

Фокина Анастасия Алексеевна,

магистрант Института физико-математического, информационного и технологического образования, Новосибирский государственный педагогический университет; 630126, Россия, г. Новосибирск, ул. Виллюйская, 28; e-mail: fokina_anastasiya@list.ru

Каменев Роман Владимирович,

SPIN-код: 2648-1915

кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационных систем и цифрового образования, Новосибирский государственный педагогический университет; 630126, Россия, г. Новосибирск, ул. Виллюйская, 28; e-mail: romank54.55@gmail.com

Чикова Ольга Анатольевна,

SPIN-код: 1405-3242

доктор физико-математических наук, профессор кафедры информационных систем и цифрового образования, Новосибирский государственный педагогический университет; 630126, Россия, г. Новосибирск, ул. Виллюйская, 28; e-mail: chik63@mail.ru

Витюнин Максим Александрович,

SPIN-код: 7665-9220

кандидат химических наук, доцент кафедры информатики, информационных технологий и методики обучения информатике, Уральский государственный педагогический университет; 620091, Россия, г. Екатеринбург, пр-т Космонавтов, 26; e-mail: wma32189@bk.ru

УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ ОБУЧЕНИЕМ РОБОТОТЕХНИКЕ В УСЛОВИЯХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: образовательная робототехника; удовлетворенность обучением; дополнительное образование; учреждения дополнительного образования; учебные курсы; школьники; опросники; метод гибридного анализа данных

АННОТАЦИЯ. Многочисленные исследования показали, как восприятие обучаемыми образовательной робототехники Educational Robotics (ER) и их чувство академической самоэффективности могут влиять на процесс обучения. В качестве метода образовательной робототехники разработан Опросник удовлетворенности курсом робототехники Course satisfaction questionnaire ER (CSQ ER). CSQ ER включает вопросы, охватывающие области, связанные с взаимодействием между школьниками и преподавателем, взаимодействием между школьниками, организацией содержания курса, актуальностью содержания курса, методами преподавания для подачи содержания и механизмами обратной связи, принятыми в курсе. Проведен опрос учащихся организаций дополнительного образования г. Новосибирска. Анализ результатов опроса позволил предложить две модели опросника: однофакторная и двухфакторная, включающая два итоговых показателя «Удовлетворенность обучением», «Удовлетворенность обучением». Применение методологии гибридного анализа данных Structural Equation Modeling (SEM) – Artificial neural networks (ANN) обнаружило, что удовлетворенность обучением робототехнике оказывает более сильное влияние на успешность освоения курсов робототехники и информатики по сравнению с возрастом и полом респондента, при этом она сильнее влияет на академический результат по робототехнике: удовлетворенность обучением влияет сильнее, чем удовлетворенностью обучением. Сделан вывод об актуальности разработки теории и методики ER.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Фокина, А. А. Удовлетворенность обучением робототехнике в условиях дополнительного образования / А. А. Фокина, Р. В. Каменев, О. А. Чикова, М. А. Витюнин. – Текст : непосредственный // Педагогическое образование в России. – 2024. – № 4. – С. 362–376.

Fokina Anastasia Alekseevna,

Master's Degree Student of Institute of Physics, Mathematics, Information and Technological Education, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

Kamenev Roman Vladimirovich,

Candidate of Pedagogy, Associate Professor of Department of Information Systems and Digital Education, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

Chikova Olga Anatolyevna,

Doctor of Physics and Mathematics, Professor of Department of Information Systems and Digital Education, Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

Vityunin Maxim Alexandrovich,

Candidate of Chemistry, Associate Professor of Department of Informatics, Information Technologies and Methods of Teaching Informatics, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russia

SATISFACTION WITH TRAINING ROBOTICS IN ADDITIONAL CONDITIONS EDUCATION

KEYWORDS: educational robotics; satisfaction with learning; additional education; institutions of additional education; training courses; schoolchildren; questionnaires; hybrid data analysis method

ABSTRACT. Numerous studies have shown how students' perceptions of Educational Robotics (ER) and their sense of academic self-efficacy can influence the learning process. As a method of educational robotics, the Course satisfaction questionnaire ER (CSQ ER) has been developed. The CSQ ER includes questions covering areas related to student-teacher interactions, student-student interactions, organization of course content, relevance of course content, teaching methods for delivering content, and feedback mechanisms adopted in the course. A survey of students from additional education organizations in Novosibirsk was conducted. Analysis of the survey results made it possible to propose two models of the questionnaire: one-factor and two-factor, including two final indicators "Satisfaction with training", "Satisfaction with teaching". The use of hybrid data analysis methodology Structural Equation Modeling (SEM) – Artificial neural networks (ANN) found that satisfaction with robotics training has a stronger impact on the success of mastering robotics and computer science courses compared to the age and gender of the respondent, while it has a stronger effect on the academic result in robotics: and satisfaction with learning has a stronger effect than satisfaction with learning. A conclusion is drawn about the relevance of developing the theory and methodology of ER.

FOR CITATION: Fokina, A. A., Kamenev R. V., Chikova O. A., Vityunin M. A. (2024). Satisfaction with Training Robotics in Additional Conditions Education. In *Pedagogical Education in Russia*. No. 4, pp. 362–376.

Введение. В последнее десятилетие Искуственный интеллект и робототехника оказались в центре внимания как в образовательном контексте, так и в контексте научно-методических исследований. Растущий интерес со стороны научно-педагогического образовательного сообщества связан с феноменом цифровизации всех общественных процессов, что, затрагивая повседневную жизнь каждого человека, порождает новую эпоху – цифровую. В этот процесс были вовлечены все участники образовательных отношений: педагоги, обучаемые и их родители, которые столкнулись с новыми проблемами, связанными с освоением цифровых технологий. В связи с этим существует необходимость поиска решений и новых взглядов на то, как использовать цифровые технологии в образовании и, в частности, в образовательной робототехнике Educational Robotics (ER) с максимальной эффективностью [10].

Отечественные исследователи рассматривают образовательную робототехнику как междисциплинарный предмет или инновационную технологию обучения [17]. В частности, изучено влияние обучения воспитанников детского сада основам робототехники на развитие логического мышления детей вследствие качественного изменения образовательной среды дошкольной организации [21]. Проанализирован дидактический потенциал образовательной робототехники в развитии инженерного мышления школьников; подчеркивается значимость внеурочной деятельности, в частности участие обучающихся в конкурсах и олимпиадах по робототехнике для поддержания их учебной мотивации и создания ситуации успеха [3]. Развитие креативного мышления средствами образовательной робототехники рассматривается как способ подготовки кадров по приоритетным направлениям науки, техники и технологий [11], в том числе в условиях дополнительного образования [22]; уроки робототехники рассматриваются педа-

гогами как платформа для технологического суверенитета страны [6].

В условиях интеграции технологий цифровой образовательной среды в образовательное пространство школьных учреждений острым становится вопрос контроля и оценки личной академической эффективности учащихся в школе. Необходимо определить, какие аспекты личной академической эффективности учащихся наиболее задействованы и от чего они получают наибольшую «выгоду» для результатов обучения ER. Для этого важно определить инструмент для измерения личной академической эффективности учащихся. Результат таких измерений также может позволить сравнить и улучшить различные методы обучения ER. Существует множество инструментов для изучения взглядов, восприятия и отношения учителей к ER, в том числе Анкета интересов в робототехнике (RIQ), которая исследует интерес учителей к ER путем оценки его психометрических характеристик. RIQ определяет четыре важных фактора, способствующие использованию учителями ER в учебных целях: знание, интерес, чувство самоэффективности и решение проблем, работа в команде [26]. Наиболее известным инструментом для измерения академической самоэффективности учащихся, т. е. успешности в освоении данного курса, является Опросник удовлетворенности курсом Course satisfaction questionnaire (CSQ) [31]. Изначально CSQ по оценке личной академической эффективности учащихся в условиях онлайн-обучения предложен A. Frey [28]. Инструмент CSQ состоит из пунктов, охватывающих области, связанные с взаимодействием между школьниками и преподавателем, взаимодействием между школьниками, организацией содержания курса, актуальностью содержания курса, методами преподавания курса и механизмами обратной связи, принятыми в курсе, и включает 21 вопрос. CSQ во многом соответствует отечественной

методике Л. В. Мищенко «Тест-опросник изучения удовлетворенности учебной деятельностью» [13], который направлен на исследование эмоционально-оценочного отношения студентов к учебной деятельности и состоит из 70 утверждений эмоционально-оценочного характера и предложенных вариантов ответа. В опроснике «Удовлетворенность учебной деятельностью» кроме основной (суммарной) шкалы удовлетворенности учебной деятельностью были выделены следующие субшкалы: шкала удовлетворенности учебным процессом; шкала удовлетворенности воспитательным процессом; шкала удовлетворенности избранной профессией; шкала удовлетворенности взаимоотношениями с однокурсниками; шкала удовлетворенности взаимодействием с преподавателями и руководителями вуза; шкала удовлетворенности бытом, бюджетом, досугом, здоровьем.

