взаимосвязи между ними [Karahanna, Straub, 1999].

В таблице 1 приведены результаты анализа надежности шкал TAM, полученные зарубежными авторами (метод – α -Кронбаха). Количество пунктов в шкалах «Воспринимаемая полезность»

Калиниченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация... и «Воспринимаемая простота использования» варьировалось от 4 до 14, в шкале «Поведенческое намерение» – от 2 до 4, шкала «Аттитюды» представлена 5 пунктами.

Таблица 1

Результаты анализа надежности компонентов ТАМ

№	Страна	Тип информационной системы / название программного обеспечения	N	ВП	ВПИ	АТТ	ПН
1	США [Rahman, Lesch et al., 2017]	Система поддержки вождения	430	0,90	0,72	0,94	0,91
2	США [Davis, 1989]	Электронная почта PROFS	109	0,97	0,86	0,94	-
		Редактор файлов XEDIT	75	0,97	0,93	0,97	-
3	Великобритания [Van Schaik, Bettany-Saltikov, Warren, 2002]	Медицинская портативная система постурального контроля	49	0,88	0,92	-	0,87
4	Финляндия [Pikkarainen, Pikkarainen et al., 2004]	Сервис мобильного банка	268	0,86	0,86	-	-
5	Южная Корея [Lee, Lehto, 2013]	YouTube	432	0,867	0,925	-	0,767
6	Южная Корея [Park, Rhoads, 2014]	Система для организации видеоконференций	155	0,83	0,88	-	-

Примечания. N – объем выборки; ВП – воспринимаемая полезность; ВПИ – воспринимаемая простота использования; ПН – поведенческое намерение; АТТ – аттитюды.

Исходя из общих принципов интерпретации коэффициентов надежности, в разных контекстах шкалы демонстрировали достаточно высокую внутреннюю согласованность [Машин, 2008]. В исследованиях №№ 2, 4, 5 (см. табл. 1) с помощью эксплораторного факторного анализа было установлено, что воспринимаемая простота использования и воспринимаемая полезность представляют два обособленных конструкта.

Цель данного исследования состояла в проверке психометрических свойств русскоязычной версии опросника Принятия информационных технологий.

Поставленные нами задачи связаны с:

- 1) анализом ключевых публикаций, посвященных ТАМ;
- 2) определением структуры опросника, выбором шкал и формированием множества вопросов;
- 3) переводом пунктов на русский язык и проведением процедуры экспертной оценки;
- 4) сбором и анализом данных.

В случае личностных опросников и кейс-тестов допустимые значения коэффициента α -Кронбаха для измерения надежности методики лежат в диапазоне 0,7–0,8 [Шмелёв, 2013], при этом пункты со значениями коэффициентов гомогенности-однородности, не достигающими 0,3, считаются слабо связанными со шкалой, как и пункты, при удалении которых общий показатель надежности шкалы увеличивается [DeVellis, 2012].

Гипотеза 1: пункты шкал «Воспринимаемая полезность», «Воспринимаемая простота использования», «Аттитюды», «Поведенческое намерение», отвечающих основным компонентам ТАМ, обладают допустимой гомогенностью-однородностью, как и шкалы в целом.

Гипотеза 2: русскоязычный опросник Принятия информационных технологий эквивалентен оригинальной англоязычной версии, причем предполагается двухфакторная структура, соответствующая шкалам «Воспринимаемая полезность» и «Воспринимаемая простота использования», составляющим сущность понятия принятия информационных технологий.

Процедура и методика исследования

Экспертная оценка

Вопросы были заимствованы из диссертационного исследования Ф. Дэвиса и его оригинальной методики. Тремя экспертами было предложено от 2 до 5 альтернативных вариантов перевода.

Качество перевода оценивали 6 экспертов: 3 мужчины и 3 женщины, обладающие высокими компетенциями в области английского языка, 2 психолога, также специализирующихся в области менеджмента информационных систем, 1 доктор и 1 кандидат наук, 3 филолога (2 кандидата наук), и носитель языка, на протяжении 7 лет изучавший русский язык в Университете Южной Каролины, магистр по специальности «Русский язык как иностранный» (МГУ имени М.В. Ломоносова).

Каждому эксперту предлагалось выбрать наиболее удачный вариант перевода или предложить свой вариант, если ни один из перечисленных не являлся, с его точки зрения, корректным. Ввиду расхождения мнений по некоторым вопросам процедура экспертной оценки потребовала дополнительного этапа. В вынесении суждений на втором этапе участвовали 3 эксперта – психологи, занимающиеся изучением особенностей взаимодействия человека с информационными системами в организациях, 2 кандидата и 1 доктор наук, 2 мужчин и 1 женщина; 1 эксперт проводил оценку также на первом этапе. Выбор числа экспертов обусловлен тем, что большинство вопросов для второго круга экспертизы было представлено двумя альтернативами, что позволило избежать неоднозначности в выборе итогового варианта. Этой же цели послужило изменение инструкции: теперь эксперты осуществляли ранжирование вариантов, от 1 – наиболее удачный перевод, до n – наименее удачный перевод, где n – число альтернатив для вопроса. Экспертиза завершилась подсчетом средних рангов и выбором итогового варианта перевода для пунктов, не получивших однозначные оценки на первом этапе.

Структура психодиагностического инструментария

Опросник Принятия информационных технологий состоит из 39 вопросов, относящихся к основным шкалам – воспринимаемой полезности и воспринимаемой простоте использования, а также шкалам поведенческого намерения, аттитудов и фактического использования технологии. Шкалы «Воспринимаемая полезность», «Воспринимаемая простота использования», «Поведенческое намерение» измерялись с помощью 7-балльной шкалы Ликерта. Респонденты получали следующую инструкцию:

«Ниже приведен ряд вопросов-утверждений, на которые Вам предлагается ответить с помощью 7-балльной шкалы: от **1** (полностью **НЕ** согласен с утверждением) до **7** (полностью согласен). Обведите выбранный вариант в кружок или подчеркните. Так, выбор пункта 2 на шкале означает **большую** степень согласия с утверждением, чем выбор пункта 1 (наивысшая степень **НЕ**согласия), а выбор пункта 3 – большую, чем выбор пункта 2. Пункты 5, 6 и 7 возрастают по степени согласия с утверждением, и пункт 7 отражает наивысшую степень согласия. Выбор пункта 4 означает некий средний вариант между двумя полюсами/ отсутствие определенности в даваемой Вами оценке.

Каждое утверждение касается некоего программного продукта **Х** – информационной системы (компьютерной программы) – той, которую Вы используете в Вашей профессиональной деятельности **ЧАЩЕ** всего. Обратите внимание, что необходимо указать название только *одной* информационной системы».

Список вопросов для шкал «Воспринимаемая простота использования» и «Воспринимаемая полезность» приведен в Приложении 1.

Шкала «Поведенческое намерение» представлена 2 пунктами: «Если бы у меня был доступ к **Х**, то я бы её использовал(а)», «Если бы у меня был доступ к **Х**, я уверен(а), что использовал(а) бы ее».

