

УДК 373.16:[62+51]

DOI 10.25688/2076-9121.2021.55.1.09

**О. Р. Нерадовская, Ю. В. Данейкин,
А. В. Васильев, О. В. Королёва,
Л. Н. Ларина**

Использование возможностей сетевого взаимодействия для развития инженерно-математического образования школьников на уровне региональных структур

В статье рассказывается о формировании новых механизмов управления развитием дополнительного образования детей и подростков. Важную роль в этом процессе сыграл проект «Профессионалы будущего». Обозначенный проект решает ключевые задачи ранней подготовки инженерных кадров в России через использование возможностей сетевого взаимодействия, позволяет привлекать ресурсы участвующих сторон и обеспечивать академическую мобильность обучающихся, качество обучения, а также удовлетворять возрастающую потребность в инженерном образовании будущих выпускников школ на региональном уровне.

Ключевые слова: инженерно-математическое образование; ранняя профориентация; профессионализм; сетевое взаимодействие.

Реализация приоритетных национальных проектов «Образование», «Наука», «Цифровая экономика Российской Федерации», стратегии научно-технологического развития Российской Федерации определили перспективность непрерывной подготовки специалистов высокого класса в области инженерно-математического образования (далее — ИМО). Традиционные представления о развитии данного направления в школе не соответствуют актуальным потребностям современного общества в реализации траектории «школьник – студент – инженер» в области научно-технического творчества молодежи (далее — НТТМ-образование) [3, 6, 7]. Используемые сегодня в школе подходы, методы и формы профориентации обучающихся в области ИМО не позволяют эффективно проводить работу по данному направлению, особенно на раннем этапе [9]. Кроме того, предлагаемые новации часто не соответствуют мнению научно-педагогической общественности, характеру и традициям российского образования [1].

В 2019 году количество обучающихся Томской области, участвующих в ЕГЭ по предметам инженерно-математической направленности, было следующим: профильная математика — 3156 человек, физика — 1075, химия — 664

и информатика — 890. Доля участников из г. Северска, получивших тестовый балл ЕГЭ от 61 до 80 баллов, составила: по профильной математике — 48,69 % (по Томской области — 43,52 %), по физике — 27,43 % (по Томской области — 24,19 %), по химии — 40,63 % (по Томской области — 33,78 %), по информатике — 47,83 % (по Томской области — 38,84 %). Эти факты отражают образовательный потенциал будущих инженерных кадров в отдельной области и подтверждают необходимость развития ИМО.

Современные вызовы определяют необходимый набор актуальных компетенций обучающегося, а именно: саморазвитие, навыки проектного управления, умение работать в команде и т. д. [8]. Осознанный выбор инженерно-математического направления и успешное развитие ключевых компетенций возможны при наличии опыта реального погружения в эту сферу деятельности. Цифровую экономику страны и региона, развитие инновационных предприятий и бизнеса невозможно представить без машинного обучения, обработки больших данных, искусственного интеллекта. Это сквозные технологии интегрирующие знания по математике, физике, химии и информатике. Эффективному изучению данных дисциплин способствует раннее привлечение детей к олимпиадному движению, например к кружковому движению Национальной технологической инициативы (далее — НТИ), приобретение практических навыков программирования, моделирования, проектирования, конструирования и др. в передовых инженерных областях на основе прототипирования и погружения в реальную профессиональную деятельность на базе детского технопарка «Кванториум» Томской области (далее — Кванториум). Олимпиада НТИ (далее — ОНТИ) с каждым годом становится все более популярной. Решение ключевых задач кружкового движения (далее — КД) ОНТИ улучшает качество жизни людей, делает ее безопаснее. Олимпиада НТИ стартовала в 2015 году для детей 8–11-х классов, тогда от Томской области подали заявки только 10 человек. В 2018–2019 году на первый отборочный этап было подано 339 заявок, а в 2019–2020 году в Олимпиаде КД НТИ приняли участие 2798 человек, 336 из которых — ученики 5–7-х классов, 1065 — ученики 8–9-х классов, 1315 — ученики 10–11-х классов, 82 — студенты. Обучающиеся представили следующие населенные пункты: г. Томск, г. Северск, с. Молчаново, г. Колпашево, г. Стрежевой, с. Кисловка. Так, участники Томской области выбрали 14 из 28 профилей, направленных на работу с информацией, стратегией, техникой, производством, обществом и окружающей средой. В финал олимпиады кружкового движения 2019–2020 года вошли 70 учащихся Томской области, что в 7 раз больше, чем в 2018–2019 году. По результатам финального этапа 14 человек стали победителями и призерами олимпиады НТИ, из которых 4 — победители и 11 — призеры в личном зачете в профилях «Цифровые сенсорные системы», Game.Dev, «Летательная робототехника», «Автономные транспортные системы», «Ситифермерство», «Интернет вещей» и «Аэрокосмические системы».