Остановимся на содержании понятия «личная академическая эффективность» (или «академическая самоэффективность»). Следует отметить, что в научных исследованиях принято следующее содержательное определение понятийной категории «самоэффективность»: «самоэффективность – это когнитивный конструкт, выражающийся в убеждении субъекта в своей способности действовать успешно в конкретных условиях при решении субъективно сложных задач с проявлением упорства в их достижении, несмотря на возникающие трудности» [25]. При этом «понятие самоэффективности необходимо отличать от самооценки. Самооценка является представлением человека о своей личной ценности, тогда как самоэффективность – о способности совершать конкретные действия» [25]. М. Р. Шабалина трактует личную эффективность как личную успешность в освоении курса. Она полагает, что в педагогической литературе и практике, как правило, происходит подмена понятия «успешность» понятием «успеваемость», что, по сути, стимулирует стремление обучающихся добиваться учебных целей любой ценой; поддерживает мотивы соревнования и конкуренции, не подкрепляя достигнутые результаты их значением для личностного развития. Это в определенной степени несет в себе опасность с точки зрения внутреннего переживания человеком удовлетворенности своей деятельностью, поскольку первые социально значимые успехи личность достигает и переживает именно в период обучения [23]. Проведенный М. Р. Шабалиной анализ понятия «академическая успешность» в его связях с другими педагогическими категориями (эффективность и результативность учебного процесса, акаде-

мическая успеваемость, реальные учебные возможности обучающихся и т. д.) позволил сделать вывод, что академическая успешность как педагогическая категория включает в себя: результативность учебной деятельности учащегося и эффективность используемых им способов достижения учебных целей; субъективную удовлетворенность обучающегося процессом и результатами учения, т. е. переживание своей успешности. Являясь интегральным образованием, академическая успешность, с ее точки зрения, проявляется на трех уровнях: деятельностно-практическом, ориентированном на достижение значимых целей обучения; психологическом, учитывающем субъективную удовлетворенность личности обучающегося процессом и результатами учебной деятельности; ментально-аксиологическом, предполагающем соотнесение результатов учебной деятельности с нравственными путями достижения успеха. А. М. Шапоров под академической успешностью понимает «комплексную оценку процесса и результата учебной деятельности, связанную с объективными (формализованными) показателями результатов обучения и с субъективными представлениями личности о целях, содержании и успешности этой деятельности» [24]. Н. Д. Берман и А. Ю. Берман в отношении понятия «академическая самоэффективность» указывают: «Академическая самоэффективность состоит из убеждений, которые студенты имеют в отношении своих способностей к обучению, это оценка, которую они делают о своих способностях выполнять образовательную деятельность в соответствии с тремя факторами: вниманием, коммуникативностью и уверенностью» [2]. Ю. О. Дятлова, рассматривая основные психотипы личности студентов в контексте контроля самостоятельной работы, актуализирует возможности эффективного самоанализа и самореализации учащегося как личности [8]. В исследовании О. Б. Додзиной доказано повышение академической успешности обучающихся при соответствии характерного для них когнитивного стиля и стиля средств контроля учебной деятельности [5]. Предлагается обратить внимание на мотивационную сферу обучающихся, подчеркивается необходимость выявить ее особенности и использовать полученные знания для повышения успешности обучения и борьбы с неуспешностью [1].

Таким образом, восприятие школьниками образовательной робототехники ER и их удовлетворенность курсом ER могут влиять на эффективность обучения. Цель статьи: определить, какие аспекты удовлетворенности обучаемого курсом робототехники наиболее задействованы и от чего они по-

лучают наибольшую «выгоду» в процессе обучения ER. Для измерения удовлетворенности обучаемого курсом робототехники использовался разработанный авторами «Опросник удовлетворенности курсом робототехники Course satisfaction questionnaire ER (CSQ ER)». Результат таких измерений также может позволить сравнить и улучшить различные методы обучения школьников ER.

Методика проведения исследований. Методология исследования основана на применении гибридного метода анализа данных Structural Equation Modeling (SEM) – Artificial neural networks (ANN) [20] для анализа результатов измерения удовлетворенности обучаемого курсом робототехники. С использованием SPSS и модуля AMOS получены SEM- и ANN-модели взаимодействия между личными данными школьников (пол, возраст, академический результат по робототехнике (АРР), академический результат по информатике (АРИ)) и результатами измерения удовлетворенности школь-

ника дополнительным обучением робототехнике (УКР). Методология SEM+ANN использована для проведения анализа результатов измерения удовлетворенности обучаемого курсом робототехники с помощью опросника удовлетворенности курсом робототехники Course satisfaction questionnaire ER (CSQ ER) разработан авторами специально на основе русскоязычной версии опросника А. Фрей CSQ по оценке личной академической эффективности [28], которая соответствует отечественной методике Л. В. Мищенко «Тест-опросник изучения удовлетворенности учебной деятельностью» (табл. 1). CSQ ER состоит из 21 пункта, охватывающих области, связанные с взаимодействием между школьниками и преподавателем, взаимодействием между школьниками, организацией содержания курса, актуальностью содержания курса, методами преподавания для подачи содержания и механизмами обратной связи, принятыми в курсе.

Таблица 1

**Опросник удовлетворенности обучаемого курсом робототехники
Course satisfaction questionnaire ER (CSQ ER)**

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Учитель объясняет вам дополнительно материал, если урока по данной теме было недостаточно?	да (5) часто (4) трудно определить (3) редко (2) нет (1)
2	Вы проявляете уважение к учителю, тогда как ваш учитель поощряет ваш творческий поиск?	да (5) скорее да (4) трудно определить (3) скорее нет (2) нет (1)
3	Нравится ли вам участвовать с одноклассниками в совместных делах и выполнении учебных заданий?	нравится (5) скорее нравится, чем нет (4) трудно определить: нравится или не нравится (3) скорее не нравится, чем нравится (2) не нравится (1)
4	Вы лично ознакомлены с учебным планом курса?	осведомлен (5) скорее осведомлен, чем нет (4) трудно определить: осведомлен или не осведомлен (3) скорее не осведомлен, чем осведомлен (2) не осведомлен (1)
5	Вас устраивает логическая организация содержания курса робототехники? (Темы курса робототехники последовательно сменяют друг друга, будучи разбитыми на разделы; учебного времени хватает на освоение всех предлагаемых в курсе робототехники тем)	устраивает (5) скорее устраивает, чем нет (4) трудно определить: устраивает или не устраивает (3) скорее не устраивает, чем устраивает (2) не устраивает (1)
6	Учитель напоминает вам о необходимости выполнения и сдачи выполненных домашних заданий?	напоминает (5) скорее напоминает, чем нет (4) трудно определить: напоминает или не напоминает (3) скорее не напоминает, чем напоминает (2) не напоминает (1)

