



Использование сквозных технологий для профессионального самоопределения школьников на уроках физики

А. В. ХУДЯКОВА

АННОТАЦИЯ

Введение. В условиях пятой промышленной революции, предполагающей устойчивое развитие экономики и общества на основе взаимодействия человека со сквозными технологиями, особо остро стоит проблема подготовки кадров для высокотехнологичных производств. Необходимость профориентации школьников на инженерные профессии определяет актуальность исследования, целью которого является разработка методики формирования знаний о высокотехнологичных устройствах и технологических процессах в школьном курсе физики.

Методы. При отборе содержания учебного материала по сквозным технологиям для школьного курса физики использовался интегративный подход, с помощью которого сквозные технологии и связанные с ними устройства были распределены по разделам курса. В апробации методики принимали участие студенты 4 и 5 курсов физического факультета Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета, проводившие в рамках педагогической практики занятия с обучающимися 8 классов школ города Перми (Российская Федерация). Для диагностики профессиональной готовности использовался опросник А.П. Чернявской, статистическая обработка результатов исследования осуществлялась на основе критерия χ^2 -Пирсона. Всего в исследовании приняло участие 250 школьников.

Результаты исследования. Данные опытно-экспериментальной работы позволяют утверждать, что в экспериментальной группе произошли статистически значимые изменения. По всем шкалам, кроме «Планирования», эмпирические значения критерия χ^2 в экспериментальной группе больше критического значения $\chi^2_{\text{крит}}=5,99$: по шкале «Автономность» $\chi^2_{\text{эмп}}=7,89$, по шкале «Информированность» $\chi^2_{\text{эмп}}=9,43$, по шкале «Принятие решения» $\chi^2_{\text{эмп}}=11,15$, по шкале «Планирование» $\chi^2_{\text{эмп}}=4,81$, по шкале «Эмоциональное отношение» $\chi^2_{\text{эмп}}=7,58$. Таким образом, разработанная методика оказывает влияние на повышение уровня готовности обучающихся к профессиональному самоопределению.

Заключение. Интеграция цифровых технологий в учебный процесс представляет собой эффективный способ реализации системы профориентационного сопровождения, направленной на формирование осознанного и устойчивого интереса к инженерным специальностям. Включение вопросов, связанных со сквозными технологиями, высокотехнологичными установками и современным производством, в образовательный процесс по физике, является одним из перспективных направлений обновления содержания школьного физического образования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

профессиональная ориентация, профессиональное самоопределение, обучение физике, сквозные технологии, цифровые технологии, интегративный подход, STEAM-образование

Для цитирования: Худякова А. В. Использование сквозных технологий для профессионального самоопределения школьников на уроках физики // Перспективы науки и образования. 2026. № 3. С. 254–270. <https://doi.org/10.32744/pse.2026.3.16>

Поступила: 20.12.2025 | Одобрена: 13.03.2026 | Опубликовано: 30.06.2026



Лицензия «С указанием авторства — С сохранением условий». Позволяет перерабатывать, исправлять и развивать произведения при условии указания авторства и лицензирования производных работ на аналогичных условиях.



The Use of Cross-Cutting Technologies for the Professional Self-Determination of School Students in Physics Lessons

A. V. KHUDYAKOVA

ABSTRACT

Introduction. Under the conditions of the Fifth Industrial Revolution, which presupposes the sustainable development of the economy and society on the basis of human interaction with cross-cutting technologies, the challenge of training personnel for high-tech industries is particularly acute. The necessity of career guidance for school students toward engineering professions determines the relevance of the study, the aim of which is to develop a methodology for the formation of knowledge about high-tech devices and technological processes in the school physics curriculum.

Materials and Methods. In selecting the content of educational material on cross-cutting technologies for the school physics course, an integrative approach was employed, through which cross-cutting technologies and their associated devices were distributed across the sections of the course. The approbation of the methodology involved 4th- and 5th-year students of the Physics Faculty of Perm State Humanitarian Pedagogical University, who conducted classes with 8th-grade school students in the schools of Perm (Russian Federation) during their teaching practice. For the diagnosis of professional readiness, the questionnaire by A.P. Chernyavskaya was used; statistical processing of the research results was performed on the basis of Pearson's χ^2 -criterion. A total of 250 school students participated in the study.

Results. The data from the experimental work allow asserting that statistically significant changes occurred in the experimental group. On all scales except "Planning", the empirical values of the χ^2 criterion in the experimental group exceeded the critical value $\chi^2_{\text{crit}} = 5.99$: on the "Autonomy" scale $\chi^2(2) = 7.89$, $p < .05$; on the "Informedness" scale $\chi^2(2) = 9.43$, $p < .05$; on the "Decision-Making" scale $\chi^2(2) = 11.15$, $p < .05$; on the "Planning" scale $\chi^2(2) = 4.81$, $p > .05$; on the "Emotional Attitude" scale $\chi^2(2) = 7.58$, $p < .05$. Thus, the developed methodology exerts an influence on increasing the level of readiness of students for professional self-determination.

Conclusion. The integration of digital technologies into the educational process represents an effective means of implementing a career guidance support system aimed at fostering a conscious and sustained interest in engineering professions. The inclusion of issues related to cross-cutting technologies, high-tech installations, and modern manufacturing in the physics educational process constitutes one of the promising directions for updating the content of school physics education.