В настоящее время ряд исследователей отмечают целесообразность изучения вопросов профориентации современных школьников в области инженерно-математического образования с использованием возможностей сетевого взаимодействия участников-партнеров (школы, учреждения дополнительного образования, университеты и работодатели) [2].

Успешный опыт реализации совместной деятельности различных учреждений Томской области ИМО востребован сегодня и на уровне Российской Федерации. Например, проект «Научно-техническая школа Томского политехнического университета» (далее — ТПУ), реализующийся сегодня в школе № 78 г. Северска (далее — школа) с целью организации в системе непрерывного образования «среднее общеобразовательное учреждение – университет» опорной площадки по профессиональной ориентации, комплексной подготовке обучающихся школ г. Северска. В проект вовлечено более 350 специалистов системы общего, высшего и профессионального образования, более 500 обучающихся и их родителей, представителей профессиональных сообществ и общественности. Подчеркнем, что создание центра инженерно-математического образования на базе школы обеспечивает необходимые условия формирования мотивационного потенциала образовательной деятельности обучающихся к изучению математики, физики, химии, информатики в рамках концепции сетевого взаимодействия «школа – Кванториум – вуз – предприятие» и позволяет осуществлять подготовку высококвалифицированных специалистов в этих областях.

Выявленное противоречие между потребностью государства в ранней подготовке инженерных кадров для развивающихся инновационных предприятий, используя различные формы взаимодействия участников, и недостаточной изученностью возможностей сетевого взаимодействия для развития инженерно-математического образования школьников на региональном уровне, удовлетворяющих такую потребность, актуализировали проблему исследования: каким образом можно эффективно использовать возможности сетевого взаимодействия для развития инженерно-математического образования школьников на уровне региональных структур?

Целью исследования является реализация концепции сетевого взаимодействия «школа – Кванториум – вуз – предприятие» для развития системы ранней профориентации и профориентации детей 6–18 лет в области инженерно-математического образования на уровне региональных структур. Обозначенные проблема и цель работы позволили сформулировать задачи исследования: определить возможности сетевого взаимодействия для развития инженерно-математического образования школьников на региональном уровне; выявить педагогические условия ранней профориентации и профориентации детей 6–18 лет в области ИМО в формате сетевого взаимодействия; экспериментально проверить эффективность педагогических условий ранней профориентации и профориентации детей 6–18 лет в области ИМО в формате сетевого взаимодействия.

Теоретико-методологическую основу исследования составили следующие подходы: компетентностный подход, позволяющий акцентировать внимание на результатах взаимодействия, условиях его достижения и требованиях к нему; полисубъектный подход, определяющий взаимораскрытие, синергетический эффект взаимной работы организаций-партнеров [10]. Оба подхода отражают логику содержания работы. В ходе нашей работы для решения поставленных задач использовались такие ключевые методы исследования, как анализ, синтез, систематизация и обобщение психолого-педагогической, методической литературы, педагогического опыта, метод проектирования.

Основная идея представленного проекта «Профессионалы будущего» заключается в создании центра инженерно-математического образования по реализации четырехуровневой системы профориентации детей в области ИМО на базе школы в соответствии с точками ПРОдвижения. Точки ПРОдвижения — пространство, в котором сосредоточены идеи по реализации конкретного вида деятельности: познавательной, проектной, исследовательской, пробно-поисковой. Слово «ПРОдвижение» символично, имеет собственный контекст: П — перспективы, Р — развития, О — образования. Словосочетание «Точка ПРОдвижения» обозначает пространство осмысления и понимания перспектив развития образования, которое видится в движении, в активной жизненной позиции по выделенным уровням.