№	Вопрос	Варианты ответа
7	Учитель проводил специальный инструктаж по выполнению заданий?	проводил (5) скорее проводил, чем нет (4) трудно определить: проводил или не проводил (3) скорее не проводил, чем проводил (2) не проводил (1)
8	Предоставлены ли учителем вам конспекты лекций по робототехнике в открытом доступе?	предоставлены (5) скорее предоставлены, чем нет (4) трудно определить: предоставлены или не предоставлены (3) скорее не предоставлены, чем предоставлены (2) не предоставлены (1)
9	Предоставлены ли вам дополнительные учебные ресурсы по теме робототехники (например, онлайн-ресурсы)?	предоставлены (5) скорее предоставлены, чем нет (4) трудно определить: предоставлены или не предоставлены (3) скорее не предоставлены, чем предоставлены (2) не предоставлены (1)
10	Разнообразен ли формат учебных заданий по робототехнике, которые предлагает к выполнению ваш наставник? (Учитель предлагает задания, полностью основанные на программе курса или материале учебника; учитель предлагает нестандартные задания собственного авторства)	разнообразен (5) скорее разнообразен, чем нет (4) трудно определить: разнообразен или не разнообразен (3) скорее не разнообразен, чем разнообразен (2) не разнообразен (1)
11	Высока ли учебная ценность занятий по робототехнике? (В процессе обучения робототехнике у Вас формируются стремление к новым знаниям и рациональный подход к обучению; освоение курса робототехники требует от вас значительных интеллектуальных усилий и вам это нравится)	высока (5) скорее высока, чем нет (4) трудно определить: высока или не высока (3) скорее невысока, чем высока (2) не высока (1)
12	Доступны ли вам различные варианты сдачи теоретических заданий по робототехнике (электронный/письменный)?	доступны (5) скорее доступны, чем недостаточны (4) трудно определить: доступны или нет (3) скорее недоступны, чем доступны (2) не доступны (1)
13	Успевает ли учитель проверить задания до следующего занятия?	успевает (5) скорее, успевает чем не успевает (4) трудно определить: успевает или нет (3) скорее не успевает, чем успевает (2) не успевает (1)
14	Учитель разбирает и объясняет все допускаемые ошибки в домашнем задании?	да (5) скорее да (4) трудно определить (3) скорее нет (2) нет (1)
15	Обладаете ли вы доступом к своим оценкам в течение обучения?	получаю полную и своевременную информацию об оценках (5) информацию об оценках получаю, но несвоевременно (4) получаю информацию о своих оценках, но не полную (3) информацию о своих оценках получаю не оперативно и не полностью (2) не получаю информацию о своих оценках (1)
16	Учитель строит процесс преподавания на основе взаимопонимания и взаимоуважения?	да (5) скорее да (4) трудно определить (3) скорее нет (2) нет (1)

Продолжение таблицы 1

№	Вопрос	Варианты ответа
17	Учитель помогает вам разобраться со всеми проблемами и устранить непонимание учебного материала?	получаю полную и своевременную помощь педагога в освоении курса (5) получаю помощь педагога в освоении курса в полном объеме (4) получаю помощь педагога в освоении курса (3) помощь педагога в освоении курса недостаточна (2) помощь педагога в освоении курса не получаю (1)
18	Преподаватель приводит при объяснении материала по робототехнике примеры из реальной жизни?	да (5) скорее да (4) трудно определить (3) скорее нет (2) нет (1)
19	Ваш подход к изучению робототехники зависит от того, как преподается этот курс	полностью согласен (5) согласен отчасти (4) трудно сейчас определить: согласен или не согласен (3) скорее не согласен (2) не согласен (1)
20	Ваши знания и/или навыки по робототехнике в результате этого курса возросли?	да, получил знания и/или навыки по робототехнике (5) получил некоторые новые знания и/или навыки по робототехнике (4) затрудняюсь определить: насколько новые знания получил при изучении курса (3) очень мало получил новых знаний по робототехнике (2) практически ничего нового не узнал (1)
21	Уверенность в использовании знаний и/или навыков по робототехнике в результате этого курса в реальных ситуациях увеличилась?	уверенность в использовании знаний/навыков по робототехнике однозначно возросла (5) уверенность в использовании знаний/навыков по робототехнике увеличилась (4) затрудняюсь определить: возросла или нет (3) скорее не возросла, чем возросла (2) не возросла, однозначно (1)

В исследовании удовлетворенности курсом робототехники приняли участие 42 учащихся организаций дополнительного образования г. Новосибирска. О каждом респонденте получены следующие данные (в ранжированном виде): пол (1 – м, 2 – ж), возраст (8–22 лет), АРИ (2–5), АРР (2–5).

Цифровыми инструментами статистической обработки эмпирических данных были SPSS и модуль AMOS, работающий на базе SPSS. В отчетах по SEM для каждой модели сообщены χ^2 (CMIN), число степеней свободы (df), уровень значимости (p), квадратный корень из среднеквадратической ошибки аппроксимации (RMSEA).

Результаты исследования. Описательная статистика по результатам измерения удовлетворенности обучаемого курсом робототехники с помощью опросника удовлетворенности курсом робототехники Course satisfaction questionnaire ER (CSQ ER) и по данным респондентов представлена в таблице 2. Значения асимметрии результа-

тов измерения когнитивной гибкости (УКР) находятся в диапазоне допустимости (от -1 до +1), показатель эксцесса не значительно выходит за порог 1, но не превышает 2, что допустимо [16].

Коэффициенты корреляции, подсчитанные для определения связей между результатами измерения удовлетворенности обучаемого курсом робототехники и данными респондентов (пол, возраст, образование, АРИ, АРР (табл. 3)), показали, что показатель УКР слабо отрицательно коррелирует с возрастом ($r = -0,2$), т. е. у более старших обучаемых удовлетворенность курсом ER ниже; обнаружена слабая гендерная зависимость УКР (у юношей выше, чем у девушек) и на уровне высокой статистической значимости ($p < 0,001$) выявлена сильная положительная связь УКР с АРИ, АРР ($r = +0,7$), что очевидно. Альфа Кронбаха принимает значение 0,98, что означает высокую внутреннюю согласованность ответов респондентов по всем пунктам опросника CSQ ER.

Таблица 2

Описательная статистика по данным респондентов и результатам измерения удовлетворенности обучаемого курсом робототехники (УКР)

	Минимум	Максимум	Среднее	Стд. отклонение	Дисперсия	Асимметрия	Экссесс
Пол	1,00	2,00	1,4524	0,50376	0,254	0,199	-2,061
возраст	8,00	22,00	13,7619	2,53569	6,430	0,215	1,739
АРИ	2,00	5,00	3,9762	0,89683	0,804	-0,591	-0,295
АРР	2,00	5,00	3,7381	1,14890	1,320	-0,367	-1,292
УКР	2,38	5,00	4,0488	0,81041	0,657	-0,380	-1,078

Таблица 3

Коэффициенты корреляции (по Пирсону) между данными респондентов и результатами измерения удовлетворенности обучаемого курсом робототехники (УКР)

	пол	возраст	АРИ	АРР	УКР
пол	1	0,010	-0,192	-0,296	-0,163
возраст	0,010	1	-0,206	-0,323*	-0,203
АРИ	-0,192	-0,206	1	0,775**	0,711**
АРР	-0,296	-0,323*	0,775**	1	0,721**
УКР	-0,163	-0,203	0,711**	0,721**	1

* Корреляция значима на уровне 0,05 (2-сторон).

** Корреляция значима на уровне 0,01 (2-сторон).

Результат факторного анализа данных CSQ ER (табл. 1) (Метод выделения: Анализ методом главных компонент. Метод вращения: Квартимакс с нормализацией Кайзера) позволил выделить два фактора:

1. Удовлетворенность обучением (F1) – вопросы 1, 2, 4, 5, 7–12, 14, 17, 18.

2. Удовлетворенность учением (F2) – вопросы 3, 6, 13, 15, 16, 19–21 (рис. 1).

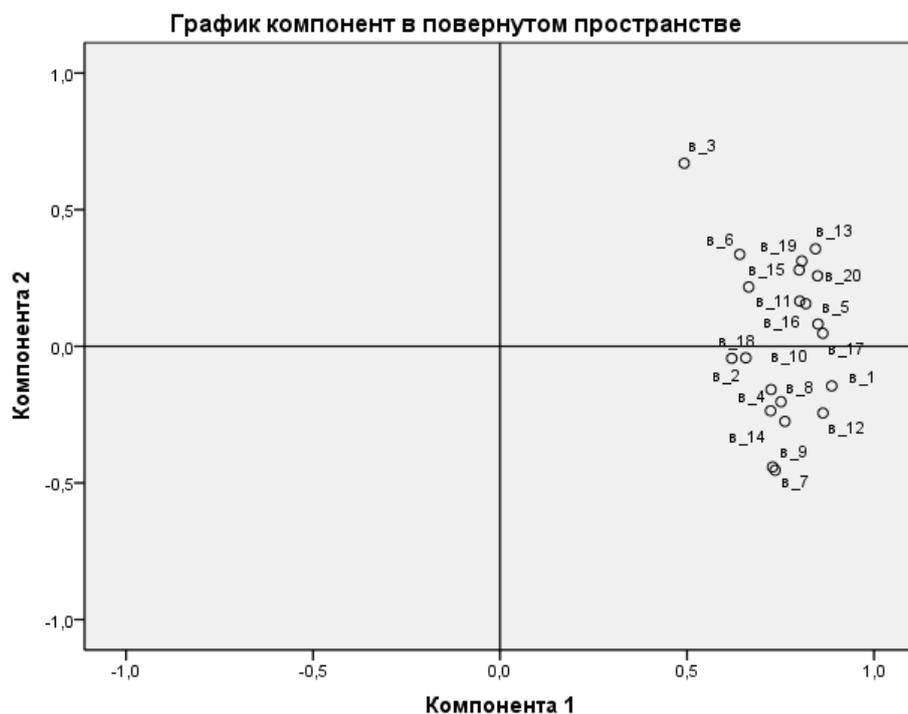


Рис. 1. Результат факторного анализа данных CSQ ER (табл. 1)