KEYWORDS

career guidance, professional self-determination, physics education, cross-cutting technologies, digital technologies, integrative approach, STEAM education

For Citation: Khudyakova, A. V. (2026). The Use of Cross-Cutting Technologies for the Professional Self-Determination of School Students in Physics Lessons. *Perspektivy nauki i obrazovania = Perspectives of Science and Education*, (3), 254–270. <https://doi.org/10.32744/pse.2026.3.16>

Received: 20 December 2025 | Approved: 13 March 2026 | Published: 30 June 2026



This is an open access article distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike International License (CC-BY-SA 4.0) that allows others to share the work with an acknowledgement of the work's authorship and initial publication in this journal

ВВЕДЕНИЕ

Профессиональному самоопределению и профессиональной ориентации школьников на инженерные и технические специальности в настоящее время уделяется особенное внимание в связи с необходимостью подготовки кадров для высокотехнологичных и наукоемких секторов экономики. Развитие сквозных технологий, их интеграция во все аспекты деятельности привела к пятой промышленной революции [1] и необходимости пересмотра подходов к подготовке инженерных кадров для достижения целей устойчивого развития SDGs. Применение стандартов CDIO в технических вузах [2], движение WorldSkills в среднем профессиональном образовании [3] и практики STEAM-образования в школе [4] способствуют повышению престижа профессий инженерно-технологического профиля. Согласно результатам социологических опросов различных стран (Китай, GTSI; Россия, ВЦИОМ; Ipsos, Великобритания; NORC, США) инженерные профессии и профессии IT-сферы во всём мире занимают умеренно высокое положение по шкале престижа профессий, уступая медикам и специалистам финансовой сферы. В то же время, согласно данным лонгитюдного исследования «Траектории в образовании и профессии» (ТрОП), значительная часть выпускников российских школ испытывает затруднения при выборе профессии, не обладает достаточной информацией о современных инженерно-технических специальностях и перспективах их развития [5]. По той же причине во многих странах среди молодёжи приобрёл популярность годичный перерыв (Gap Year) между школой и последующим образованием, позволяющий определиться с будущей профессией и возможностями карьерного роста [6].

Как отмечается в Концепции технологического развития на период до 2030 года, дефицит квалифицированных кадров в сферах высоких технологий и инженерных дисциплин в России связан со снижением престижа научных профессий на предыдущих этапах технологического развития страны. Поэтому с 2025 года реализуется комплексный план мероприятий по повышению качества математического и естественно-научного образования на период до 2030 года, один из разделов которого предполагает обновление содержания учебных предметов.

В кодификаторе проверяемых требований к предметным результатам освоения основной образовательной программы основного общего образования по физике перечислены технические устройства, с которыми должны познакомиться обучающиеся при изучении тем в рамках федеральной рабочей программы по физике [7]. Например, в теме «Световые явления» изучаются очки, перископ, фотоаппарат, оптические световоды, но не упоминается оборудование виртуальной и дополненной реальности, принцип действия которого основан на интерференции и дифракции света. В теме «Квантовые явления» из технических устройств указаны лишь спектроскоп, индивидуальный дозиметр и камера Вильсона, но не затрагиваются современные квантовые технологии и связанные с ними квантовые компьютеры, сенсоры и лазеры, работающие по законам квантовой механики.

Возникает противоречие между содержанием физического образования и новыми требованиями к уровню знаний и практических умений выпускников основной школы, обусловленными национальными проектами технологического лидерства.

Целью настоящей статьи является разработка методики формирования знаний о высокотехнологичных устройствах и технологических процессах в школьном курсе физики. Результативностью использования методики будет выступать готовность обучающихся к выбору профессий, в том числе физико-технического профиля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методы исследования включали в себя анализ публикаций, посвящённых проблеме профессионального самоопределения обучающихся, изучение нормативных документов, регламентирующих развитие и внедрение сквозных технологий в Российской Федерации, и статистическую обработку результатов опытно-экспериментальной работы с помощью χ^2 -критерия Пирсона. Основным методологическим подходом при отборе содержания учебного материала по сквозным технологиям для школьного курса физики выступил интегративный подход, определяющий конвергенцию технологий [8] и их влияние на деятельность субъектов образовательного процесса.

На основе анализа перечня сквозных технологий, представленного в Концепции технологического развития России на период до 2030 года [9] и основных направлений реализации Концепции преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации [10], были определены элементы содержания – физические законы, явления и закономерности, лежащие в основе функционирования каждой сквозной технологии. Далее подобраны примеры высокотехнологичных устройств и процессов, соответствующие выбранной технологии. После этого сквозные технологии и связанные с ними устройства были распределены по разделам школьного курса физики.

На следующем этапе были разработаны методические рекомендации для учителя по изучению физических основ сквозных технологий и элементов системы научных знаний по физике, лежащих в основе функционирования высокотехнологичных устройств и технологических процессов. Поскольку сквозные технологии являются междисциплинарными, для проектирования занятий целесообразно использовать STEAM-подход, основу которого составляют проблемный, научно-исследовательский и практико-ориентированный методы.

Разработанная методика формирования знаний о высокотехнологичных устройствах и технологических процессах была апробирована студентами 4 и 5 курсов физического факультета Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета в ходе производственной педагогической практики в школе. В опытно-экспериментальной работе принимали участие школьники 8 классов следующих образовательных организаций города Перми: МАОУ «СОШ №60», МАОУ «СОШ №116», МАОУ «СОШ № 122» и МАОУ «Школа дизайна «Точка». В каждой школе было выбрано два класса, один из которых представлял собой экспериментальную группу, а второй – контрольную группу. Всего в исследовании приняло участие 250 школьников. Для диагностики профессиональной готовности использовался опросник А.П. Чернявской, состоящий из пяти шкал: автономность – 20 вопросов, информированность – 17 вопросов, принятие решения – 20 вопросов, планирование – 20 вопросов, эмоциональное отношение – 22 вопроса [11, с. 73].