«Аттитюды» оценивались по шкале семантического дифференциала: «Учитывая все обстоятельства, применение **Х** в моей работе...» (Варианты ответов: «*Плохое – хорошее*», «*неразумное – рациональное*», «*Неблагоприятное – благоприятное*», «*Вредное – полезное*», «*Отрицательное – положительное*»). К перечню прилагалась инструкция: «Просим Вас оценить применение системы по пяти антонимам с учетом 7-балльной шкалы, где 1 – наибольшая степень выраженности левого определения, 7 – наибольшая степень выраженности правого определения, промежуточные позиции (2, 3 и 5, 6) означают меньшую степень выраженности данных качеств в том (2, 3) и в другом (5, 6) проявлении, 4 – если Вы затрудняетесь в выборе правого или левого полюса».

Индикаторы фактического использования системы представлены 5 пунктами: «Я довольно хорошо осведомлен о том, как использовать **Х**» (оценка по шкале Ликерта), «На данный момент **Х** доступна для использования в нужное мне время» (оценка по шкале Ликерта), «Я использую **Х** (выберите наиболее точный вариант)» (Варианты ответов: «*Меньше месяца*»,

Калиниченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация... «От 1 до 3 месяцев», «От 3 до 6 месяцев», «От 6 месяцев до года», «Больше года»), «В среднем я использую **X** (выберите наиболее точный вариант)» (Варианты ответов: «Меньше 1 раза в неделю», «Примерно 1 раз в неделю», «Несколько раз в неделю», «Примерно 1 раз в день», «Несколько раз в день»), «Обычно я использую **X** около ____ часов в неделю».

Вопросы анкеты помимо стандартного сбора демографических данных респондентов (пол, возраст), касались информации о специфике профессиональной деятельности, стаже работы по профилю, образовании, а также о целевой информационной системе, наиболее часто используемой для решения индивидуальных учебно-профессиональных и рабочих задач.

Выборка

В выборку (N=197) вошли студенты, работники сферы образования, здравоохранения, налогообложения, кадрового документооборота, экономики и финансов, а также IT-специалисты разного профиля, занимающиеся администрированием, проектированием и разработкой информационных систем, сетевыми технологиями, телекоммуникациями, и работники сферы услуг: дизайнеры, карьерные консультанты, бизнес-тренеры; 81 мужчин (41%) и 116 женщин (59%) от 17 до 63 лет ($M = 28,3$, $SD = 9,24$).

Сбор данных

Осуществлялся с помощью бланковых опросников (70 протоколов) и электронного сервиса Google-формы (127 протоколов). Доступ к Google-форме респонденты получали по электронной почте после предварительного согласования участия в исследовании. Всем респондентам были объяснены цели исследования, назначение вопросов, собирающих демографическую информацию и гарантирована конфиденциальность.

Формирование гетерогенной выборки, состоящей из сотрудников разных организаций, отвечало задаче апробации наиболее общих конструкторов модели Принятия информационных технологий, не специфичных тому или иному типу систем или особенностям организационной среды, поэтому не рассматривалось нами в качестве угрозы внутренней валидности.

Процедура проверки психометрических свойств

Анализ надежности и дискриминативности

1. Оценка надежности-согласованности шкал (IBM SPSS 19.0): стандартизованная α -Кронбаха.

2. Оценка гомогенности-однородности отдельных пунктов (IBM SPSS 19.0): коэффициент корреляции Пирсона («Скорректированная корреляция пункт-шкала») и коэффициент α -Кронбаха («Альфа, если удален пункт»).
3. Оценка дискриминативности пунктов (MS Excel 2017): метод крайних групп и критерий Гилфорда. Крайние группы формировались путем перевода градаций 7-балльной шкалы в бинарные категории «высокого» (правый полюс шкалы, градации 5-7) и «низкого» (левый полюс шкалы, градации 1-4) уровня и подсчета количества случаев их пересечения с категориями, образованными 27% самых высоких и 27% самых низких баллов по соответствующим шкалам [Шмелёв, 2013].
4. Оценка надежности целого теста (MS Excel 2017): после исключения пунктов с низкими показателями надежности и дискриминативности для оценки надежности целого теста был использован метод расщепления пополам и формула Спирмена-Брауна. Поскольку с течением времени требования к информационным системам, внешние факторы среды и установки пользователей претерпевают изменения [Mathieson, 1991], проверка ретестовой надежности нецелесообразна.

Анализ валидности

1. Факторная валидность: конфирматорный факторный анализ (RStudio) и эксплораторное структурное моделирование (MPLUS 8).
2. Критериальная валидность (MS Excel 2017): критерий Гилфорда.

Большинство авторов связывают поведение, служащее индикатором принятия технологий, с частотой их использования [Mathieson, 1991; Schepers, Wetzels, 2007]. Данные, полученные на основе самоотчета респондентов вместо реальной регистрации индикаторов фактического использования технологии, встречают острую критику [Venkatesh, Davis, 2000], поскольку искажают связи между переменными. Тем не менее, накопленный эмпирический материал свидетельствует о том, что субъективные оценки времени и частоты работы с целевыми системами достаточно точны как относительные индикаторы реального поведения пользователей, что позволяет широко применять их в качестве метрик в исследованиях взаимодействия «человек-компьютер» [Hartley et al., 1977]. Приблизительными индикаторами фактического использования в нашем исследовании выступили вопросы «Обычно я использую **X** около ____ часов в неделю» и «В среднем я использую **X** (выберите наиболее

Калиниченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация... точный вариант)», также заимствованные из оригинального исследования автора [Davis, 1985].

Дополнение перечисленных методов классической теории тестирования для анализа надежности и валидности психодиагностического инструментария методами современной психометрики (IRT) отвечало задаче улучшения качества шкал и выявления пунктов, слабо связанных с латентными характеристиками (воспринимаемой простоты использования и воспринимаемой полезности). Были использованы метод категориальных главных компонент для анализа размерности и обобщенная модель частичного оценивания, релевантная обработке политомических шкал.

Результаты

Особенности сбора эмпирического материала актуализировали задачу сравнения данных, полученных разными способами. Анализ неравных групп по критерию Гилфорда показал значимое превышение $\phi_{крит}$ (0,14) над $\phi_{эмп}$ (0,12) ($p = 0,05$), что говорит об отсутствии различий респондентов в пропорции высоких и низких баллов, позволившее объединить группы. Первичные описательные статистики, значения общих показателей надежности для шкал, значения стандартной ошибки измерения SEM и доли дисперсии ошибки So^2 , вычисленные по формулам $SEM = SD_t \times \sqrt{1 - r_t}$, $So^2 = (1 - r_t) \times 100\%$, где SD_t – стандартное отклонение, r_t – функция надежности измерения (стандартизованная α - Кронбаха, вычисленная с помощью IBM SPSS 19.0) представлены в табл. 2.

Таблица 2

Описательная статистика и показатели надежности шкал опросника Принятия информационных технологий

Шкала	N	M	SD	Max	Min	α - Кронбаха	SEM	So^2 (%)
Воспринимаемая полезность	14	84,1	12,9	98	35	0,935	3,29	6,5
Воспринимаемая простота использования	16	87,16	12,67	111	59	0,84	5,07	16
Аттитюды	5	30,47	4,7	35	5	0,886	1,6	11,4
Поведенческое намерение	2	12,46	2,19	14	2	0,91	0,65	9

Примечания. N – количество пунктов в шкале; M – среднее значение; SD – стандартное отклонение; Max – максимальное значение; Min – минимальное значение; α - Кронбаха – коэффициент оценки надежности; SEM – стандартная ошибка измерения; So^2 – доля дисперсии ошибки.