Первый уровень (на базе школы). Точка ПРОдвижения: олимпиадная школа. Предполагает углубленное изучение предметов физико-математического направления в рамках олимпиадной подготовки детей 1–7-х классов в формате сетевого взаимодействия «школа – Кванториум – вуз» на базе общеобразовательного учреждения с привлечением специалистов Кванториума и университета.

Второй уровень (на базе школы и Кванториума). Точка ПРОдвижения: проектная деятельность. В данной точке работа осуществляется по сквозным компетенциям НТИ: «сенсорика и компоненты робототехники», «аэро- и космические технологии», «виртуальная и дополненная реальность», «интернет вещей» и пр. на базе общеобразовательного учреждения и Кванториума в формате сетевого взаимодействия «школа – Кванториум» по двум кластерам.

Для обучающихся 5–9-х классов первый кластер организуется на базе школы в формате практикумов, вебинаров, мастер-классов, workshop, коучинг-сессий и т. д. Для начальной школы и детей-дошкольников подготовительной к школе группы организуются вводные подготовительные модули по робототехнике, математике и информационным технологиям.

Второй кластер для обучающихся 5–11-х классов реализуется в рамках комплексной программы «Инновационные проекты для профессионалов будущего». В основе обучения — выполнение реальных проектов с использованием площадок и экспертов Кванториума. Предполагается запуск образовательного комплекса, включающего в себя: дополнительные общеобразовательные

программы по математике и информатике углубленного уровня (реализуемые на площадке школы и Кванториума); краткосрочные образовательные интенсивы по сквозным технологиям НТИ (интернет вещей, большие данные, беспроводная связь и т. д.); образовательные мероприятия и соревнования, способствующие развитию навыков кооперации, коммуникации, самоорганизации.

Третий уровень (на базе вуза). Точка ПРОдвижения: научно-исследовательская деятельность. Для успешной ориентации внутри предлагаемых инженерных специализаций для обучающихся 8–11-х классов точка организуется в формате научных лабораторий. Это позволяет развивать надпредметные и метапредметные компетенции, дает глубокую мотивационную основу для изучения дисциплин данного цикла. Занятия проводят ученые и аспиранты университета, что также помогает обучающимся не только сделать осознанный выбор специальности на ранних этапах, но и успешно выстроить мировоззренческую картину научного знания.

Четвертый уровень (на базе предприятия). Точка ПРОдвижения: профессиональные пробы для обучающихся 8–11-х классов. Могут быть выбраны форматы фабрики процессов оптимизации, встреч с успешными людьми по интересующим направлениям (автоматизация процессов, IT-технологии и др.) и/или профессиям (инженер-технолог, инженер по автоматизации технологических процессов и т. д.) с привлечением специалистов работодателя. С этой точки зрения для г. Северска таковым является акционерное общество «Сибирский химический комбинат» (далее — СХК).

Представленная система ранней профилизации и профориентации детей в области инженерно-математического образования построена на основании сетевого взаимодействия основных партнеров, которыми выступают четыре стороны: школа, Кванториум, вуз (ТПУ), СХК. К участию в проекте привлечены школы г. Томска и других регионов России для апробации ряда модулей комплексной совместной образовательной программы «Инновационные проекты для профессионалов будущего» в дистанционном формате. Указанная программа отражает четырехуровневую систему ранней профилизации и профориентации детей, являющуюся элективно-вариативным треком в направлении «Робототехника». Основу программы составляет выполнение проекта в области альтернативной (солнечной) энергетики. Содержательную помощь по составлению технического задания проекта оказал Департамент энергетики Томской области. Задача проекта состояла в разработке макета системы управляющей электроники, а также макетного образца системы управления исполнительными механизмами и совместной работы теплового насоса и солнечного коллектора. В результате разрабатывается инновационный энергетический прибор, нагревающий воду до заданной температуры, запаасающий тепловую энергию в системе трубопроводов для использования в промышленных и бытовых условиях за счет поступающей от солнца энергии в виде электромагнитного излучения во всем спектре частот — от инфракрасного, видимого,

до ультрафиолетового излучения, работающего в периоды минимальной и максимальной солнечной активности. Данный прибор способен эффективно работать в условиях сильно укороченного светового дня наших широт, пасмурных дней с облачностью, достигающей 100 %, с целью обеспечения максимально эффективной системы домашнего и промышленного теплоснабжения, горячего водоснабжения энергоэффективного здания с учетом солнечной активности, непосредственным образом влияющей на эффективность работы проектируемого макетного образца солнечного коллектора.