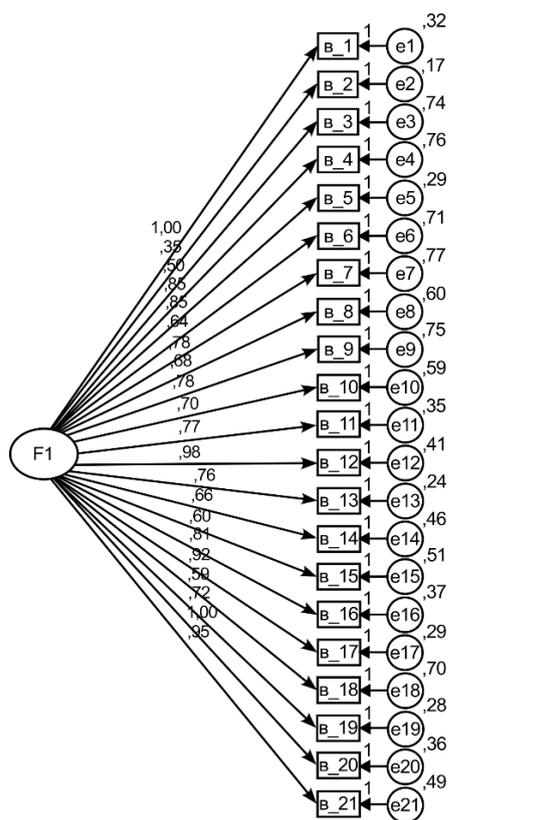
Проведен конфирматорный (подтверждающий) факторный анализ двух моделей опросника удовлетворенности обучаемого курсом робототехники CSQ ER: предполагающий наличие 21 утверждения, составляющих один интегральный показатель «УКР» (фактор F1) (рис. 2а); предполагающий наличие 21 утверждения, составляющих два итоговых показателя шкала «Удо-

влетворенность обучением» (F1) и шкала «Удовлетворенность учением» (F2) (рис. 2б). Экзогенными переменными моделей считали ответы респондентов на вопросы CSQ ER (табл. 1). Отношения между независимыми экзогенными переменными и латентными переменными (факторы F1...F2) изображены с помощью инструментов модуля AMOS на рисунке 2. Все экзогенные

переменные однонаправленно связаны с латентными переменными. Латентные переменные (факторы F1 и F2) двунаправленно связаны друг с другом (рис. 2б). Между шкалой «Удовлетворенность обучением» (F1) и шкалой «Удовлетворенность обучением» (F2) (рис. 2б) ковариация имеет значение, равное 0,56 (рис. 2б). Анализ моделей (рис. 2) показал, что они являются приемлемыми: отношение χ^2 к числу степеней свободы df около двух, квадратный корень из среднеквадратической ошибки аппроксимации RMSEA = 0,2. Таким образом, результаты конфирматорного (подтверждающего) факторного анализа моделей опросника CSQ ER (рис. 2а и рис. 2б) позволяют провести эксплораторный (исследовательский) факторный анализ эмпирических данных и изучить специфику результатов опроса CSQ ER учащихся дополнительного образования г. Новосибирска для того, чтобы сравнить и улучшить различные методы обучения школьников ER.

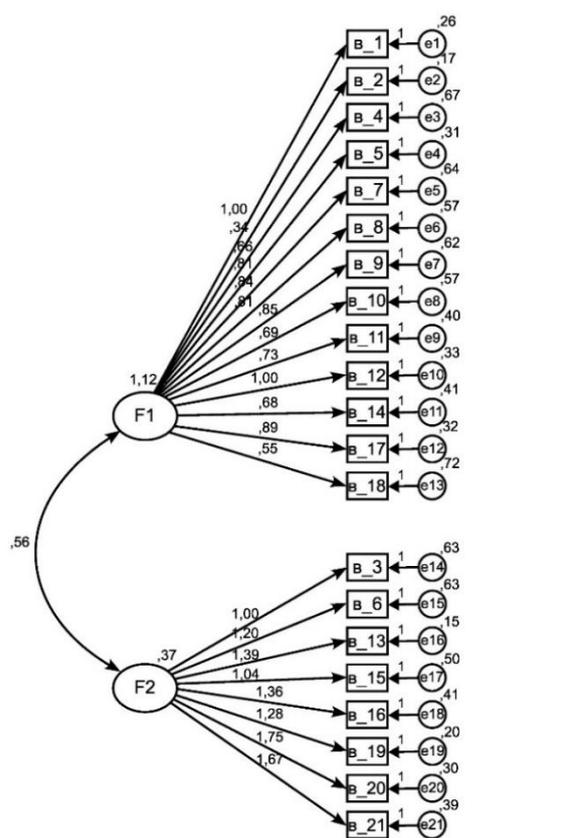
С помощью моделирования структур-

ными уравнениями (SEM) проведен эксплораторный (исследовательский) факторный анализ моделей взаимодействия между данными респондентов, УКР (фактор F1) и АРИ, АРР (рис. 3а); между личными данными респондентов, «Удовлетворенностью обучением» (фактор F1) и «Удовлетворенностью обучением» (фактор F2) и АРИ, АРР (рис. 3б). Обнаружено, что гендерная принадлежность обучаемого в три раза сильнее сказывается на успехе изучения робототехники, чем информатики – молодые люди имеют более высокий академический результат. Влияние взросления на понижение академического результата аналогично, но на порядок ниже по силе проявления. УКР оказывает более сильное влияние на АРР и АРИ по сравнению с возрастом и полом респондента, при этом УВР сильнее влияет на АРР (рис. 3а); «Удовлетворенность обучением» в 4 раза сильнее влияет на АРР, чем на АРИ, а «Удовлетворенность обучением» в 1,5 раза сильнее влияет на АРИ, чем на АРР (рис. 3б).



CMIN=505,494; df=189; p=,000; CFI=,654; RMSEA=,202

а



CMIN=469,357; df=188; p=,000; CFI=,692; RMSEA=,191

б

Рис. 2. Результаты оценки стандартизированных весовых коэффициентов для модели, предполагающей наличие 21 утверждения, составляющих:
а – один интегральный показатель «УКР» (фактор F1);
б – два итоговых показателя шкала «Удовлетворенность обучением» (F1) и шкала «Удовлетворенность обучением» (F2)