Результаты анализа надежности и дискриминативности

Анализ надежности показал, что надежность шкал является высокой (см. табл. 2).

Исследование надежности отдельных пунктов, реализованное в IBM SPSS с помощью опции «Анализ надежности», показало, что согласованными с соответствующими им шкалами являются все пункты, за исключением Q25, Q17, Q22 шкалы «Воспринимаемая простота использования», показатель гомогенности-однородности (коэффициент корреляции Пирсона) которых не превышает или незначительно превышает 0,3, а при исключении из шкалы ее значение α -Кронбаха остается неизменным или повышается (см. табл. 3, табл. 2).

Таблица 3

Анализ надежности пунктов

Код вопроса	Скорректированная корреляция пункт-шкала	Альфа, если удален пункт
Воспринимаемая полезность		
Q1	0,468	0,936
Q4	0,704	0,929
Q6	0,582	0,933
Q7	0,673	0,930
Q9	0,798	0,927
Q10	0,801	0,926
Q12	0,812	0,926
Q15	0,693	0,930
Q16	0,564	0,934
Q18	0,609	0,932
Q20	0,799	0,926
Q23	0,721	0,929
Q27	0,755	0,928
Q29	0,677	0,931

Воспринимаемая простота использования		
Q2	0,520	0,827
Q3	0,489	0,829
Q5	0,393	0,834
Q8	0,398	0,835
Q11	0,447	0,833
Q13	0,554	0,825
Q14	0,672	0,818
Q17	0,261	0,840
Q19	0,653	0,819
Q21	0,558	0,825
Q22	0,330	0,837
Q24	0,371	0,835
Q25	0,216	0,842
Q26	0,545	0,830
Q28	0,390	0,836
Q30	0,563	0,828
Аттитюды		
АТТ1	0,637	0,881
АТТ2	0,739	0,858
АТТ3	0,772	0,850
АТТ4	0,704	0,867
АТТ5	0,778	0,849

Проверка способности тестовых заданий дифференцировать высокую и низкую группы выявила вопросы, показавшие недостаточную дифференцирующую силу: Q26, Q30, Q24 шкалы «Воспринимаемая простота использования» (см. табл. 4).

Коэффициент корреляции Пирсона ($r = 0,000$) между половинами теста составил 0,773; надежность целого теста по формуле Спирмена-Брауна оказалась равной 0,872, что отвечает уровню «хорошей» надежности [Машин, 2008].

Таблица 4

Анализ дискриминативности

Код вопроса	$\phi_{\text{эмп}}$	$\phi_{\text{крит}}$
Воспринимаемая полезность		
Q18	0,32	0,3***
Q1	0,34	
Q4		
Q23		
Q10		
Q15		
Q12	0,39	
Q6		
Q20		
Q16	0,41	
Q27	0,43	
Q7	0,3	0,23**
Q9		
Q29	0,21	0,18*
Воспринимаемая простота использования		
Q2	-0,5	0,31***
Q3	-0,48	
Q5	0,33	
Q8	-0,52	
Q11	-0,62	
Q13	-0,51	
Q14	-0,59	
Q19	-0,56	
Q28	-0,4	
Q21	-0,49	
Q24	0,16	0,19***
Q26	0,01	
Q30	0,18	
Аттитюды		
АТТ1	0,48	0,36***
АТТ2	0,56	
АТТ3	0,6	
АТТ4	0,6	
АТТ5	0,64	

Примечания. $\phi_{эмп}$ – эмпирическое значение коэффициента Гилфорда, $\phi_{крит}$ – критическое значение коэффициента Гилфорда. Уровень значимости различий: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,000$.

Результаты анализа факторной валидности

Факторная валидность устанавливалась с помощью процедуры конфирматорного факторного анализа для порядковых переменных в среде RStudio, с использованием библиотеки *lavaan* и метода диагональных взвешенных наименьших квадратов. Факторизованные данные представляли собой ответы 197 респондентов на 24 вопроса (исключены пункты с недостаточной надежностью и дискриминативностью), соответствующих основным шкалам опросника – теоретическим шкалам воспринимаемой простоты использования и воспринимаемой полезности. Индекс сравнительного соответствия CFI составил 0,967, показатели среднеквадратической ошибки оценки RMSEA и стандартизованного корня среднеквадратического остатка SRMR оказались равными 0,128 и 0,116 соответственно, что говорит о неудовлетворительном качестве конфирматорной модели. Поэтому для проверки гипотезы о распределении пунктов по факторам далее мы применили подход эксплораторного структурного моделирования (ESEM), позволяющий учесть перекрестные нагрузки, а не только априорную информацию о распределении пунктов [Asparouhov, Muthén, 2009]. С учетом отличия распределения баллов по большинству пунктов от нормального (выраженная правосторонняя асимметрия) переменные моделировались как порядковые (метод взвешенных наименьших квадратов). В рамках данной методологии также была рассмотрена бифакторная модель, предполагающая существование общего измерения наряду с отдельными факторами (см. табл. 5).

Таблица 5

Показатели соответствия структурных моделей

Модель	$\chi^2 (df)$	CFI	RMSEA (90% CI)	SRMR
ESEM: простая структура	585,69 (229)	0,955	0,089 (0,08–0,098)	0,047
Бифакторный ESEM	467,07 (207)	0,967	0,08 (0,07–0,090)	0,040

Примечания. χ^2 – критерий хи-квадрат, df – число степеней свободы, CFI – показатель сравнительного соответствия, RMSEA – среднеквадратическая ошибка оценки, SRMR – стандартизованный корень среднеквадратического остатка.

Бифакторная модель показала несколько лучшее соответствие данным, но только 5 переменных дают на общий фактор нагрузки, превышающие 0,5, нагрузки остальных переменных лежат в интервале [0,081 – 0,444], поэтому, с точки зрения содержательной интерпретации, бифакторная модель ESEM была отклонена и выбрана модель ESEM (простая структура). В целом структура отвечает теоретической модели, за исключением вопроса Q28, имеющего невысокие нагрузки на оба фактора (см. табл. 6).

Таблица 6

Матрица стандартизованных факторных нагрузок ESEM

Шкалы		Факторы	
		F1	F2
Q1	Воспринимаемая полезность	0,568	-0,030
Q4		0,799	0,030
Q6		0,664	-0,094
Q7		0,750	-0,118
Q9		0,879	-0,067
Q10		0,890	-0,001
Q12		0,889	0,028
Q15		0,741	-0,001
Q16		0,677	-0,080
Q18		0,683	0,144
Q20		0,889	0,072
Q23		0,830	0,198
Q27		0,867	0,015
Q29		0,777	0,224
Q2	Воспринимаемая простота использования	0,036	-0,641
Q3		-0,109	-0,595
Q5		0,056	0,486
Q8		0,258	-0,644
Q11		0,289	-0,696
Q13		-0,303	-0,661
Q14		-0,103	-0,720
Q19		-0,132	-0,768
Q21		-0,148	-0,693

Q28		0,476	0,306
-----	--	-------	-------

Факторную валидность можно считать удовлетворительной. Наличие ненулевых перекрестных нагрузок, снижающих качество конфирматорной модели, говорит о существовании корреляционной связи между факторами, что подтверждается описанными выше теоретическими положениями.