Образовательная программа реализовывалась в формате интегрированно-учебного плана на площадках школы, Кванториума, ТПУ, СХК. В проектировании программы был применен модульный принцип планирования учебного процесса. Так, каждый модуль включал в себя занятия, проводимые на базе школы и технопарка, расположенные в логике учебного плана в последовательном порядке для обеспечения непрерывного роста компетенций обучающихся. Занятия, нацеленные на погружение в научно-исследовательскую деятельность, проводились на учебно-лабораторной базе университета в рамках системы довузовской подготовки обучающихся. Сотрудники предприятия содержательно курировали процесс подготовки школьников и проводили профориентационные мероприятия.

В ходе разработки комплексной программы, соответствующей концепции «школа – Кванториум – вуз – предприятие» были использованы: идеология обратного дизайна (создания образовательных курсов от результата — понимание через проектирование); командное обучение и др. [4, 11, 12].

При этом значимую роль в построении системы ранней профилизации в области инженерно-математического образования сыграли выделенные возможности сетевого взаимодействия: актуализация личной ответственности участников-партнеров, оперативное реагирование на изменения в условиях возникающей функциональной неопределенности, совместное проектирование вариантов оптимальных решений, получение синергетического эффекта разностороннего взаимодействия и кооперации ресурсов.

Использование возможностей сетевого взаимодействия обеспечило высокую результативность исследования, а именно:

- была систематизирована инновационная деятельность образовательного учреждения (школы) за счет формирования нормативно-правовой и организационно-методической базы (разработаны Положение об организации инновационной деятельности в рамках реализации проекта «Профессионалы будущего», Положение о деятельности творческой группы по реализации проекта и др.);
- были подготовлены и проведены обучающие вебинары для различных целевых групп по темам: «Развитие и поддержка одаренности у детей и подростков в области ИМО», «Реализация концепции сетевого взаимодействия “школа – Кванториум – вуз – предприятие” (ИМО)», «Межпредметные технологии для развития ИМО»;

– были освоены методики использования межпредметных технологий и их реализация в образовательном процессе учителями школы, что способствовало повышению квалификации педагогических и руководящих работников, развитию области ИМО в целом;

– были определены и использованы возможности сетевого взаимодействия с участниками-партнерами по обеспечению доступности качественного ИМО через проведение общего масштабного образовательного события (международный фестиваль идей «Профессионалы будущего: территория опережающего развития» для работников системы образования всех уровней, детей от 6 до 18 лет (включительно), их родителей, представителей общественных и иных организаций; осуществлена публикация учебно-методического пособия по развитию профессионализма педагогов в области инженерно-математического образования; создано открытое сетевое сообщество (федерального) «Профессионалы будущего» инновационной тематической направленности; создан видеоролик об основных этапах реализации инновационной деятельности школы в рамках мероприятия с просмотром в режиме офлайн [5];

– были интегрированы образовательные возможности сетевого взаимодействия организаций-партнеров через привлечение специалистов всех стейкхолдеров данной системы подготовки, а также материально-технической и организационно-методической баз, что было бы невозможно в любой отдельной организации в процессе профориентации и инженерно-математической подготовки обучающихся.

Одним из значимых результатов работы стало выявление ряда педагогических условий обеспечения ранней профиликации и профориентации российских школьников в области ИМО:

1. Системный учет и удовлетворение потребностей различных категорий участников образовательных отношений. На это был направлен следующий комплекс мер педагогического воздействия.

Были проведены научные лаборатории II Международного фестиваля идей «Профессионалы будущего: территория опережающего развития» для дошкольников 6–7 лет, реализация образовательной программы по развитию и поддержке одаренности у детей и подростков в области ИМО «Интеллект» для обучающихся 1–4-х классов.