Эффективность апробации методики, направленной на формирование знаний о высокотехнологичных устройствах и технологических процессах при обучении физике, определялась с помощью положительной динамики готовности обучающихся к профессиональному самоопределению, проявляющейся в её изменении после опытно-экспериментальной работы. Для статистической обработки результатов диагностики применялся χ^2 -критерий Пирсона. Расчёт критерия проводился онлайн на платформе <https://www.psychol-ok.ru/statistics/pearson/>.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В российской науке исследование проблемы профессионального самоопределения обучающихся осуществляется педагогами и учёными в различных направлениях, теоретическую основу которых составляет концепция профессора С.Н. Чистяковой [12]. Работы по профориентации подростков часто используют психодиагностики, такие как «Тест смысловых ориентаций» Д.А. Леонтьева, диагностический опросник Е.А. Климова, методику «Иерархия жизненных ценностей» Г.В. Резапкиной [13]. Тест американского психолога Эдгара Шейна позволяет определить, что привлекает школьника в той или иной деятельности. Автор выделяет восемь якорей или карьерных ориентаций, во многом совпадающих с углами ситуаций выбора профессии, описанных Е.А. Климовым [14].

В.И. Блинов, И.С. Сергеев, С.А. Осадчева обращают внимание на преемственность образовательных программ в системе профессиональной подготовки и необходимость сопровождения профессионального самоопределения обучающихся в условиях непрерывного образования [15]. В статье О.Н. Логвиновой описываются модели взаимодействия образовательных организаций и производственных компаний (предприятий) для профессиональной ориентации школьников [16].

В ряде исследований, проведённых учёными зарубежных стран, демонстрируется, что формы и методы организации деятельности обучающихся с привлечением ресурсов высших учебных заведений оказывают влияние на выбор инженерных профессий школьниками [17].

В исследовании П. Шюле подчёркивается значимость социально-экономических условий для построения старшеклассниками образовательных стратегий [18]. К. Пейдж, Ф. Уорд, Д. Хаддад и др. отмечают, что участие школьников в университетских программах, таких как MIT's outreach initiatives или летние STEAMD-школы, увеличивает вероятность выбора инженерных специальностей на 25-40% [19]. Эффективными также оказываются экскурсии в лаборатории, хакатоны и проекты, где школьники решают реальные инженерные задачи. Согласно исследованию Д. Пурохит, в Австралии и Великобритании партнерство образования и промышленности интегрированы в национальные стратегии профориентации, что повышает мотивацию обучающихся к техническим профессиям [20]. Как отмечается в исследовании Е.И. Казаковой, А.С. Крепш, российские школьники и студенты даже стали предпочитать обучение на партнерских программах от компаний классическому дополнительному образованию, курсам повышения квалификации и профессиональной переподготовки при университетах [21].

Результаты научно-исследовательской работы коллектива авторов под руководством Ф. Кастро-Вильярреал показали, что целенаправленная подготовка учителей STEM-дисциплин к деятельности по формированию у школьников готовности к профессиональному самоопределению в рамках естественно-научного образования оказывает влияние на выбор будущей профессии [22].

Необходимость пересмотра профориентационного сопровождения в школе и вузе в условиях стремительных технологических изменений изучается в исследовании К. Фостер, Л. Ламберт, Р. Соломона, Х. Перкинс и Ш. Масани [23]. Учёные отмечают, что цифровые технологии, включая технологии искусственного интеллекта и биотехнологии, ускоряют трансформацию рынка труда в STEM-дисциплинах, делая традиционные методы профориентации неэффективными. Авторы предлагают интегрировать виртуальные симуляции экспериментов, анализ больших данных о карьерных траекториях и онлайн-платформы для оценки навыков, чтобы помочь студентам адаптироваться к новым ролям, таким как биоаналитик или специалист по геномному моделированию. Как указывают в своей работе И.Н. Сапутро и М. Нуртанта, сквозные технологии, используемые в современных производственных процессах, привлекают детей и могут служить решающим фактором в выборе профессии [24].

Обзор современных международных исследований проблемы активизации профессионального самоопределения старшеклассников, представленный в статье Т.А. Егоренко, выявляет эффективные способы реализации системы профориентационного сопровождения в школе, среди которых приемы релевантных интервенций, наставничество и интеграция цифровых технологий в учебный процесс [25].

Как показывает анализ продуктивных зарубежных и отечественных практик организации профориентационной работы с обучающимися, направленной на формирование осознанного и устойчивого интереса к инженерным специальностям, на современном этапе технологического развития важным трендом является использование потенциала цифровой образовательной среды. По результатам масштабного эксперимента, проведенного М. Лохакан и Ч. Ситао в области STEM-образования для старшеклассников в Таиланде, использование набора инструментов искусственного интеллекта на основе компьютерного зрения и Python способствует повышению качества образования и вовлеченности обучающихся в активные виды деятельности [26]. Поэтому в содержание школьных естественнонаучных предметов необходимо добавить материалы, связанные с новыми технологиями, применяющимися на производстве.