Приблизительный анализ критериальной валидности

При заполнении опросника все респонденты отмечали, что имеют существенный опыт работы с оцениваемыми ими системами (больше года), указывали на их доступность в нужное время. Также респондентами была отмечена высокая индивидуальная осведомленность о функционале компьютерных программ и особенностях работы с ними: 76% участников исследования, отвечая на вопрос «Я довольно хорошо осведомлен о том, как использовать X», выбирали 6–7 баллов на шкале Ликерта, оценки остальных 24% составили 4 – 5 баллов.

По двум пунктам шкалы «Фактическое использование» («Обычно я использую X около ____ часов в неделю» и «В среднем я использую X (выберите наиболее точный вариант)» отдельно для каждого из них с помощью таблиц сопряженности и критерия Гилфорда мы осуществили приблизительную оценку критериальной валидности, ориентируясь на представленное в литературе обсуждение допустимости такого рода проверки [Hartley et al., 1977; Davis, 1985].

Крайние группы были сформированы путем пересечения 27% самых высоких баллов и 27% самых низких баллов по тесту с соответствующими 27% самыми низкими и 27% самыми высокими показателями по количественному критерию – вопросу «Обычно я использую X около ____ часов в неделю». Полученные результаты $\varphi_{\text{эмп.}} = 0,59$, $\varphi_{\text{крит.}} = 0,3$ ($p < 0,005$) для вопроса «Обычно я использую X около ____ часов в неделю» позволяют говорить о валидности теста по данной метрике.

Для вопроса «В среднем я использую X (выберите наиболее точный вариант)» перевод порядковой шкалы в бинарную и формирование крайних групп производилось по принципу, описанному в разделе «Процедура проверки психометрических свойств» для определения дискриминативности пунктов. При этом «высокому» уровню категории соответствовали градации «Примерно 1 раз в день» и «Несколько раз в день». Полученные результаты не позволяют рассматривать данный показатель в качестве допустимого критерия фактического использования технологии ($\varphi_{\text{крит.}} = 0,18$, $\varphi_{\text{эмп.}} = 0,02$, $p < 0,05$).

Результаты дополнительного психометрического анализа на основе IRT

Предварительный анализ размерности, реализованный с помощью категориального метода главных компонент, необходим для установления однородности выделяемых категорий. Сонаправленность нагрузок позволила говорить о двухмерной картине данных, соответствующей теоретически ожидаемым измерениям (см. рис. 4).

Рис. 4. Анализ размерности.

Таблица 7

Статистика для пунктов. Обобщенная модель частичного оценивания

	χ^2	df	RMSEA	p	a	b1	b2	b3	b4	b5	b6
Воспринимаемая полезность											
Q1	35,806	30	0,032	0,215	0,536	-3,272	0,998	-3,441	-2,589	-1,65	-1,48
Q4	41,475	25	0,058	0,02	1,601	-1,762	-2,41	-2,099	-1,23	-0,904	-0,356
Q6	46,610	39	0,032	0,188	0,807	-2,026	-1,151	-1,903	-1,023	-0,043	-
Q7	23,066	22	0,016	0,398	1,133	-2,992	-1,526	-1,115	-1,769	-1,569	-0,499
Q9	27,090	18	0,051	0,077	2,903	-1,443	-1,868	-1,987	-1,249	-0,88	-0,014

Q10	24,373	19	0,038	0,182	2,661	-1,624	-1,129	-2,089	-1,312	-1,128	-0,404
Q12	29,553	20	0,05	0,077	2,626	-1,358	-2,237	-1,485	-1,274	-0,874	-0,096
Q15	44,725	31	0,048	0,053	0,968	-1,966	0,456	-3,944	-1,571	-0,503	-0,027
Q16	41,512	30	0,044	0,079	0,794	-2,677	-1,434	-1,978	-1,587	-0,303	0,188
Q18	44,568	30	0,05	0,042	0,862	-3,058	-1,499	-1,793	-2,16	-1,032	0,012
Q20	26,585	18	0,05	0,087	2,612	-1,608	-1,799	-1,726	-1,201	-0,695	-0,04
Q23	27,428	18	0,052	0,071	1,94	-1,941	-1,785	-1,487	-1,303	-1,382	0
Q27	26,396	23	0,028	0,283	2,12	-2,678	-1,17	-1,523	-0,944	-0,973	0,153
Q29	27,625	23	0,032	0,23	1,834	-1,36	-2,46	-1,759	-1,286	-0,522	-
Воспринимаемая простота использования											
Q2	55,651	47	0,031	0,181	0,694	-1,021	1,156	0,701	0,975	2,339	3,299
Q3	46,817	42	0,024	0,281	0,498	0,25	1,921	1,242	1,646	1,978	1,184
Q5	63,44	49	0,039	0,08	0,327	0,646	1,414	3,786	2,221	2,496	0,3
Q8	58,216	59	0,000	0,504	0,427	-1,262	0,843	-1,723	0,992	1,671	2,525
Q11	75,497	68	0,024	0,249	0,419	-1,278	-0,358	0,513	-0,13	0,992	0,597
Q13	51,454	40	0,038	0,106	0,845	-0,999	1,306	0,817	0,985	1,771	2,337
Q14	58,811	43	0,043	0,055	1,187	-0,762	0,24	0,934	1,152	1,399	2,32
Q19	45,927	38	0,033	0,177	1,044	-0,597	1,166	1,097	0,825	1,469	1,51
Q21	47,726	41	0,029	0,218	0,838	-0,315	1,224	1,183	0,649	2,085	1,556
Q28	81,261	60	0,043	0,035	0,386	-2,511	1,602	-0,155	0,999	1,598	2,47

Примечания. χ^2 – критерий хи-квадрат, df – число степеней свободы, RMSEA – среднеквадратическая ошибка оценки, p – уровень значимости RMSEA, a – параметр дискриминативности, b_1 - b_6 – пороговые параметры дискриминативности.

Пункты шкалы «Воспринимаемая полезность» обладают большими параметрами дискриминативности по сравнению с пунктами шкалы «Воспринимаемая простота использования». Вопросы Q5, Q8, Q11, Q28 имеют самую низкую способность дифференцировать группы с высокими и низкими проявлениями соответствующей латентной характеристики. Значительная ошибка измерения выявлена для пунктов Q4, Q18 и Q28 (см. табл. 7).

На рис. 5 и рис. 6 представлены характеристические кривые для пунктов. Форма кривой для каждой категории ответа (от 1 до 7) отражает вероятность (ось ординат) того, что респонденты с разным уровнем выраженности латентной характеристик (ось абсцисс) выберут определенный балл на шкале. Чем выше степень охвата диапазона проявлений латентной

характеристики и достигаемое при этом значение вероятности, тем выше дискриминативность пункта. Стоит отметить, что у вопросов шкал «Воспринимаемая полезность» и «Воспринимаемая простота использования» хорошо функционируют только крайние категории.

Рис. 5. Воспринимаемая простота использования: характеристические кривые для пунктов.

Рис. 6. Воспринимаемая полезность: характеристические кривые для пунктов.

Обсуждение результатов

Гипотеза 1 нашла частичное подтверждение. Шкалы опросника имеют допустимые коэффициенты гомогенности-однородности.