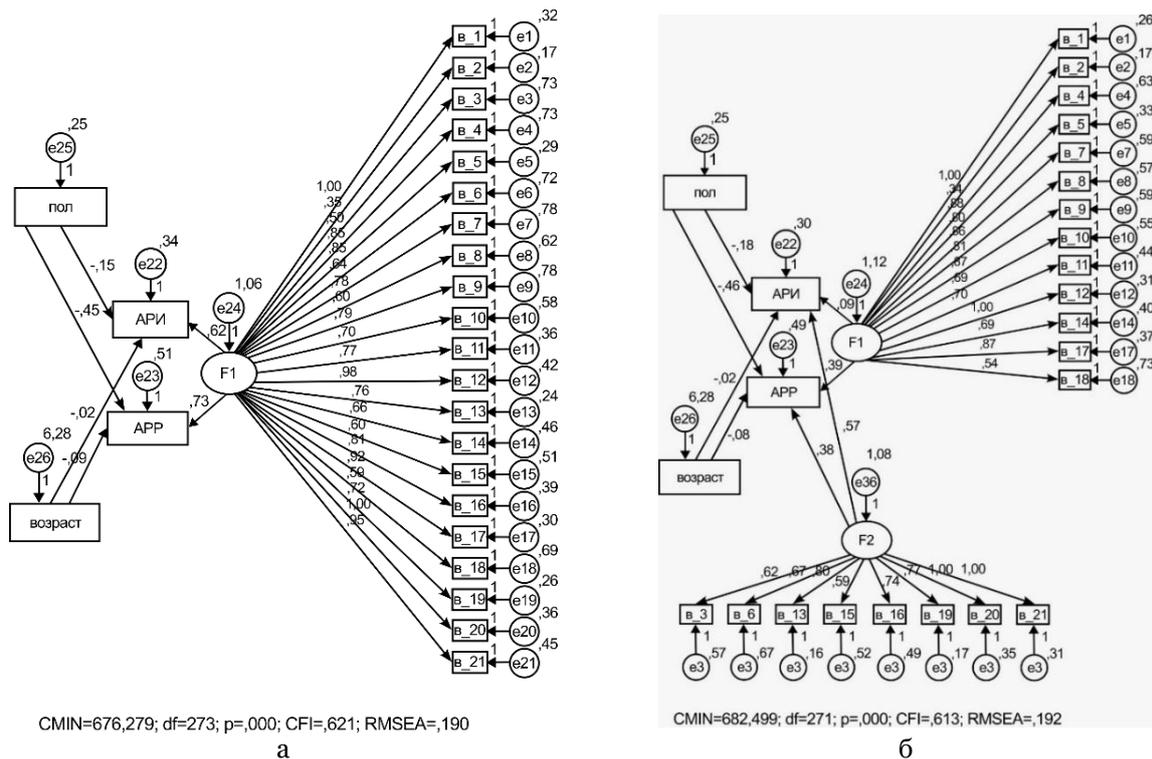


Рис. 3. Результаты оценки стандартизованных весовых коэффициентов для структурных моделей эксплораторного факторного анализа взаимодействия между данными респондентов, УКР (фактор F1) и АРИ, АРР (а); между личными данными респондентов, «Удовлетворенностью обучением» (фактор F1) и «Удовлетворенностью учением» (фактор F2) и АРИ, АРР (б)

Методом MLP-ANN получены модели взаимодействия между личными данными обучаемых – факторами (пол, возраст), ковариантом (УКР) и результатами оценки АРИ и АРР. Модель ANN включала один выходной нейрон (АРИ или АРР) и несколько входных нейронов (пол, возраст и УКР) (рис. 2). Исходные данные MLP-ANN-анализа приведены в таблице 4. Использовался многослойный перцептрон (MLP) с прямой обратной связью. MLP является наиболее популярным и широко используемым методом ANN [20]. MLP содержал входной слой с 3 нейронами (возраст, пол, АРИ и АРР), два скрытых слоя с двумя

нейронами, каждый слой и выходной слой с одним нейроном (НЛИМ). Согласно рекомендации, для моделирования MLP-ANN [20] применялась функция активации Сигмоид. В дополнение к этому использовалась десятикратная перекрестная проверка для определения точности предсказания обученной сети в соответствии с рекомендациями [20]. Среднеквадратичная ошибка для обучающих (90%) и тестовых (10%) наборов данных использовалась для определения точности прогнозирования модели ANN [13]. Кроме того, была рассчитана относительная важность (%) каждого входного предиктора [20], как показано в таблице 5.

Таблица 4

Исходные данные MLP-ANN-анализа

Модель 2				Модель 1			
Входной слой	Факторы	1	пол	Входной слой	Факторы	1	пол
		2	возраст			2	возраст
	Ковариаты	1	УКР		Ковариаты	1	УКР
	Кол-во нейронов ^а		14		Кол-во нейронов ^а		12
	Метод измерения масштаба для ковариат		Скорректировано и нормализовано		Метод измерения масштаба для ковариат		Скорректировано и нормализовано
Скрытые слои	Кол-во скрытых слоев		2	Скрытые слои	Кол-во скрытых слоев		2
	Кол-во нейронов в скрытом слое 1 ^а		2		Кол-во нейронов в скрытом слое 1 ^а		1

Продолжение таблицы 4

	Кол-во нейронов в скрытом слое 2 ^a			2		Кол-во нейронов в скрытом слое 2 ^a			1
	Функция активации		Сигмоид			Функция активации		Сигмоид	
Выходной слой	Зависимые переменные	1	АРИ		Выходной слой	Зависимые переменные	1	АРР	
	Кол-во нейронов			1		Кол-во нейронов			1
	Метод изменения масштаба для количественных зависимых переменных		Нормализовано			Метод изменения масштаба для количественных зависимых переменных		Нормализовано	
	Функция активации		Сигмоид			Функция активации		Сигмоид	
	Функция ошибки		Сумма квадратов			Функция ошибки		Сумма квадратов	

Результат оценки важности независимых переменных (пол, возраст и УКР), который согласно [29] ассоциирован с регрессионными коэффициентами SEM-модели (рис. 3а), приведен в таблицах 5–6. Использовалось автоматическое разделение данных. Анализ чувствительности в моделировании ANN (табл. 5–6) демонстрирует нормализованную важность всех использованных предикторов. Результаты анализа чувствительности показывают, что «возраст» является одним из наиболее важных предикторов АРР и АРИ при дополнительном

обучении робототехнике. Важность предиктора при ANN-анализе соответствует регрессионному коэффициенту в SEM-анализе [29]. Полученные данные показывают, что важность предикторов АРР и АРИ для ANN-анализа значительно выше, чем для SEM-анализа, что свидетельствует о том, что с помощью метода ANN эндогенные конструкции объясняются более четко, чем в методе SEM. Кроме того, причиной может быть использование метода глубокого обучения ANN для расшифровки нелинейных отношений в конструкциях [27].

Таблица 5

Результат оценки важности независимых переменных (пол, возраст и УКР) ANN-модели № 1 (табл. 4) и значения регрессионных коэффициентов SEM-модели (рис. 3а)

№	Регрессия (связь)	Регрессионный коэффициент	Значение	SEM-рейтинг	ANN-нормализованная важность (%)	ANN-рейтинг	Соответствует?
1	пол→АРР	0,45	П_Суц	2	27	3	нет
2	возраст→АРР	0,09	П_НС	3	37	2	нет
3	УКР→АРР	0,73	П_Суц	1	100	1	да

П_Суц – положительное и существенное;
 П_НС – положительное и несущественное;
 АРР – академический результат по робототехнике;
 УКР – удовлетворенность курсом робототехники.

Таблица 6

Результат оценки важности независимых переменных (пол, возраст и УКР) ANN-модели № 2 (табл. 4) и значения регрессионных коэффициентов SEM-модели (рис. 3а)

№	Регрессия (связь)	Регрессионный коэффициент	Значение	SEM-рейтинг	ANN-нормализованная важность (%)	ANN-рейтинг	Соответствует?
1	пол→АРИ	0,15	П_Суц	2	3,2	3	нет
2	возраст→АРИ	0,02	П_НС	3	45	2	нет
3	УКР→АРИ	0,62	П_Суц	1	100	1	да

П_Суц – положительное и существенное;
 П_НС – положительное и несущественное;
 АРИ – академический результат по информатике;
 УКР – удовлетворенность курсом робототехники.