Был разработан и реализован проект «Научно-техническая школа ТПУ» для обучающихся 5–9-х и 10–11-х классов, совместной дополнительной образовательной программы «Инноробот как путь в высокотехнологичную жизнь» (профилиация: «Альтернативная энергетика: гибридная солнечная электростанция для удаленных потребителей») для обучающихся 5–9-х классов; дополнительной образовательной программы «Профессиональные пробы» и «Высшая инженерная школа России» для обучающихся 9-х классов, комплексной образовательной программы «Инновационные проекты для профессионалов будущего» для обучающихся 5–11-х классов.

Были подготовлены и проведены открытые площадки, обучающие вебинары по работе с одаренными детьми, поддержке и реализации проектов инженерно-математической направленности II Международного фестиваля идей «Профессионалы будущего: территория опережающего развития».

2. Разработка и апробация совместных дополнительных образовательных программ по каждому обозначенному уровню профориентации обучающихся.

При реализации сетевого взаимодействия «школа – Кванториум – вуз» на базе школы: разработка и апробация образовательной программы по развитию и поддержке одаренности у детей и подростков в области инженерно-математического образования «Интеллект»; совместной дополнительной общеразвивающей программы «Инноробот как путь в высокотехнологичную жизнь» (профилизация: «Альтернативная энергетика: гибридная солнечная электростанция для удаленных потребителей») по сетевой форме реализации в общеобразовательной школе.

В условиях реализации сетевого взаимодействия «школа – Кванториум» на базе школы и детского технопарка «Кванториум»: разработка и апробация дополнительных образовательных программ по направлениям «Робототехника», «Космические технологии», «Энергетика», основанных на выполнении реальных проектов по сетевой форме реализации; дополнительной образовательной программы «Инноробот как путь в высокотехнологичную жизнь» (профилизация: «Альтернативная энергетика: гибридная солнечная электростанция для удаленных потребителей») по сетевой форме реализации в детском технопарке «Кванториум».

При реализации сетевого взаимодействия «школа – Кванториум – вуз» на базе вуза осуществлялась разработка и апробация дополнительной образовательной программы «Высшая инженерная школа России».

На уровне реализации сетевого взаимодействия «школа – Кванториум – вуз – предприятие» на базе СХК проводилась разработка и апробация дополнительной образовательной программы «Школа успеха».

3. Ориентация на использование акменарправленных (обеспечивающих достижение вершин развития) форм взаимодействия участников: практикумы, вебинары, мастер-классы, workshop, коучинг-сессии и т. д., выступающих в качестве эффективных форм поддержки и саморазвития участников проекта.

4. Наставниками, реализующими описанный комплекс программ, могут являться педагоги школ, преподаватели, студенты и аспиранты университетов, инженеры, лаборанты, молодые ученые и другие специалисты вуза, обладающие необходимой квалификацией и опытом, педагоги организаций дополнительного образования, работники организаций-партнеров (наставники), работники частных поставщиков образовательных услуг (специализированные направления).

5. Были организованы следующие виды работ:

- нормативно-правовое закрепление работ проекта;
- приобретение необходимого оборудования центра;

- разработка организационно-методического механизма взаимодействия школы, детского технопарка «Кванториум», вуза и предприятия;
- определение и апробация диагностического инструментария проекта, позволяющего оценить его результативность (мониторинг инновационной деятельности);
- разработка и апробация комплексной совместной образовательной программы «Инновационные проекты для профессионалов будущего», реализуемой в формате сетевого взаимодействия между школой, Кванториумом, ТПУ, СХК, отражающей механизмы совершенствования деятельности в организации технологий, содержания обучения и воспитания детей и подростков в рамках инженерно-математической направленности;
- создание стажировочной площадки для развития ИМО на базе центра школы;
- организационно-методическое закрепление работ четырех уровней по точкам ПРОдвижения: олимпиадная школа, проектная деятельность, научно-исследовательская деятельность, профессиональные пробы;
- анализ эффективности реализации проекта.