Анализ надежности и дискриминативности отдельных пунктов показал, что все пункты шкал «Воспринимаемая полезность», «Аттитюды» согласованы с общими баллами по шкалам и дискриминативны. Для пунктов Q25 («X помогает мне при решении задач»), Q17 («Мне легко наладить работу с X после ошибок, которые возникают в ходе ее использования»), Q22 («X легко направить по нужному мне пути») шкалы «Воспринимаемая простота использования» не удалось установить достаточную надежность-согласованность. Перечисленные вопросы входили в множество вопросов, не прошедших проверку на разных этапах оригинального исследования [Davis, 1985], но также были выбраны нами для адаптации на российской выборке. Так, вопрос Q25 («X помогает мне при решении задач») был исключен автором на этапе отбора заданий по причине слабой связи с выделенными семантическими кластерами («Умственное усилие», «Физические усилия», «Обучение»).

Пункты Q24 («Мне легко запомнить, как решать задачи в X»), Q26 («В целом мне легко использовать X»), Q30 («Работа в X для меня ясна и понятна») шкалы «Воспринимаемая простота использования» не дискриминативны: показали отсутствие различий между «низкой» группой и «высокой» в пропорции респондентов, субъективные оценки систем которых лежат в диапазоне высоких значений, что объясняется наличием большого опыта работы с целевыми компьютерными программами в выборке уверенных пользователей.

IRT-статистика для пунктов показала, что пункты Q5 («Мне было легко научиться работать с X»), Q11 («На мой взгляд, достижение высокого уровня владения X требует много усилий»), Q8 («Работа в X требует от меня значительных умственных усилий») слабо связаны с проявлением латентной характеристики «Воспринимаемая простота использования», что отражает отсутствие выраженных трудностей при работе с системой, релевантное выборке уверенных пользователей.

Пункты Q4 («X повышает качество моей работы»), Q18 («X отвечает требованиям моей работы») и Q28 («В X нет гибкости, необходимой для взаимодействия») шкалы «Воспринимаемая простота использования» имеют значительную ошибку измерения латентной характеристики. При этом для пунктов Q4 («X повышает качество моей работы») и Q18 («X отвечает требованиям моей работы») она может быть объяснена спецификой выборки респондентов, принадлежащих к разнородным профессиональным группам, нежели показателями невысокого качества вопросов, имеющих высокие нагрузки на фактор «Воспринимаемая полезность» в модели эксплораторного структурного моделирования. Ошибка измерения для вопроса Q28, низкий параметр дискриминативности предполагают удаление пункта. Кроме того, вопреки ожиданиям, по сравнению с остальными пунктами соответствующей шкалы данный вопрос имеет значительно более низкую нагрузку на фактор «Воспринимаемая простота использования», а также связан с фактором «Воспринимаемая полезность».

Отмеченное для пунктов слабое функционирование средних категорий 7-балльной шкалы Ликерта ставит вопрос о возможности модификации шкалы, сокращения до 4–5 категорий при исследовании групп конечных пользователей, обладающих сформированными установками к использованию целевых систем.

Гипотеза 2 частично подтвердилась. Модель эксплораторного структурного моделирования показала приемлемые показатели соответствия на российской выборке, на множестве отобранных для факторного анализа надежных и дискриминативных пунктов выделены коррелирующие факторы «Воспринимаемая полезность» и «Воспринимаемая простота использования». Рассмотрение в литературе воспринимаемой простоты использования в качестве основного предиктора воспринимаемой полезности, построение соответствующих регрессионных уравнений позволяет оценивать одни показатели, исходя из значений других. В данном свойстве методики мы видим потенциал, связанный с возможностью выборочного предъявления шкал, что делает ее применение особенно актуальным в условиях существующих временных ограничений в организациях, разумеется, при накоплении достаточной эмпирической базы.

Методика принятия информационных технологий представляет полезный инструмент для измерения мотивации пользователей применять разнообразные информационные системы, в том числе, находящиеся на разных стадиях разработки и/или внедрения. В этом автор концепции Ф. Дэвис усматривал способ повышения экономической эффективности от

Калининченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация... использования программных продуктов, когда краткосрочная демонстрация прототипов с последующей количественной оценкой установок, сформировавшихся у целевой группы, позволяет отклонить заведомо неудачные решения, выявить пути улучшения дизайна и проектирования системы, сделать оптимальный выбор из нескольких альтернатив, представленных на рынке информационных технологий [Davis, 1985]. Полученные результаты говорят об отсутствии выраженных препятствий для применения методики в организационном контексте, при прогнозировании относительной вероятности принятия информационных систем сотрудниками российских организаций, а также их клиентами. Привлечение для адаптации модели разнородной группы респондентов, разнообразие оцениваемых ими компьютерных программ дает основание в ряде случаев предположить повышение показателей надежности методики, например, в ситуации исследования принятия определенного типа технологии и/или исследования, проведенного в рамках конкретной организации. На данном этапе работы с моделью в высокой степени остаются открытыми вопросы принятия технологий, напрямую не связанных с решением учебных, учебно-профессиональных и рабочих задач, например, различных развлекательных интернет-сервисов, приложений, компьютерных игр и т.п.

С осторожностью следует подходить и к использованию методики по отношению к специфическим информационным технологиям наподобие цифровых банковских сервисов. Включение в соответствующую модель факторов, связанных с оценкой надежности, стабильности обеспечения конфиденциальности и защиты информации, ставит под сомнение приоритет общих компонентов простоты использования и полезности [Pikkarainen et al., 2004], кроме того, затрагивает социально-психологический феномен организационного доверия.

Актуальным направлением совершенствования методики является включение в ее структуру antecedентов – экзогенных переменных, предшественников основных конструкторов ТАМ – воспринимаемой полезности и воспринимаемой простоты использования [Tarhini, Hone, Liu, 2014; Abdullah, Ward, 2016], релевантных конкретным условиям и позволяющим не только предсказать использование технологии, но и дать объяснение причинам ее принятия или отвержения. Обычно к ним относят системные характеристики, степень поддержки обучения пользователей, их участия в дизайне и различные факторы контекста (личностные черты, демографические характеристики, культура, тип технологии, характеристики рабочих задач и др.) [Lee et al., 2003; Marangunić, Granić, 2015]. Большая группа внешних переменных выделена в модели ТАМ2; в нее вошли переменные, характеризующие процессы социального влияния («субъективные нормы», «добровольность», «репутация») и когнитивные

Калиниченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация... инструментальные процессы («актуальность для работы», «качество результата», «доступность результатов») [Venkatesh, Davis, 2000].

Изучение свойств модифицированных версий модели принятия информационных технологий представляет предмет отдельного исследования.

Выводы

1. Значения показателей надежности шкал «Воспринимаемая полезность» (0,935), «Воспринимаемая простота использования» (0,84), «Аттитюды» (0,886), «Поведенческое намерение» (0,91) сопоставимы с аналогичными показателями, полученными зарубежными исследователями в разных культурных контекстах и применительно к разным информационным системам. Общий показатель надежности методики после исключения пунктов с недостаточной гомогенностью-однородностью и дискриминативностью составил 0,872, что говорит о ее надежности.
2. Результаты поискового исследования Дэвиса и нашей психометрической проверки позволили окончательно исключить пункты Q17, Q22, Q25, Q28 шкалы «Воспринимаемая простота использования».
3. Модель эксплораторного структурного моделирования, репрезентативная выборке уверенных пользователей, позволила выделить факторы, соответствующие теоретически ожидаемым факторам «Воспринимаемая полезность» и «Воспринимаемая простота использования». В зависимости от особенностей выборки, целевых информационных систем и факторов контекста может быть выбрано подмножество исходных пунктов, лучше отвечающих содержательной валидности в каждом конкретном случае. Возможность включения в шкалу «Воспринимаемая простота использования» недискриминативных пунктов Q24, Q26, Q30 следует устанавливать дополнительно применительно к группам, отличающимся разным опытом работы с целевыми системами.
4. Дополнительное исследование показателей надежности шкал методики для определенных типов информационных систем целесообразно с привлечением однородных групп респондентов, как и выявление индикаторов реального использования систем и изучение критериальной валидности.