Обсуждение результатов. Представлена методология интеллектуального анализа данных измерения опроса удовлетворенности курсом робототехники Course satisfaction questionnaire ER (CSQ ER). Методология исследования специфики полученных данных опроса CSQ ER была основана на применении гибридного метода анализа данных Structural Equation Modeling (SEM) – Artificial neural networks (ANN) [20]. Опросник удовлетворенности курсом робототехники Course satisfaction questionnaire ER (CSQ ER) разработан авторами на основе русскоязычной версии опросника A. Frey CSQ по оценке личной академической эффективности [28]. Факторный анализ полученных данных CSQ ER позволил выделить два фактора: Удовлетворенность обучением (F1) и Удовлетворенность учением (F2). Конфирматорный факторный анализ с помощью инструментов модуля AMOS двух моделей опросника: однофакторной, включающей один интегральный показатель «Удовлетворенность курсом робототехники» (фактор F1) и двухфакторной, включающей два итоговых показателя «Удовлетворенность обучением» (F1), «Удовлетворенность учением» (F2) показал приемлемость обеих: отношение χ^2 к числу степеней свободы df около двух [15]. SEM-анализ моделей обнаружил, что гендерная принадлежность обучаемого в три раза сильнее сказывается на успехе изучения робототехники, чем информатики – молодые люди имеют более высокий академический результат. Влияние взросления на понижение академического результата аналогично, но на порядок ниже по силе проявления. Удовлетворенность обучением робототехники оказывает более сильное влияние на успешность освоения курсов робототехники и информатики по сравнению с возрастом и полом респондента, при этом она сильнее влияет на академический результат по робототехнике; удовлетворенность обучением влияет сильнее в 4 раза, а удовлетворенность учением – в 1,5 раза сильнее. Полученные данные ANN-анализа соответствуют результатам SEM-моделирования (с учетом наличия положительных и несущественных значений коэффициентов) и показывают, что важность предикторов академического результата по информатике и робототехнике значительно выше, чем для SEM-анализа, что свидетельствует о том, что с помощью метода ANN эндогенные конструкции объясняются более четко, чем в методе SEM. Кроме того, причиной может быть использование метода глубокого обучения ANN для расшифровки нелинейных отношений в конструкциях [27].

Таким образом, разработанный авто-

рами опросник удовлетворенности курсом робототехники Course satisfaction questionnaire ER (CSQ ER) по результатам конфирматорного факторного анализа можно признать пригодным для практического использования в научно-методических исследованиях проблем организации дополнительного образования ER. Научная новизна исследования заключается в том, что опросник CSQ ER в отличие от опросника A. Frey CSQ по оценке личной академической эффективности [28], который соответствует отечественной методике Л. В. Мищенко «Тест-опросник изучения удовлетворенности учебной деятельностью», допускает структурную модель, включающую два итоговых показателя: шкала «Удовлетворенность обучением» и шкала «Удовлетворенность учением». Дидактика ER приобретает три диагностические процедуры вместо одной, педагог-исследователь при выборе образовательной стратегии может измерить «удовлетворенность курсом робототехники», «удовлетворенность обучением робототехнике» (т. е. как хорошо меня обучали?) и «удовлетворенность изучением робототехники» (т. е. как хорошо я учился?). Необходимо обратить внимание на формирующий характер шкалы «Удовлетворенность учением». Если шкала «Удовлетворенность обучением» дает ответ на вопрос о проблемах в содержании и методах ER, преодоление которых – задача педагога, то шкала «Удовлетворенность учением» мотивирует обучаемого задуматься об академической самооэффективности. На основе педагогического опыта авторы рекомендуют в качестве основного метода организации самостоятельной работы обучаемых при освоении робототехники метод проектов. Используя специальные наборы ER конструкторов роботов для различных возрастных категорий: LEGO WeDo – для детей от 7 лет, LEGO MINDSTORMS EV3 – от 10 лет, LEGO TETRIX – с 14 лет, и инструмент организации совместной работы над проектом – виртуальные интерактивные доски, удается существенно повысить показатель «Удовлетворенность обучением». Проблема повышения академической самооэффективности обучаемого, завязанная на показателе «Удовлетворенность учением», предполагает определенный уровень развития универсальных учебных действий (далее – УУД) обучаемых. К сожалению, контингент обучаемых дополнительно ER отличается существенным разбросом уровня сформированности УУД. Рекомендуем максимально использовать формирующий потенциал самооценки обучаемым академической самооэффективности по шкале «Удовлетворенность учением», в том числе персональ-

ного обсуждения результатов опроса CSQ ER. В индивидуальной работе с обучаемыми ER необходимо учитывать результаты экспериментального факторного анализа, полученные авторами: учитывать гендерную принадлежность обучаемого, так как она в три раза сильнее сказывается на успехе изучения робототехники, чем информатики – молодые люди имеют более высокий академический результат. Влияние взросления на порядок ниже по силе проявления, и его можно не брать в расчет. Следует учесть, что удовлетворенность обучением робототехники оказывает сильное влияние на академический результат по робототехнике и информатике, при этом она сильнее влияет на академический результат по робототехнике. Еще очень интересный факт в отношении академического результата по робототехнике по отношению к академическому результату по информатике: удовлетворенность обучением влияет сильнее в 4 раза, а удовлетворенность учением – в 1,5 раза сильнее. Получилось, что, повышая качество преподавания ER, добиваемся повышения успеваемости, прежде всего по ER, а не повышения уровня сформированности УУД обучаемых. Актуализируется проблема повышения академической самооффективности обучаемого, завязанная на показателе «Удовлетворенность учением», повышения уровня развития УУД обучаемых. В итоге фокус внимания в ER рекомендуется перенести на совершенствование УУД обучаемых.

Основные результаты. С целью оптимизации методов образовательной робототехники ER разработан Опросник удовлетворенности курсом робототехники Course satisfaction questionnaire ER (CSQ ER). CSQ ER включает вопросы, охватывающие области, связанные с взаимодействием между школьниками и преподавателем, взаимодействием между школьниками, организацией содержания курса, актуальностью со-

держания курса, методами преподавания для подачи содержания и механизмами обратной связи, принятыми в курсе, и их чувство академической самооффективности могут влиять на эффективность обучения. Факторный анализ полученных данных показал приемлемость двух моделей опросника: однофакторной, включающей один интегральный показатель «Удовлетворенность курсом робототехники», и двухфакторной, включающей два итоговых показателя «Удовлетворенность обучением», «Удовлетворенность учением». Полученные данные опроса 42 учащихся организаций дополнительного образования г. Новосибирска проанализированы для ответа на вопрос: какие аспекты удовлетворенности обучаемого курсом робототехники наиболее задействованы и от чего они получают наибольшую «выгоду» в процессе обучения ER. Результат таких измерений также может позволить сравнить и улучшить различные методы обучения школьников ER. Использована методология гибридного анализа данных Structural Equation Modeling (SEM) – Artificial neural networks (ANN). Обнаружено, что удовлетворенность обучением робототехнике оказывает более сильное влияние на успешность освоения курсов робототехники и информатики по сравнению с возрастом и полом респондента, при этом она сильнее влияет на академический результат по робототехнике: удовлетворенность обучением влияет сильнее в 4 раза, а удовлетворенность учением – в 1,5 раза сильнее. Таким образом, показана актуальность дальнейшей проработки вопросов повышения академической самооффективности обучаемого, отражаемой показателем «Удовлетворенность учением» и выражающаяся в повышении уровня развития УУД обучаемых. Видимо, фокус внимания в ER нужно перенести на совершенствование УУД обучаемых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьева, О. П. Теоретические подходы к изучению проблемы успешности учебной деятельности подростков в современной общеобразовательной школе / О. П. Афанасьева, И. Н. Никифорова, Е. А. Чесновицкая. – Текст : непосредственный // Преподаватель XXI век. – 2022. – № 3-1. – С. 81–88.
2. Берман, Н. Д. Самооффективность в обучении / Н. Д. Берман, А. Ю. Берман. – Текст : непосредственный // Russian Journal of Education and Psychology. – 2019. – Т. 10, № 5. – С. 10–13.
3. Гребнева, Д. М. Педагогические условия развития инженерного мышления школьников на примере обучения робототехнике / Д. М. Гребнева, А. С. Куимов. – Текст : непосредственный // Вестник Шадринского государственного педагогического университета. – 2022. – № 1 (53). – С. 15–17.
4. Гримовская, Л. М. Развитие познавательных способностей детей в проектной деятельности по экологической тематике / Л. М. Гримовская. – Текст : непосредственный // Вестник Мининского университета. – 2020. – Т. 8, № 2.
5. Додзина, О. Б. Согласованность когнитивного стиля и стиля средств контроля учебной деятельности как фактор академической успешности / О. Б. Додзина. – Текст : непосредственный // Казанский педагогический журнал. – 2021. – № 2 (145). – С. 211–218.
6. Доненко, С. Л. Уроки робототехники как платформа для технологического суверенитета страны / С. Л. Доненко, И. Л. Доненко. – Текст : непосредственный // Цифровые, компьютерные и информационные технологии в науке и образовании : сборник статей Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. – Брянск, 2023. – С. 11–14.