В российском образовании работа по обновлению содержания физического образования в основной школе на основе информационного подхода впервые была проведена в диссертационном исследовании Г.Н. Степановой [27]. В условиях цифровой трансформации и четвертой промышленной революции многие механические объекты производства были автоматизированы, появились высокотехнологичные умные устройства, киберфизические системы и Интернет вещей (IoT). В связи с этим прикладной материал, указанный в календарно-тематическом планировании школьного курса физики, требует пересмотра и дополнения. Подходы, которые предлагает Индустрия 4.0, предполагают достижение более высокой эффективности и производительности с помощью сквозных цифровых технологий, перечень которых представлен в Концепции технологического развития России на период до 2030 года [9] и направлениях проектов технологического лидерства.

Ниже представлено примерное распределение сквозных цифровых технологий по разделам школьного курса физики 7 – 9 класса. Предлагается дополнить содержание каждого раздела федеральной рабочей программы перечнем сквозных технологий, функционирование которых основано на изучаемых элементах системы научных знаний (понятиях, величинах, законах), и примерами высокотехнологичных устройств, используемых на современном производстве.

Раздел 1. Физика и ее роль в познании окружающего мира.

Элементы содержания: измерение физических величин.

Сквозная технология: технологии сенсорики.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: цифровые лаборатории по физике, приложения в смартфонах.

Раздел 2. Первоначальные сведения о строении вещества.

2.1. Элементы содержания: свойства кристаллических решёток.

Сквозная технология: технологии новых материалов и веществ, их моделирования и разработки.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: графен в гибких экранах, сверхпроводящие магниты в МРТ-аппаратах.

2.2. Элементы содержания: диффузия веществ через мембраны.

Сквозная технология: технологии управления свойствами биологических объектов (биофизика).

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: диализаторы искусственной почки, искусственные лёгкие, лейкопластыри с лекарством.

2.3. Элементы содержания: строение вещества: атомы и молекулы.

Сквозная технология: молекулярная инженерия в науках о жизни.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: технология редактирования генома CRISPR.

Раздел 3. Движение и взаимодействие тел.

Элементы содержания: закон Гука.

Сквозная технология: бионическая инженерия в медицине (биомеханика).

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: бионические протезы рук с управлением от нервов (упругость протезов).

Раздел 4. Давление твердых тел, жидкостей и газов.

4.1. Элементы содержания: закон Паскаля.

Сквозная технология: технологии компонентов робототехники и мехатроники.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: гидравлические приводы и манипуляторы роботов (домкраты, прессы, тормоза экскаваторов).

4.2. Элементы содержания: закон Архимеда.

Сквозная технология: перспективные космические системы и сервисы.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: спутниковые поплавковые стабилизаторы и морские платформы запуска.

Раздел 5. Работа и мощность. Энергия.

5.1. Элементы содержания: закон сохранения энергии.

Сквозная технология: развитие водородной энергетики.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: серводвигатели в роботах-манипуляторах.

5.2. Элементы содержания: правило равновесия рычага.

Сквозная технология: технологии компонентов робототехники и мехатроники.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: получение водорода из воды.

Раздел 6. Тепловые явления.

6.1. Элементы содержания: теплообмен и тепловое равновесие. Уравнение теплового баланса.

Сквозная технология: ускоренное развитие генетических технологий.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: амплификатор (термоциклер) для проведения ПЦР.

6.2. Элементы содержания: теплопроводность.

Сквозная технология: технологии новых материалов и веществ, их моделирования и разработки.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: аэрогели (термоизоляция) в спецодежде пожарных; тепловые трубки для охлаждения в ноутбуках.

6.3 Элементы содержания: парообразование и конденсация.

Сквозная технология: технологии снижения антропогенного воздействия.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: приборы очистки воды, воздуха и улавливания выбросов, конденсационные котлы, паровые стерилизаторы.

Раздел 7. Электрические и магнитные явления.

7.1. Элементы содержания: Действия электрического тока (тепловое, химическое, магнитное).

Сквозная технология: развитие водородной энергетики.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: водородные топливные элементы Toyota Mirai (электрохимический генератор).

7.2. Элементы содержания: закон Ома.

Сквозная технология: искусственный интеллект, включая технологии машинного обучения и когнитивные технологии.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: голосовые помощники, генеративные нейросети.

7.3. Элементы содержания: закон Ома.

Сквозная технология: технологии распределённых реестров.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: блокчейн, криптография.

7.4. Элементы содержания: магнитное поле электрического тока.

Сквозная технология: технологии хранения и анализа больших данных.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: Yandex Disk (хранилища файлов).

7.5. Элементы содержания: магнитное поле электрического тока.

Сквозная технология: технологии доверенного взаимодействия.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: защита чипа в банковской карте, Face ID.

7.6. Элементы содержания: магнитное поле электрического тока.

Сквозная технология: квантовые вычисления.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: ускорители элементарных частиц.

7.7. Элементы содержания: явление электромагнитной индукции.

Сквозная технология: технологии транспортировки электроэнергии и распределенных интеллектуальных энергосистем.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: беспроводная зарядка, поезда на магнитной подушке.

7.8. Элементы содержания: явление электромагнитной индукции.

Сквозная технология: новое индустриальное и общесистемное программное обеспечение.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: промышленный Интернет вещей (датчики и приводы, программное обеспечение, сеть), высокоскоростные шины данных.

7.9. Элементы содержания: явление электромагнитной индукции.

Сквозная технология: системы накопления энергии.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: беспроводные зарядки, литий-титанатные аккумуляторы (LTO).

Раздел 8. Механические явления.

8.1. Элементы содержания: законы Ньютона.

Сквозная технология: технологии компонентов робототехники и мехатроники.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: роботы-манипуляторы (балансировка, пневматический захват), полёты дронов, движение беспилотных автомобилей.