Литература

Батурин Н.А., Ким Т.Д., Науменко А.С. Многоуровневая модель инновационного потенциала профессионала и подходы к ее операционализации. Вестник ЮУрГУ. Серия «Психология», 2010, 4 (8), 48–57.

Войскунский А.Е. Исследования в области психологии компьютеризации: история и актуальное состояние. Национальный психологический журнал, 2006, 1(1), 58–62.

Загвязинский В.И., Строкова Т.А. Способы профилактики сопротивления инновациям. Инновационные проекты и программы в образовании, 2014, No.6, 29–35.

Левен Е.И., Суслов А.Б. Уровень владения цифровыми навыками в России и странах ЕС. Экспресс-информация ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, 9 июля 2020. <https://issek.hse.ru/news/377859466.html>.

Леонова А.Б., Мотовилина И.А. Профессиональный стресс в процессе организационных изменений. Психологический журнал, 2006, No. 2, 78–92.

Машин В.А. Методическое руководство по оценке тестовых процедур, применяемых при работе с персоналом, 2008. <http://mashinva.narod.ru/arch/PSY13a.pdf>. (дата обращения: 5.03.2021).

Мкртычян Г.А., Исаева О.М. Причины сопротивления персонала организационным изменениям: взгляд менеджеров как агентов перемен. Организационная психология, 2015, 5(1), 22–33.

Платонов В.В. «Парадокс Солоу» двадцать лет спустя, или об исследовании влияния инноваций в информационных технологиях на рост производительности. Финансы и Бизнес, 2007, No. 3, 28–38.

Сурис Л.М. (Ред.). Большой словарь иностранных слов. М.: Адепт, 2003.

Тхостов А.Ш. Культурно-историческая патопсихология. М.: Канон-плюс, 2020.

Калиниченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация...
Шмелев А.Г. Практическая тестология. М.: ООО «ИПЦ “Маска”», 2013.

Abdullah F., Ward R. Developing a general extended technology acceptance model for e-learning (GETAMEL) by analysing commonly used external factors. *Computers in Human Behavior*, 2016, 56, 238 – 256. doi:10.1016/j.chb.2015.11.036.

Adams D.A., Nelson R.R., Todd P.A. Perceived usefulness, ease of use, and usage of information technology: a replication. *MIS Quarterly*, 1992, 16(2), 227 – 247. doi: 10.2307/249577.

Ajzen I. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decisions Processes*, 1991, 50(2), 179 – 211. doi: 10.1016/0749-5978(91)90020-T.

Aloysius J.A., Davis F.D., Wilson D.D., Taylor A.R., Kottmann J.E. User acceptance of multi-criteria decision support systems: the impact of preference elicitation techniques. *European Journal of Operational Research*, 2006, 169(1), 273–285.

Asparouhov T., Muthén B. Exploratory structural equation modeling. *Structural equation modeling: a multidisciplinary approach*, 2009, 16(3), 397–438. doi: 10.1080/10705510903008204.

Bach M.P., Čeljo A., Zoroja J. Technology Acceptance Model for business intelligence systems: preliminary research. *Procedia Computer Science*, 2016, 100, 995-1001. doi: 10.1016/j.procs.2016.09.270.

Baran K.S., Stock W.G. Between the profiles: another such bias. *Technology acceptance studies on social network services. International Conference on Human-Computer Interaction*, 2015. pp. 71–77.

Buslaeva E. Technology Acceptance Model: evidence from mobile banking in Russia. Master thesis. National Research University “Higher School of Economics”, Moscow, 2016.

Davis F.D. A Technology Acceptance Model for empirically testing new end-user information systems: theory and results. PhD dissertation. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 1985.

Davis F.D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 1989, 13 (3), 319-340. doi: 10.2307/249008.

Davis F.D. User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International Journal Man-Machine Studies*, 1993, 38, 475 – 487.

DeLone W., McLean E.R. Information systems success: the quest for the dependent variable. *Information Systems Research*, 1992, 3(4), 60–95. doi: 10.1287/isre.3.1.60.

DeVellis R.F. *Scale Development: Theory and Applications*. Newbury Park, CA: Sage, 2012.

Gorry G.A., Morton M.S.S. A framework for management information systems. Working paper Alfred P. Sloan School of Management, 1971, 510–571.

Hartley C., Brecht M., Pagerly P., Weeks G., Chapanis A. & Hoecker D. Subjective time estimates of work times by office workers. *Journal of Occupational Psychology*, 1977, 50, 23–36.

Karahanna E., Straub D.W. The psychological origins of perceived usefulness and ease of use. *Information & Management*, 1999, 35, 237–250. doi:10.1016/S0378-7206(98)00096-2.

Lee D.Y., Lehto M.R. User acceptance of YouTube for procedural learning: an extension of the Technology Acceptance Model. *Computers & Education*, 2013, 61, 193–208.

Lee Y., Kozar K.A., Larsen K.R.T. The Technology Acceptance Model: Past, Present, and the Future. *Communications of the Association for Information Systems*, 2003, 12(50), 752–780.

Marangunić N., Granić A. Technology Acceptance Model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society*, 2015, 14(1), 81–95.

Mathieson K. Predicting user intentions: comparing the Technology Acceptance Model with the Theory of Planned Behavior. *Information Systems Research*, 1991, 2(3), 173–191.

Park N., Rhoads M., Hou J., Lee K.M. Understanding the acceptance of teleconferencing systems among employees: an extension of the Technology Acceptance Model. *Computers in Human Behavior*, 2014, 39, 118–127.

Pikkarainen T., Pikkarainen K., Karjaluoto H., Pahnla S. Consumer acceptance of online banking: an extension of the technology acceptance model, *Internet Research*, 2004, 14(3), 224–235.

Rahman M.M., Lesch M.F., Horrey W.J., Strawderman L. Assessing the utility of TAM, TPB, and UTAUT for advanced driver acceptance systems. *Accident Analysis and Prevention*, 2017, 108, 361–373.

Rao P., Seetharamaiah P. Organizational strategies and social interaction influence in software development effort estimation. *Journal of Computer Engineering*, 2014, 16(2), 29–40.

Schepers J., Wetzels M. A meta-analysis of the Technology Acceptance Model: investigating subjecting norms and moderation effects. *Information & Management*, 2007, 44, 90–103.

Svendsen G.B., Johnsen J.K., Almas-Sorensen L., Vitterso J. Personality and technology acceptance: the influence of personality factors on the core constructs of the Technology Acceptance Model. *Behavior & Information Technology*, 2013, 32(4), 323–334.

Swanson E.B. *Information System Implementation Bridging the Gap between Design and Utilization*, Homewood, IL: Irwin, 1988.

Tarhini A., Hone K., Liu X. Measuring the moderating effect of gender and age on e-learning acceptance in England: a structural equation modelling approach for an extended Technology Acceptance Model. *Journal of Educational Computing Research*, 2014, 51(2), 163–184. doi:10.2190/EC.51.2.b.