7. Дьячковский, М. Р. Метод проектов на занятиях по робототехнике / М. Р. Дьячковский. – Текст : непосредственный // Современные проблемы лингвистики и методики преподавания русского языка в ВУЗе и школе. – 2022. – № 40. – С. 110–112.
8. Дятлова, Ю. О. Современные требования к организации и контролю самостоятельной работы студентов в условиях информационно-образовательной среды российских вузов / Ю. О. Дятлова. – Текст : непосредственный // Сибирский педагогический журнал. – 2020. – № 2. – С. 47–57.
9. Зеникова, А. В. Робототехнические системы при осуществлении проектной деятельности учащихся 10–11 классов / А. В. Зеникова. – Текст : непосредственный // Химия и физика – XXI век. Теория, практика, образование : сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Брянск, 18–19 мая 2022 года / под редакцией Н. А. Титова. – Брянск : Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского, 2022. – С. 67–70.
10. Иванов, В. Н. Методика эффективного обучения робототехнической программно-элементной базе в школе / В. Н. Иванов, А. В. Иванов. – Текст : непосредственный // Научно-педагогическое обозрение. – 2018. – № 1 (19). – С. 157–166.
11. Крутова, И. А. Развитие креативного мышления средствами образовательной робототехники как способ подготовки кадров по приоритетным направлениям науки, техники и технологий / И. А. Крутова, О. В. Крутова. – Текст : непосредственный // Информационное общество. – 2023. – № 6. – С. 69–76.
12. Майер, Е. И. Робототехника в проектной деятельности школьников / Е. И. Майер. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2018. – № 37 (223). – С. 166–167.
13. Мищенко, Л. В. К проблеме диагностики отношения студентов к учебной деятельности / Л. В. Мищенко. – Текст : непосредственный // Вестник практической психологии образования. – 2014. – № 3. – С. 122–128.
14. Мирошниченко, А. А. Подготовка магистрантов к формированию команд, обучающихся для проектной деятельности / А. А. Мирошниченко, Д. Р. Мерзлякова. – Текст : непосредственный // Вестник Мининского университета. – 2020. – Т. 8, № 1.
15. Наследов, А. Д. IBM SPSS Statistics 20 и AMOS: профессиональный статистический анализ данных / А. Д. Наследов. – СПб. : Питер, 2013. – 413 с. – Текст : непосредственный.
16. Наследов, А. Д. SPSS: Компьютерный анализ данных в психологии и социальных науках / А. Д. Наследов. – СПб. : Питер, 2005. – 416 с. – Текст : непосредственный.
17. Петрова, Н. П. Материальная база образовательной робототехники / Н. П. Петрова, А. А. Вязьмин. – Текст : непосредственный // Вестник Армавирского государственного педагогического университета. – 2023. – № 3. – С. 25–31.
18. Трофимов, П. А. Метод проектов на занятиях по робототехнике / П. А. Трофимов. – Текст : непосредственный // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 2-5. – С. 49–51.
19. Хаулин, А. Н. Проектное обучение и образовательная робототехника / А. Н. Хаулин. – Текст : непосредственный // Технолого-экономическое образование: Достижения, инновации, перспективы. – 2019. – С. 200–204.
20. Чикова, О. А. Интеллектуальный анализ данных с использованием искусственных нейронных сетей в научно-методических проектах: реализация и оценка результата / О. А. Чикова, Р. В. Каменев, И. В. Сартаков. – Текст : непосредственный // Педагогическая информатика. – 2023. – № 3. – С. 5–30.
21. Чикова, О. А. Обучение робототехнике как условие развития логического мышления у дошкольников образовательной средой / О. А. Чикова, И. В. Сартаков, В. Р. Бурдин, Н. А. Чупин. – Текст : непосредственный // Педагогическая информатика. – 2023. – № 2. – С. 100–114.
22. Шабалин, К. В. Методы формирования креативных способностей школьников на занятиях робототехникой в условиях дополнительного образования / К. В. Шабалин. – Текст : непосредственный // Сибирский педагогический журнал. – 2020. – № 3. – С. 55–60.
23. Шабалина, М. Р. Педагогические условия повышения академической успешности студентов / М. Р. Шабалина. – Текст : непосредственный // Вестник Вятского государственного университета. – 2009. – Т. 3, № 2. – С. 59–63.
24. Шапоров, А. М. Факторы устойчивости академической успешности обучающихся / А. М. Шапоров. – Текст : непосредственный // Ярославский педагогический вестник. – 2020. – № 4 (115). – С. 25–32. – DOI: 10.20323/1813-145X-2020-4-115-25-32.
25. Шиленкова, Л. Н. Самоэффективность в образовательном процессе (обзор зарубежных исследований) / Л. Н. Шиленкова. – Текст : непосредственный // Современная зарубежная психология. – 2020. – Т. 9, № 3. – С. 69–78.
26. Agus, M. Psychometric Validation of the Robotics Interest Questionnaire (RIQ) Scale with Italian Teachers / M. Agus, G. Bonaiuti, A. Marras. – Text : electronic // J. Sci. Educ. Technol. – 2023. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10075-8> (mode of access: 22.01.2024).
27. Akour, I. A. A conceptual framework for determining metaverse adoption in higher institutions of gulf area: An empirical study using hybrid SEM-ANN approach / I. A. Akour, R. S. Al-Marouf, R. Alfaisal, S. A. Salloum. – Text : immediate // Computers and Education: Artificial Intelligence. – 2022. – Vol. 3. – Art. 100052.
28. Frey, A. Student perceptions of web-assisted teaching strategies / A. Frey, P. Yankelov, A. C. Faul. – Text : immediate // Journal of Social Work Education. – 2003. – Vol. 39. – P. 443–457.
29. Leong, I-Y. A hybrid SEM-neural network analysis of social media addiction / I-Y. Leong, T-S. Hew, K-B. Ooi et al. – Text : immediate // Expert Systems with Applications. – 2019. – Vol. 133. – P. 296–316.
30. Ooi, K-B. Mobile technology acceptance model: An investigation using mobile users to explore smartphone credit card / K-B. Ooi, G. W.-H. Tan. – Text : immediate // Expert Syst. Appl. – 2016. – Vol. 59. – P. 33–46.

31. Oyelere, S. S. Do teamwork experience and self-regulated learning determine the performance of students in an online educational technology course / S. S. Oyelere, S. A. Olaleye, O. S. Balogun et al. – Text : electronic // Educ. Inf. Technol. – 2021. – Vol. 26. – P. 5311–5335. – URL: <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10535-x> (mode of access: 22.01.2024).