8.2. Элементы содержания: закон сохранения импульса.

Сквозная технология: перспективные космические системы и сервисы.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: космические полёты: спутники, ракеты, марсоходы.

Раздел 9. Механические колебания и волны.

9.1. Элементы содержания: инфразвук и ультразвук.

Сквозная технология: технологии сенсорики.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: УЗ-датчики в роботах, парктроники автомобилей.

9.2. Элементы содержания: резонанс.

Сквозная технология: технологии сенсорики.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: гироскоп.

Раздел 10. Электромагнитное поле и электромагнитные волны.

10.1. Элементы содержания: электромагнитные волны.

Сквозная технология: современные и перспективные сети мобильной связи.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: 5G в смартфонах, Wi-Fi в роутерах, спутниковый интернет.

10.2. Элементы содержания: электромагнитные волны.

Сквозная технология: геоданные и геоинформационные технологии.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: создание карт и 3D-моделей рельефа с помощью спутников и дронов, GPS-приёмники.

10.3. Элементы содержания: электромагнитные волны.

Сквозная технология: искусственный интеллект, включая технологии машинного обучения и когнитивные технологии.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: обработка и анализ пространственных данных, получаемых с помощью спутниковых снимков, радиотелескопы.

10.4. Элементы содержания: рентгеновское излучение.

Сквозная технология: квантовые вычисления.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: СКИФ (Сибирский Кольцевой Источник Фотонов) для генерации сверхъяркого рентгеновского излучения.

Раздел 11. Световые явления.

11.1. Элементы содержания: отражение и преломление света.

Сквозная технология: геоданные и геоинформационные технологии.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: спутниковые снимки.

11.2. Элементы содержания: интерференция и дифракция света.

Сквозная технология: нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальностей.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: оборудование виртуальной и дополненной реальности (VR/AR очки, шлемы).

11.3. Элементы содержания: полное внутреннее отражение света.

Сквозная технология: микроэлектроника и фотоника.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: оптический световод.

Раздел 12. Квантовые явления.

12.1. Элементы содержания: испускание и поглощение света атомом.

Сквозная технология: микроэлектроника и фотоника.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: солнечные панели, камеры смартфонов, лазерные принтеры, светодиоды (LED).

12.2. Элементы содержания: давление света.

Сквозная технология: перспективные космические системы и сервисы.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: солнечный парус.

12.3. Элементы содержания: кванты.

Сквозная технология: квантовые вычисления.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: квантовый компьютер.

12.4. Элементы содержания: кванты.

Сквозная технология: квантовые коммуникации.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: оптоволокно, квантовый ключ, квантовые повторители.

12.5. Элементы содержания: ядерные реакции.

Сквозная технология: технологии транспортировки электроэнергии и распределенных интеллектуальных энергосистем.

Примеры высокотехнологичных устройств и процессов: АЭС, термоядерный реактор.

Поскольку сквозные технологии являются междисциплинарными, интеграцию представленной информации в занятия по физике целесообразно проводить, опираясь на STEAM-подход, основу которого составляют проблемный, научно-исследовательский и практико-ориентированный методы. Средством реализации STEAM-подхода могут служить спроектированные учителем STEAM-задания, направленные на знакомство школьников с физическими основами сквозных технологий, принципами действия высокотехнологичных устройств, а также профессиями, связанными с современными производственными процессами. Приведём примеры таких заданий.

Пример 1. Микроэлектроника и фотоника. Завод фотоники и оптоэлектронного приборостроения ПНППК производит опытные и серийные образцы бесплатформенных инерциальных навигационных систем на основе волоконно-оптических гироскопов. Волоконно-оптический кабель гироскопа исполняет роль волновода для передачи оптического сигнала.

Сердцевина оптоволокна сделана из особо чистого стекла с показателем преломления $n_1 = 1,46$, а оболочка – из стекла с меньшим показателем преломления $n_2 = 1,42$. Свет распространяется по сердцевине, не выходя наружу, благодаря явлению полного внутреннего отражения. Рассчитайте предельный угол полного внутреннего отражения для луча, идущего из сердцевины в оболочку.

Пример 2. Технологии хранения и анализа больших данных. На атомной электростанции (АЭС) происходит процесс выработки электроэнергии без прямого выброса парниковых газов. Однако для обеспечения работы АЭС требуется строительство и обслуживание инфраструктуры, а также добыча и переработка ядерного топлива. Эти процессы могут оказывать влияние на окружающую среду и способствовать образованию парниковых газов.

Представьте, что вы работаете в экологической службе и вам необходимо оценить влияние работы АЭС на окружающую среду. С помощью данных, размещённых на сайте ГК «Росатом» <https://www.rosatom.ru> и группы «Т Плюс» <https://www.tplusgroup.ru>, сравните выбросы парниковых газов при производстве электроэнергии на АЭС и на тепловой электростанции (ТЭЦ). Сформулируйте и проверьте гипотезу о том, какой тип электростанции более экологичен с точки зрения выбросов парниковых газов.

Пример 3. Технологии транспортировки электроэнергии и распределенных интеллектуальных энергосистем.

Изготовьте простую модель поезда на магнитной подушке: закрепите на линейной направляющей (деревянная рейка длиной 50 см) несколько неодимовых магнитов одноименными полюсами вверх. Прикрепите к нижней части небольшой вагончик (из пенопласта или пластика) и аналогичные магниты с теми же полюсами вниз, чтобы они отталкивались, создавая подушку высотой 0,5-1 см. Разгоните вагончик вручную и замерьте расстояние скольжения без контакта с поверхностью.