Van Schaik P.V., Bettany-Saltikov J.A., Warren J.G. Critical acceptance of a low-cost portable system for postural assessment. *Behaviour & Information Technology*, 2002, 21(1), 47–57.

Venkatesh V., Davis F.D. A theoretical extension of the Technology Acceptance Model: four longitudinal field studies. *Management Science*, 2000, 46(2), 186–204.

Wu M., Chou H., Weng Y., Huang Y. TAM2-based study of website user behavior – using web 2.0 websites as an example. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 2011, 8(4), 133–151.

Yi M.Y., Hwang Y. Predicting the use of web-based information systems: self-efficacy, enjoyment, learning goal orientation, and the technology acceptance model. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2003, 59, 431–449.

Приложения

Приложение 1

Список вопросов (шкалы «Воспринимаемая полезность» и «Воспринимаемая простота использования»)

Воспринимаемая полезность

- Q1** Без **X** моя работа была бы гораздо сложнее
- Q4** **X** повышает качество моей работы
- Q6** Использование **X** дает мне больший контроль над моей работой
- Q7** **X** обеспечивает выполнение важных задач, связанных с моей работой
- Q10** **X** позволяет мне быстрее выполнять рабочие задачи
- Q12** С помощью **X** мне легче справляться с моей работой
- Q15** Используя **X**, я могу выполнить гораздо больше работы, чем при отсутствии **X** или использовании альтернативного варианта
- Q16** Использование **X** сокращает время, затрачиваемое мною на задачи второстепенной важности
- Q18** **X** отвечает требованиям моей работы
- Q20** **X** повышает мою производительность
- Q23** **X** экономит мое время
- Q27** **X** улучшает показатели моей работы
- Q29** В целом я считаю **X** полезной для моей работы

Воспринимаемая простота использования

- Q2** Работая в **X**, я часто делаю ошибки
- Q3** Мне приходится часто обращаться к руководству пользователя в ходе использования **X**
- Q5** Мне было легко научиться работать с **X**
- Q8** Работа в **X** требует от меня значительных умственных усилий
- Q11** На мой взгляд, достижение высокого уровня владения **X** требует много усилий
- Q13** Взаимодействие с **X** часто меня разочаровывает
- Q14** Я считаю, что **X** очень запутанна
- Q17** Мне легко наладить работу с **X** после ошибок, которые возникают в ходе ее использования
- Q19** Используя **X**, я часто не знаю, как действовать

Q21 В ходе работы **X** часто ведет себя непредсказуемо

Q22 **X** легко направить по нужному мне пути

Q24 Мне легко запомнить, как решать задачи в **X**

Q25 **X** помогает мне при решении задач

Q26 В целом мне легко использовать **X**

Q28 В **X** нет гибкости, необходимой для взаимодействия

Q30 Работа в **X** для меня ясна и понятна

Поступила в редакцию 06 ноября 2020г. Дата публикации: 1 сентября 2021г.

Сведения об авторах

Калиниченко Надежда Сергеевна. Аспирант, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», ул. Мясницкая, 20, 101000 Москва, Россия.

E-mail: n.kalinichenko59@yandex.ru

Величковский Борис Борисович. Доктор психологических наук, доцент, кафедра методологии психологии, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, ул. Моховая, 11/9, 125009 Москва, Россия.

E-mail: velitchk@mail.ru

Аббакумов Дмитрий Федорович. Doctor of Educational Sciences (KU Leuven, Belgium), Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», ул. Мясницкая, 20, 101000 Москва, Россия.

E-mail: dabbakumov@hse.ru

Ссылка для цитирования

Калиниченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация русскоязычной версии опросника принятия информационных технологий

Адрес статьи:

<http://psystudy.ru/index.php/num/2021v14n78/1929-kalinichenko78.html>

Kalinichenko N.S.¹, Velichkovsky B.B.², Abbakumov D.F.³ Empirical evaluation of Russian version of the Technology Acceptance Questionnaire

¹National Research University "Higher School of Economics", Moscow, Russia

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

³National Research University "Higher School of Economics", Moscow, Russia

Nowadays one could hardly imagine the information systems evaluation without taking into account user motivation usually operationalized by survey methods. The Technology Acceptance Model (TAM) proposed by F. Davis, as the most universal, powerful, and cited model is widely used in the field of distance learning, healthcare, and public services. TAM has become an early attempt to capture psychological factors for studying different features of user's adaptation and actual usage of information technologies by the target populations. In the West, the questionnaires based on TAM are used by system designers to get feedback on various characteristics and functions of the interface, as a justification for choosing between software packages, for evaluating the effectiveness of training. The study provides the analysis of reliability-consistency of TAM scales: perceived usefulness, perceived ease of use, attitudes toward using and behavioral intention (Cronbach's alpha), homogeneity-uniformity (Pearson correlation coefficient) and discrimination (Guildford criterion) of individual items, the reliability of the whole test (half-split) and factorial validity of the Russian version of the questionnaire (confirmatory factor analysis and exploratory structural equation modeling). The listed tools of the classical test theory were supplemented by the method of modern psychometrics for the analysis of polytomous scales (generalized partial credit model). The overall reliability index of the questionnaire was 0,872; the factor structure identified largely corresponds to the initial theoretical framework.

Keywords: technology acceptance, perceived ease of use, perceived usefulness, user experience

References

Abdullah F., Ward R. Developing a general extended technology acceptance model for e-learning (GETAMEL) by analysing commonly used external factors. *Computers in Human Behavior*, 2016, 56, 238–256. doi:10.1016/j.chb.2015.11.036.

Adams D.A., Nelson R.R., Todd P.A. Perceived usefulness, ease of use, and usage of information technology: a replication. *MIS Quarterly*, 1992, 16(2), 227–247. doi: 10.2307/249577.

Ajzen I. The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decisions Processes*, 1991, 50(2), 179–211. doi: 10.1016/0749-5978(91)90020-T.

Калиниченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация...
Aloysius J.A., Davis F.D., Wilson D.D., Taylor A.R., Kottemann J.E. User acceptance of multi-criteria decision support systems: the impact of preference elicitation techniques. *European Journal of Operational Research*, 2006, 169(1), 273–285.

Asparouhov T., Muthén B. Exploratory structural equation modeling. *Structural equation modeling: a multidisciplinary approach*, 2009, 16(3), 397–438. doi: 10.1080/10705510903008204.

Bach M.P., Čeljo A., Zoroja J. Technology Acceptance Model for business intelligence systems: preliminary research. *Procedia Computer Science*, 2016, 100, 995-1001. doi: 10.1016/j.procs.2016.09.270.

Baran K.S., Stock W.G. Between the profiles: another such bias. *Technology acceptance studies on social network services. International Conference on Human-Computer Interaction*, 2015. pp. 71–77.

Baturin N.A., Kim T.D., Naumenko A.S. Mnogourovnevaya model' innovatsionnogo poten-tsiala professionala i podkhody k ee operatsionalizatsii. *Vestnik YuUrGU. Seriya «Psikhologiya»*, 2010, 4(8), 48–57. (in Russian)

Buslaeva E. Technology Acceptance Model: evidence from mobile banking in Russia. Master thesis. National Research University “Higher School of Economics”, Moscow, 2016.

Davis F.D. A Technology Acceptance Model for empirically testing new end-user information systems: theory and results. PhD dissertation. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 1985.