REFERENCES

- Afanasyeva, O. P., Nikiforova, I. N., Chesnovitskaya, E. A. (2022). Teoreticheskie podkhody k izucheniyu problemy uspehnosti uchebnoi deyatel'nosti podrostkov v sovremennoi obshcheobrazovatel'noi shkole [Theoretical Approaches to Studying the Problem of Success of Adolescents' Educational Activities in Modern General Education Schools]. In *Prepodavatel' XXI vek*. No. 3-1, pp. 81–88.
- Berman, N. D., Berman, A. Yu. (2019). Samoefektivnost' v obuchenii [Self-efficacy in Learning]. In *Russian Journal of Education and Psychology*. Vol. 10. No. 5, pp. 10–13.
- Grebneva, D. M., Kuimov, A. S. (2022). Pedagogicheskie usloviya razvitiya inzhenernogo myshleniya shkol'nikov na primere obucheniya robototekhnike [Pedagogical Conditions for the Development of Engineering Thinking among Schoolchildren Using the Example of Teaching Robotics]. In *Vestnik Shadrinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. No. 1 (53), pp. 15–17.
- Grimovskaya, L. M. (2020). Razvitie poznatel'nykh sposobnostei detei v proektnoi deyatel'nosti po ekologicheskoi tematike [Development of Cognitive Abilities of Children in Project Activities on Environmental Topics]. In *Vestnik Mininskogo universiteta*. Vol. 8. No. 2.
- Dodzina, O. B. (2021). Soglasovannost' kognitivnogo stilya i stilya sredstv kontrolya uchebnoi deyatel'nosti kak faktor akademicheskoi uspehnosti [Coherence of Cognitive Style and Style of Means of Monitoring Educational Activity as a Factor of Academic Success]. In *Kazanskii pedagogicheskii zhurnal*. No. 2 (145), pp. 211–218.
- Donenko, S. L., Donenko, I. L. (2023). Uroki robototekhniki kak platforma dlya tekhnologicheskogo suvereniteta strany [Robotics Lessons as a Platform for the Technological Sovereignty of the Country]. In *Tsifrovye, komp'yuternye i informa-tsionnye tekhnologii v nauke i obrazovanii: sbornik statei Mezhregional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. Bryansk, pp. 11–14.
- Dyachkovsky, M. R. (2022). Metod proektov na zanyatiyakh po robototekhnike [Method of Projects in Robotics Classes]. In *Sovremennye problemy lingvistiki i metodiki prepodavaniya russkogo yazyka v VUZe i shkole*. No. 40, pp. 110–112.
- Dyatlova, Yu. O. (2020). Sovremennye trebovaniya k organizatsii i kontrolyu samostoyatel'noi raboty studentov v usloviyakh informatsionno-obrazovatel'noi sredy rossiiskikh vuzov [Modern Requirements for the Organization and Control of Students' Independent Work in the Information and Educational Environment of Russian Universities]. In *Sibirskii pedagogicheskii zhurnal*. No. 2, pp. 47–57.
- Zenikova, A. V. (2022). Robototekhnicheskie sistemy pri osushchestvlenii proektnoi deyatel'nosti uchashchikhsya 10–11 klassov [Robotic Systems in the Implementation of Project Activities for Students in Grades 10–11]. In Titov, N. A. (Ed.). *Khimiya i fizika – XXI vek. Teoriya, praktika, obrazovanie: sbornik materialov V Vse-rossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Bryansk, 18–19 maya 2022 goda*. Bryansk, Bryanskii gosudarstvennyi universitet imeni akademika I. G. Petrovskogo, pp. 67–70.
- Ivanov, V. N., Ivanov, A. V. (2018). Metodika effektivnogo obucheniya robototekhnicheskoi programmno-elementnoi baze v shkole [Methodology for Effective Teaching of Robotic Software-Element Base at School]. In *Nauchno-pedagogicheskoe obozrenie*. No. 1 (19), pp. 157–166.
- Krutova, I. A., Krutova, O. V. (2023). Razvitie kreativnogo myshleniya sredstvami obrazovatel'noi robototekhniki kak sposob podgotovki kadrov po prioritetnym napravleniyam nauki, tekhniki i tekhnologii [Development of Creative Thinking by Means of Educational Robotics as a Way of Training Personnel in Priority Areas of Science, Technology and Technology]. In *Informatsionnoe obshchestvo*. No. 6, pp. 69–76.
- Mayer, E. I. (2018). Robototekhnika v proektnoi deyatel'nosti shkol'nikov [Robotics in Project Activities of Schoolchildren]. In *Molodoi uchenyi*. No. 37 (223), pp. 166–167.
- Mishchenko, L. V. (2014). K probleme diagnostiki otnosheniya studentov k uchebnoi deyatel'nosti [On the Problem of Diagnosing the Attitude of Students in Educational Activities]. In *Vestnik prakticheskoi psikhologii obrazovaniya*. No. 3, pp. 122–128.
- Miroshnichenko, A. A., Merzlyakova, D. R. (2020). Podgotovka magistrantov k formirovaniyu komand, obuchayushchikhsya dlya proektnoi deyatel'nosti [Preparation of Master's Degree Students for the Formation of Teams Studying for Project Activities]. In *Vestnik Mininskogo universiteta*. Vol. 8. No. 1.
- Nasledov, A. D. (2013). *IBM SPSS Statistics 20 i AMOS: professional'nyi statisticheskii analiz dannykh* [IBM SPSS Statistics 20 and AMOS: Professional Statistical Data Analysis]. Saint Petersburg, Piter. 413 p.
- Nasledov, A. D. (2005). *SPSS: Komp'yuternyi analiz dannykh v psikhologii i sotsial'nykh naukakh* [SPSS: Computer Data Analysis in Psychology and Social Sciences]. Saint Petersburg, Piter. 416 p.
- Petrova, N. P., Vyazmin, A. A. (2023). Material'naya baza obrazovatel'noi robototekhniki [Material Base of Educational Robotics]. In *Vestnik Armavirskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta*. No. 3, pp. 25–31.
- Trofimov, P. A. (2016). Metod proektov na zanyatiyakh po robototekhnike [Method of Projects in Robotics Classes]. In *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. No. 2-5, pp. 49–51.
- Khauhin, A. N. (2019). Proektnoe obuchenie i obrazovatel'naya robototekhnika [Project-Based Learning and Educational Robotics]. In *Tekhnologo-ekonomicheskoe obrazovanie: Dostizheniya, innovatsii, perspektivy*, pp. 200–204.
- Chikova, O. A., Kamenev, R. V., Sartakov, I. V. (2023). Intellektual'nyi analiz dannykh s ispol'zovaniem iskusstvennykh neuronnykh setei v nauchno-metodicheskikh proektakh: realizatsiya i otsenka rezul'tata [Intelligent Data Analysis Using Artificial Neural Networks in Scientific and Methodological Projects: Implementation and Evaluation of the Result]. In *Pedagogicheskaya informatika*. No. 3, pp. 5–30.

21. Chikova, O. A., Sartakov, I. V., Burdin, V. R., Chupin, N. A. (2023). Obuchenie robototekhnike kak uslovie razvitiya logicheskogo myshleniya u doshkol'nikov obrazovatel'noi sredoi [Teaching Robotics as a Condition for the Development of Logical Thinking in Preschoolers in the Educational Environment]. In *Pedagogicheskaya informatika*. No. 2, pp. 100–114.
22. Shabalin, K. V. (2020). Metody formirovaniya kreativnykh sposobnostei shkol'nikov na zanyatiyakh robototekhniki v usloviyakh dopolnitel'nogo obrazovaniya [Methods for Developing Creative Abilities of Schoolchildren during Robotics Classes in Additional Education]. In *Sibirskii pedagogicheskii zhurnal*. No. 3, pp. 55–60.
23. Shabalina, M. R. (2009). Pedagogicheskie usloviya povysheniya akademicheskoi uspehnosti studentov [Pedagogical Conditions for Increasing the Academic Success of Students]. In *Vestnik Vyatskogo gosudarstvennogo universiteta*. Vol. 3. No. 2, pp. 59–63.
24. Shaporov, A. M. (2020). Faktory ustoychivosti akademicheskoi uspehnosti obuchayushchikhsya [Factors of Sustainability of Students' Academic Success]. In *Yaroslavskii pedagogicheskii vestnik*. No. 4 (115), pp. 25–32. DOI: 10.20323/1813-145Kh-2020-4-115-25-32.
25. Shilenkova, L. N. (2020). Samoeffektivnost' v obrazovatel'nom protsesse (obzor zarubezhnykh issledovaniy) [Self-efficacy in the Educational Process (Review of Foreign Research)]. In *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya*. Vol. 9. No. 3, pp. 69–78.
26. Agus, M., Bonaiuti, G., Marras, A. (2023). Psychometric Validation of the Robotics Interest Questionnaire (RIQ) Scale with Italian Teachers. In *J. Sci. Educ. Technol.* URL: <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10075-8> (mode of access: 22.01.2024).
27. Akour, I. A., Al-Marouf, R. S., Alfaisal, R., Salloum, S. A. (2022). A Conceptual Framework for Determining Metaverse Adoption in Higher Institutions of Gulf Area: An Empirical Study Using Hybrid SEM-ANN Approach. In *Computers and Education: Artificial Intelligence*. Vol. 3. Art. 100052.
28. Frey, A., Yankelov, P., Faul, A. C. (2003). Student Perceptions of Web-Assisted Teaching Strategies. In *Journal of Social Work Education*. Vol. 39, pp. 443–457.
29. Leong, I-Y., Hew, T-S., Ooi, K-B. et al. (2019). A Hybrid SEM-Neural Network Analysis of Social Media Addiction. In *Expert Systems with Applications*. Vol. 133, pp. 296–316.
30. Ooi, K.-B., Tan, G. W.-H. (2016). Mobile Technology Acceptance Model: An Investigation Using Mobile Users to Explore Smartphone Credit Card. In *Expert Syst. Appl.* Vol. 59, pp. 33–46.
31. Oyelere, S. S., Olaleye, S. A., Balogun, O. S. et al. (2021). Do Teamwork Experience and Self-regulated Learning Determine the Performance of Students in an Online Educational Technology Course. In *Educ. Inf. Technol.* Vol. 26, pp. 5311–5335. URL: <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10535-x> (mode of access: 22.01.2024).