Ценностные ориентиры междисциплинарных заданий для предпрофессиональной подготовки школьников инженерных и IT-классов были описаны в статье Т.А. Викторовой, Н. И. Рыжовой [28]. Авторы указывают личностные результаты, которые формируются при выполнении междисциплинарных заданий: внимательность к деталям, критическое мышление, командная работа, креативность, технологическая грамотность, адаптивность, исследовательское мышление.

В исследовании Е.Е. Царевой, Г.Н. Фахретдиновой также отмечается, что в настоящее время многие ведущие европейские инженерные высшие школы применяют в образовательной деятельности проблемно-ориентированные методы и проектно-организованные технологии обучения [29].

Разработанная методика формирования знаний о высокотехнологичных устройствах и технологических процессах на уроках физики прошла апробацию в 2025 году на базе 4 образовательных организаций г. Перми, выступавших площадками для прохождения производственной педагогической практики студентов 4 и 5 курсов физического факультета Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. На первом этапе опытно-экспериментальной работы студенты проводили входное анонимное анкетирование школьников 8 классов по опроснику «Профессиональная готовность» А.П. Чернявской. В экспериментальную (ЭГ) и контрольную (КГ) группы входило по 125 обучающихся разных школ. Результаты диагностики экспериментальной и контрольной групп представлены в таблице 1. Уровни готовности для каждой шкалы опросника определялись по проценту совпадений с ключом ответов: низкий уровень – менее 50% совпадений, средний уровень – 50-80% совпадений, и высокий уровень – более 80% совпадений.

Таблица 1 Результаты входной диагностики готовности школьников к профессиональному самоопределению (процент обучающихся)

Шкалы / Уровни	Автономность		Информированность		Принятие решения		Планирование		Эмоцион. отношение	
	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ
низкий	53.40	57.62	57.25	60.83	30.94	36.57	50.92	55.62	49.16	48.82
средний	33.07	28.25	32.49	29.60	46.76	36.96	41.40	34.25	38.58	35.83
высокий	13.53	14.13	10.26	9.57	22.30	26.47	7.68	10.13	12.26	15.35

На начало опытно-экспериментальной работы участники контрольной и экспериментальной групп продемонстрировали примерно одинаковый уровень готовности к выбору профессии. Согласно χ^2 -критерию Пирсона, расхождения между распределениями статистически не достоверны. По шкале «Автономность» $\chi^2_{\text{эмп}}=0,68$, по шкале «Информированность» $\chi^2_{\text{эмп}}=0,31$, по шкале «Принятие решения» $\chi^2_{\text{эмп}}=2,37$, по шкале «Планирование» $\chi^2_{\text{эмп}}=1,55$, по шкале «Эмоциональное отношение» $\chi^2_{\text{эмп}}=0,35$. Поэтому был сделан вывод об относительной однородности групп.

Длительность педагогической практики студентов 4 курса составляла 1,5 месяца, студентов 5 курса – 3 месяца. После применения в процессе обучения экспериментальной группы STEAM-заданий, направленных на знакомство школьников с физическими основами сквозных технологий, принципами действия высокотехнологичных устройств, а также профессиями, связанными с современными производственными процессами, было проведено повторное анкетирование участников контрольной и экспериментальной групп. Положительная динамика готовности обучающихся экспериментальной группы к выбору профессий, в том числе физико-технического профиля, представлена в таблице 2 (В – входная диагностика, И – итоговая диагностика).

Таблица 2 Результаты входной и итоговой диагностики готовности экспериментальной группы к профессиональному самоопределению (процент обучающихся)

Шкалы / Уровни	Автономность		Информированность		Принятие решения		Планирование		Эмоцион. отношение	
	В	И	В	И	В	И	В	И	В	И
низкий	53.40	36.26	57.25	40.20	30.94	13.80	50.92	47.80	49.16	35.40
средний	33.07	44.34	32.49	39.80	46.76	57.34	41.40	35.91	38.58	40.10
высокий	13.53	19.40	10.26	20.00	22.30	28.86	7.68	16.29	12.26	24.50

Данные опытно-экспериментальной работы позволяют утверждать, что в экспериментальной группе произошли статистически значимые изменения. По шкале «Автономность» $\chi^2_{\text{эмп}}=7,89$, по шкале «Информированность» $\chi^2_{\text{эмп}}=9,43$, по шкале «Принятие решения» $\chi^2_{\text{эмп}}=11,15$, по шкале «Планирование» $\chi^2_{\text{эмп}}=4,81$, по шкале «Эмоциональное отношение» $\chi^2_{\text{эмп}}=7,58$. Таким образом, по всем шкалам, кроме «Планирования», эмпирические значения критерия χ^2 в экспериментальной группе больше критического значения $\chi^2_{\text{крит}}=5,99$. Поэтому принимается альтернативная гипотеза о влиянии разработанной методики на повышение уровня готовности обучающихся к профессиональному самоопределению. Для контрольной группы наблюдалась незначительная динамика по всем шкалам (см. табл. 3) и выполнялось соотношение $\chi^2_{\text{эмп}} \leq \chi^2_{\text{крит}}$, позволяющее отнести расхождения между распределениями к статистически не достоверным и принять нулевую гипотезу.