Взаимодействие участников может быть организовано как в обычном режиме в месте проведения, так и с использованием дистанционных технологий. Для размещения инновационных наработок, курсов для обучающихся и ресурсов для педагогов предполагается использовать электронный портал приоритетного регионального проекта «Территория интеллекта» — Exterium, сочетающий возможности как обучения детей, так и стажировочной площадки, ресурсов для обмена опытом педагогов. Другой возможностью является размещение онлайн-курсов на порталах Stepic и «Лекториум». Тиражирование результатов проекта предполагается через разработанную сетевую образовательную систему. Лучшие практики углубленного изучения математики, физики, химии и информатики будут распространяться в школы-партнеры, задействованные в подготовке обучающихся в контексте НТИ и цифровой экономики.

Сетевой формат взаимодействия способствовал осуществлению разработки и внедрения новых механизмов подготовки детей и молодежи, разработки совместных образовательных программ, методического обеспечения и подготовки педагогов для реализации таких программ. Ключевым подходом в работе центра в системе НТТМ-образования представляется разработка и реализация концепции системы непрерывного образования в сфере научно-технического творчества детей 6–18 лет и коллаборации взрослых (родителей, педагогов, административных работников школ, дошкольных учреждений и др.) в соответствии с содержанием концепции «школа – Кванториум – вуз – предприятие».

Следовательно, эффективное использование возможностей сетевого взаимодействия позволяет решить ключевые задачи опережающей профориентации будущих инженерных кадров в России с учетом территориального компонента,

а также повышения академической мобильности будущих выпускников школ, удовлетворения возрастающей потребности в инженерном образовании.

Перспективы реализации данного исследования связаны с поиском новых возможностей осмысления профессиональных позиций школьников, использования образовательного потенциала сетевого взаимодействия участников на муниципальном, региональном, всероссийском и международном уровнях, формирования открытого образовательного пространства.

Литература

1. Александров А. А., Федоров И. Б., Медведев В. Е. Инженерное образование сегодня: проблемы и решения // Будущее инженерного образования / под ред. А. А. Александрова, В. К. Балтяна. М., 2016. С. 5–11.
2. Айгунова О. А., Геворкян Е. Н., Осипенко Л. Е. Столичное образование и работодатели: в поисках эффективных моделей партнерства (на материале совместного мониторинга качества подготовки студентов МГПУ) // Вестник МГПУ. Серия «Педагогика и психология». 2017. № 3. С. 37–46.
3. Зайниев Р. М., Сафаров А. С. Проблемы математической подготовки в системе инженерно-технического образования. Высшее образование сегодня. 2017. № 1. С. 26–29.
4. Модель «понимание через проектирование» — это способ мышления и создания образовательных программ от результатов [Электронный ресурс] // Understanding by Design. URL: http://eduspace.pro/model_ubd (дата обращения: 22.07.2019).
5. Нерадовская О. Р. Непрерывное развитие профессионализма педагогов через использование акме-направленных форм взаимодействия // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2018. Вып. 4 (32). С. 5–11.
6. Плутенко А. Д., Лейфа А. В., Еремина В. В., Халецкая Т. В. Многоуровневая подготовка инженерных кадров в контексте непрерывного образования // Вестник Томского государственного университета. 2019. № 439. С. 178–184.
7. Сафаров А. С. Довузовская математическая подготовка как фактор повышения качества математического образования // Гуманизация образования. 2017. № 1. С. 8–13.
8. Daneykin Y., Daneykina N., Sadchenko V. Implementation of CDIO Approach in training engineering specialists for the benefit of sustainable development [Электронный ресурс] // Scopus. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84969972366&origin=resultslist> (дата обращения: 07.08.2020).
9. Daneykin Y. V., Lisichko E. V., Shestakova V. V., Daneykina N. V., Korolev A. S. Analysis of the learning model «School – University – Enterprise» in preparation of personnel pool for enterprises of Russian electrical energy industry [Электронный ресурс] // Scopus. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85019005137&origin=resultslist> (дата обращения: 01.08.2020).
10. Framework for 21st Century Learning. URL: <http://www.p21.org/our-work/p21-framework> (дата обращения: 03.05.2020).
11. Geraldine O'Neill. Programme Design. Overview of curriculum models. 2010. URL: <https://www.ucd.ie/t4cms/UCDTLP00631.pdf> (дата обращения: 02.06.2019).
12. Grant Wiggins, Jay McTighe. Understanding by Design. Chapter 1. What is Backward Design? URL: https://www.fitnyc.edu/files/pdfs/Backward_design.pdf (дата обращения: 25.07.2019).