Davis F.D. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 1989, 13(3), 319-340. doi: 10.2307/249008.

Davis F.D. User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International Journal Man-Machine Studies*, 1993, 38, 475–487.

DeLone W., McLean E.R. Information systems success: the quest for the dependent variable. *Information Systems Research*, 1992, 3(4), 60–95. doi: 10.1287/isre.3.1.60.

DeVellis R.F. *Scale Development: Theory and Applications*. Newbury Park, CA: Sage, 2012.

Gorry G.A., Morton M.S.S. A framework for management information systems. Working paper Alfred P. Sloan School of Management, 1971, 510 – 571.

Hartley C., Brecht M., Pagerly P., Weeks G., Chapanis A. & Hoecker D. Subjective time estimates of work times by office workers. *Journal of Occupational Psychology*, 1977, 50, 23–36.

Karahanna E., Straub D.W. The psychological origins of perceived usefulness and ease of use. *Information & Management*, 1999, 35, 237–250. doi:10.1016/S0378-7206(98)00096-2.

Lee D.Y., Lehto M.R. User acceptance of YouTube for procedural learning: an extension of the Technology Acceptance Model. *Computers & Education*, 2013, 61, 193–208.

Lee Y., Kozar K.A., Larsen K.R.T. The Technology Acceptance Model: Past, Present, and the Future. *Communications of the Association for Information Systems*, 2003, 12(50), 752–780.

Leonova A.B., Motovilina I.A. Professional'nyi stress v protsesse organizatsionnykh izmenenii. *Psikhologicheskii zhurnal*, 2006, No. 2, 78–92. (in Russian)

Leven E.I., Suslov A.B. Uroven' vladeniya tsifrovymi navykami v Rossii i stranakh ES. *Ekspress-informatsiya ISIEZ NIU VShE*, July 9, 2020. <https://issek.hse.ru/news/377859466.html>.

Marangunić N., Granić A. Technology Acceptance Model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society*, 2015, 14(1), 81–95.

Mashin V.A. Metodicheskoe rukovodstvo po otsenke testovykh protsedur, primenyaemykh pri rabote s personalom, 2008. <http://mashinva.narod.ru/arch/PSY13a.pdf>. (in Russian)

Mkrtychyan G.A., Isaeva O.M. Prichiny soprotivleniya personala organizatsionnym izmeneniyam: vzglyad menedzherov kak agentov peremen. *Organizatsionnaya psikhologiya*, 2015, 5(1), 22–33. (in Russian)

Mathieson K. Predicting user intentions: comparing the Technology Acceptance Model with the Theory of Planned Behavior. *Information Systems Research*, 1991, 2(3), 173–191.

- Калиниченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация...
Park N., Rhoads M., Hou J., Lee K.M. Understanding the acceptance of teleconferencing systems among employees: an extension of the Technology Acceptance Model. *Computers in Human Behavior*, 2014, 39, 118–127.
- Pikkarainen T., Pikkarainen K., Karjaluoto H., Pahnla S. Consumer acceptance of online banking: an extension of the technology acceptance model, *Internet Research*, 2004, 14(3), 224–235.
- Platonov V.V. «Paradoks Solou» dvadtsat' let spustya, ili ob issledovanii vliyaniya in-novatsii v informatsionnykh tekhnologiyakh na rost proizvoditel'nosti. *Finansy i Biznes*, 2007, No. 3, 28–38. (in Russian)
- Rahman M.M., Lesch M.F., Horrey W.J., Strawderman L. Assessing the utility of TAM, TPB, and UTAUT for advanced driver acceptance systems. *Accident Analysis and Prevention*, 2017, 108, 361–373.
- Rao P., Seetharamaiah P. Organizational strategies and social interaction influence in software development effort estimation. *Journal of Computer Engineering*, 2014, 16(2), 29–40.
- Schepers J., Wetzels M. A meta-analysis of the Technology Acceptance Model: investigating subjecting norms and moderation effects. *Information & Management*, 2007, 44, 90–103.
- Shmelev A.G. *Prakticheskaya testologiya*. M.: ООО «IPTs “Maska”», 2013. (in Russian)
- Suris L.M. (Red.). *Bol'shoi slovar' inostrannykh slov*. M.: Adept, 2003. (in Russian)
- Svendsen G.B., Johnsen J.K., Almas-Sorensen L., Vitterso J. Personality and technology acceptance: the influence of personality factors on the core constructs of the Technology Acceptance Model. *Behavior & Information Technology*, 2013, 32(4), 323–334.
- Swanson E.B. *Information System Implementation Bridging the Gap between Design and Utilization*, Homewood, IL: Irwin, 1988.
- Tarhini A., Hone K., Liu X. Measuring the moderating effect of gender and age on e-learning acceptance in England: a structural equation modelling approach for an extended Technology

Калиниченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация... Acceptance Model. Journal of Educational Computing Research, 2014, 51(2), 163–184. doi:10.2190/EC.51.2.b.

Tkhostov A.Sh. Kul'turno-istoricheskaya patopsikhologiya. M.: Kanon-plyus, 2020.

Van Schaik P.V., Bettany-Saltikov J.A., Warren J.G. Critical acceptance of a low-cost portable system for postural assessment. Behaviour & Information Technology, 2002, 21(1), 47–57.

Venkatesh V., Davis F.D. A theoretical extension of the Technology Acceptance Model: four longitudinal field studies. Management Science, 2000, 46(2), 186–204.

Voiskunskii A.E. Issledovaniya v oblasti psikhologii komp'yuterizatsii: istoriya i aktual'noe sostoyanie. Natsional'nyi psikhologicheskii zhurnal, 2006, 1(1), 58–62. (in Russian)

Wu M., Chou H., Weng Y., Huang Y. TAM2-based study of website user behavior – using web 2.0 websites as an example. WSEAS Transactions on Business and Economics, 2011, 8(4), 133–151.

Yi M.Y., Hwang Y. Predicting the use of web-based information systems: self-efficacy, enjoyment, learning goal orientation, and the technology acceptance model. International Journal of Human-Computer Studies, 2003, 59, 431–449.

Zagvyazinskii V.I., Strokova T.A. Sposoby profilaktiki soprotivleniya innovatsiyam. Innovatsionnye proekty i programmy v obrazovanii, 2014, No.6, 29–35. (in Russian)

Information about authors

Kalinichenko Nadezhda S. Postgraduate student, National Research University “Higher School of Economics”, ul. Myasnitskaya, 20, 101000 Moscow, Russia.

E-mail: n.kalinichenko59@yandex.ru

Velichkovsky Boris B. Doctor of Psychology, Associate professor of the Department of Psychology, Lomonosov Moscow State University, ul. Mokhovaya, 11/9, 125009 Moscow, Russia.

E-mail: velitchk@mail.ru

Калиниченко Н.С., Величковский Б.Б., Аббакумов Д.Ф. Эмпирическая верификация...
Abbakumov Dmitry F. Doctor of Educational Sciences (KU Leuven, Belgium), National Research
University “Higher School of Economics”, ul. Myasnitskaya, 20, 101000 Moscow, Russia.
E-mail: dabbakumov@hse.ru

To cite this article

Kalinichenko N.S., Velichkovsky B.B., Abbakumov D.F. Empirical evaluation of Russian version of
the Technology Acceptance Questionnaire.