Таблица 3 Результаты входной и итоговой диагностики готовности контрольной группы к профессиональному самоопределению (процент обучающихся)

Шкалы / Уровни	Автономность		Информированность		Принятие решения		Планирование		Эмоцион. отношение	
	В	И	В	И	В	И	В	И	В	И
низкий	57.62	60.20	60.83	58.44	36.57	33.20	55.62	52.80	48.82	45.20
средний	28.25	29.86	29.60	32.15	36.96	38.90	34.25	33.10	35.83	38.80
высокий	14.13	9.94	9.57	9.41	26.47	27.90	10.13	14.10	15.35	16.00

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты опытно-экспериментальной работы позволили выявить следующие проблемы, приводящие к затруднениям в профессиональной ориентации восьмиклассников на профессии физико-технического профиля:

- недостаточная информированность школьников о современных профессиях, производстве и сквозных технологиях (34%);
- невысокие предметные результаты по физике и информатике (55%) и как следствие повышенный интерес к гуманитарным наукам: у 13% школьников самым любимым предметом является обществознание, 11% из всех школьных предметов выбирают иностранный язык, 10% физическую культуру;
- малое количество проектной работы по предметам естественно-научного профиля (68%);
- слабая связь школьных предметов с производством (83,4%).

В результате интерес к инженерным и технологическим направлениям растёт крайне медленно. За последние три года доля выпускников школ, выбравших инженерные профессии, увеличилась всего на 7%. В конце февраля 2025 года Всероссийский центр изучения общественного мнения (ВЦИОМ) опубликовал результаты опроса, посвященного инженерным профессиям. Один из главных выводов: престиж профессии инженера неустойчив, так как после роста в прошлом году показатель снова снизился [30].

По результатам проведённого нами исследования, главными мотивами при выборе профессии инженера являются возможность хорошо зарабатывать (21,8%) и интерес к предметам и деятельности (21,4%). Это подтверждает выводы, сделанные В.А. Мальцевой и Н.Я. Розенфельд на данных лонгитюдного исследования «Траектории в образовании и профессии»: студенты, обучающиеся на инженерных специальностях, редко называют интерес к профессии основным аргументом для выбора своего направления подготовки [31]. Менее значимыми факторами для школьников являются престижность, мнение близких и советы специалистов, что может свидетельствовать о большей самостоятельности в принятии решений или необходимости повышения информированности о профессиональных возможностях. Мы согласны с мнением А.П.

Усольцева, что развитие самостоятельности обучающегося возможно только в предоставлении ему возможности выбора на каждом этапе учебно-познавательной деятельности [32].

Большинство участников исследования (83,1%) выразили желание посетить заводы и почувствовать себя в роли сотрудника, что говорит о высокой мотивации к практическому ознакомлению с профессиональной деятельностью. Это создает хорошие предпосылки для проведения промышленных экскурсий и практических мероприятий, которые могут значительно повлиять на готовность к выбору профессии.

Наиболее перспективной сквозной технологией, по мнению 55% школьников, является технология искусственного интеллекта. Связь данной технологии с разделом «Электрические и магнитные явления» можно использовать для повышения интереса к физике и профессиям инженерно-технологического профиля.

Потенциал цифровой образовательной среды в подготовке старшеклассников к выбору профессии реализуется также через федеральные проекты («Билет в будущее», «Инженерные классы», «Кванториумы»).

Представленная методика формирования знаний о высокотехнологичных устройствах и производственных процессах в школьном курсе физики построена на основе интегративного и STEAM подходов. Универсальность и междисциплинарность сквозных технологий позволяет использовать их для модернизации содержания всех предметов естественно-научного цикла. Так, например, в работе С.Д. Каракозова, Н.Н. Самылкиной предложена методика вариативного обучения основам искусственного интеллекта и анализа данных в школьном курсе информатики [33]. А в стандарте научного образования американских школьников NGSS «Framework K–12 Science Education» одной из ключевых идей выступает инженерный дизайн (Engineering Design), интегрированный во все предметы школьной программы [34].

Разработанные задания могут быть использованы как в урочной деятельности, так и для подготовки обучающихся к Национальной технологической олимпиаде [35], проходящей по 35 инженерным профилям и включающей в себя проекты технологического лидерства.

Таким образом, одним из перспективных направлений обновления содержания физического образования в основной школе является включение вопросов, связанных со сквозными технологиями, высокотехнологичными установками и производственными процессами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование подтвердило актуальность изучения сквозных технологий на уроках физики с целью профессионального самоопределения школьников и эффективность предлагаемой методики формирования знаний о высокотехнологичных устройствах и производственных процессах в школьном курсе физики. Результаты входного и итогового анкетирования обучающихся экспериментальной группы продемонстрировали статистически достоверную положительную динамику готовности обучающихся к профессиональному самоопределению, в том числе выбору профессий инженерного и технического направлений.

Разработанное в результате исследования дополнительное содержание каждого раздела федеральной рабочей программы по физике может быть использовано для создания методического обеспечения процесса реализации единой модели профессиональной ориентации школьников на уроках физики.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено в рамках государственного задания с Министерством Просвещения РФ по теме «Технологии профессионального самоопределения школьников в содержании школьного курса физики, химии, биологии и информатики» (код научной темы KPZU-2025-0009, соглашение 073-03-2025-061/1 от 20.03.2025 г.)