Literatura

1. Aleksandrov A. A., Fedorov I. B., Medvedev V. E. Inzhenernoe obrazovanie segodnya: problemy i resheniya // Budushhee inzhenernogo obrazovaniya / pod red. A. A. Aleksandrova, V. K. Baltyana. M., 2016. S. 5–11.
2. Ajgunova O. A., Gevorkyan E. N., Osipenko L. E. Stolichnoe obrazovanie i rabotodateli: v poiskakh effektivnykh modelej partnerstva (na materiale sovmestnogo monitoringa kachestva podgotovki studentov MGPU) // Vestnik MGPU. Seriya «Pedagogika i psixologiya». 2017. № 3. S. 37–46.
3. Zajniev R. M., Safarov A. S. Problemy matematicheskoy podgotovki v sisteme inzhenerno-texnicheskogo obrazovaniya. Vysshее obrazovanie segodnya. 2017. № 1. S. 26–29.
4. Model «ponimanie cherez proektirovanie» — eto sposob myshleniya i sozdaniya obrazovatelnykh programm ot rezul'tatov [Elektronnyj resurs] // Understanding by Design. URL: http://eduspace.pro/model_ubd (data obrashheniya: 22.07.2019).
5. Neradovskaya O. R. Nepreryvnoe razvitie professionalizma pedagogov cherez ispol'zovanie akme-napravlennykh form vzaimodejstviya // Professional'noe obrazovanie v Rossii i za rubezhom. 2018. Vy'p. 4 (32). S. 5–11.
6. Plutenko A. D., Lejfa A. V., Eremina V. V., Xaleczkaya T. V. Mnogourovnevaya podgotovka inzhenernykh kadrov v kontekste nepreryvnogo obrazovaniya // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. 2019. № 439. S. 178–184.
7. Safarov A. S. Dovuzovskaya matematicheskaya podgotovka kak faktor povysheniya kachestva matematicheskogo obrazovaniya // Gumanizaciya obrazovaniya. 2017. № 1. S. 8–13.
8. Daneykin Y., Daneykina N., Sadchenko V. Implementation of CDIO Approach in training engineering specialists for the benefit of sustainable development [Elektronnyj resurs] // Scopus. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84969972366&origin=resultslist> (data obrashheniya: 07.08.2020).
9. Daneykin Y. V., Lisichko E. V., Shestakova V. V., Daneykina N. V., Korolev A. S. Analysis of the learning model «School – University – Enterprise» in preparation of personnel pool for enterprises of Russian electrical energy industry [Elektronnyj resurs] // Scopus. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85019005137&origin=resultslist> (data obrashheniya: 01.08.2020).
10. Framework for 21st Century Learning. URL: <http://www.p21.org/our-work/p21-framework> (data obrashheniya: 03.05.2020).
11. Geraldine O'Neill. Programme Design. Overview of curriculum models. 2010. URL: <https://www.ucd.ie/t4cms/UCDTLP00631.pdf> (data obrashheniya: 02.06.2019).
12. Grant Wiggins, Jay McTighe. Understanding by Design. Chapter 1. What is Backward Design? URL: https://www.fitnyc.edu/files/pdfs/Backward_design.pdf (data obrashheniya: 25.07.2019). www.fitnyc.edu/files/pdfs/Backward_design.pdf (accessed 25.07.2019).

**O. R. Neradovskaya, Y. V. Daneikin,
A. V. Vasiliev, O. V. Koroleva,
L. N. Larina**

**Use of Net Interoperating Means to Develop Schoolchildren's Engineering
and Mathematical Education at the Regional Level**

The article describes the formation of new mechanisms for managing the development of additional education for children and teenagers. An important role in this process was played the project "Professionals of the Future". The project solves the main tasks of early engineering personnel training in Russia by using the net interoperating means. Also it is capable of involving the participant resources and providing students' academic mobility and training quality as well as satisfying the growing demand for engineering education of future school leavers at the regional level.

Keywords: engineering and mathematical education; early vocational guidance; professionalism; net interoperating.