ЛИТЕРАТУРА

1. Pacher C., Woschank M., Zunk B.M. The Role of Competence Profiles in Industry 5.0-Related Vocational Education and Training: Exemplary Development of a Competence Profile for Industrial Logistics Engineering Education // *Applied Sciences*. 2023. No. 13 (5). P. e3280. DOI: 10.3390/app13053280
2. Sean O'Connor, Jason Power & Nicolaas Blom. A systematic review of CDIO knowledge library publications (2010 – 2020): An Overview of trends and recommendations for future research // *Australasian Journal of Engineering Education*. 2023. No. 28(2). P. 166-180. DOI: 10.1080/22054952.2023.2220265
3. Kikuchi T., Hadano T. Exploring Skill Training Design by Analyzing Case Studies from the Worldskills Competition // *Journal of JSEE*, 2024, vol. 72, no. 6, pp. 63-68. DOI: 10.4307/jsee.72.6_63
4. Amanova A.K., Butabayeva L.A., Abayeva G.A., Umirbekova A.N., Abildina S.K., Makhmetova A.A. A systematic review of the implementation of STEAM education in schools // *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2025, Vol. 21, No. 1. p. em2568. DOI: 10.29333/ejmste/15894
5. Богданова Е.Н., Чекалева Н.В. Готовность старшеклассников к выбору инженерной профессии // *Северный регион: наука, образование, культура*. 2025. Т. 26, № 2. С. 85-92. DOI: 10.35266/2949-3463-2025-2-8
6. Nikerson S.A., Sarajar D.K. The Relationship Between Self-Concept and Decision Making in High School Alumni Undergoing a Gap Year // *Bisma The Journal of Counseling*. 2024. No. 8(1). P. 56-62. DOI: 10.23887/bisma.v8i1.78211
7. Федеральные рабочие программы по учебным предметам. URL: <https://edsoo.ru/rabochie-programmy/> (дата обращения: 10.11.2025).
8. Helbing D., Ienca M. Why converging technologies need converging international regulation // *Ethics and Information Technology*. 2024. Vol. 26. No. 15. P. 1-11. DOI: 10.1007/s10676-024-09756-8
9. Распоряжение Правительства РФ от 20.05.2023 №1315-р (ред. от 21.10.2024) «Об утверждении Концепции технологического развития на период до 2030 года». URL: <https://rospatent.gov.ru/content/uploadfiles/technological-2023.pdf> (дата обращения: 25.11.2025)
10. Концепция преподавания учебного предмета «Физика» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы. Утверждена решением Коллегии Министерства просвещения Российской Федерации 03.12. 2019 №ПК-4вн. URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/60b620e25e4db7214971c16f6b813b0d/> (дата обращения: 25.11.2025)
11. Чернявская А.П. Психологическое консультирование по профессиональной ориентации: (Психология для всех). Москва: Издательство ВЛАДОС-ПРЕСС, 2001. 96 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21217237&ysclid=mk9osc1bkq515333979> (дата обращения: 25.11.2025)
12. Сахарова В.И. Научная школа Светланы Николаевны Чистяковой. Посвящается памяти С. Н. Чистяковой // *Профессиональное образование в России и за рубежом*. 2022. № 1(45). С. 175-188. DOI: 10.54509/22203036_2022_1_175
13. Ульянина О.А., Радчикова Н.П., Борисенко Е.В., Хайрова З.Р. Психодиагностика ценностных ориентаций подростков: результаты стандартизации методики «Иерархия жизненных ценностей» Г.В. Резапкиной // *Социальная психология и общество*. 2023. Том 14. No 3. С. 154-172. DOI: 10.17759/sps.2023140310
14. Климов Е. А. Психология профессионального самоопределения: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Москва: Академия, 2012. 304 с.
15. Блинов В.И., Сергеев И.С., Осадчева С.А. Преемственность в образовании: современные подходы // *Профессиональное образование и рынок труда*. 2025. Т. 13, № 1(60). С. 6-21. DOI: 10.52944/PORT.2025.60.1.001
16. Логвинова О.Н., Сушков М.И., Лосева Е.С. Модель взаимодействия образовательных организаций и промышленных предприятий в процессе разработки и реализации региональных вариативных модулей учебного предмета «Труд (технология)» // *Профессиональное образование и рынок труда*. 2025. Т. 13, № 1(60). С. 38-48. DOI: 10.52944/PORT.2025.60.1.003
17. Gruzina Yu. M., Pulyaeva V. N., Ponomareva M. A., Babanin A. O. Career Guidance Process Improvement as a Tool for Development of Potential of Youth // *European Journal of Contemporary Education*. 2023. Vol. 12, No. 2. P. 434-450. DOI: 10.13187/ejced.2023.2.434
18. Schüle P. Career preferences and socio-economic background // *Labour Economics*. 2026. No. 98, P. 102814. DOI: 10.1016/j.labeco.2025.102814
19. Paige C., Ward F., Haddad D.D., MacNeil J., McGaffigan P., Ekblaw A., Newman D. MIT Zero-G outreach initiative: Using experiment design and virtual reality to inspire the next generation of space scientists and engineers // *Acta Astronautica*. 2023. No. 212(3). P. 152-159. DOI: 10.1016/j.actaastro.2023.07.027
20. Purohit D., Jayswal M., Muduli A. Factors influencing graduate job choice – a Systematic Literature Review // *European Journal of Training and Development*. 2021. Vol. 45. No. 4/5. P. 381-401. DOI: 10.1108/EJTD-06-2020-0101
21. Казакова Е.И., Крепш А.С. Партнерские программы: почему школьники и студенты выбирают новые форматы обучения? // *Управление качеством образования: теория и практика эффективного администрирования*. 2025. № 5. С. 88-94. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82701541> (дата обращения: 25.11.2025).
22. Castro-Villarreal F., Walls C., Cassill A., Sass D.A. Investigating the factors that influence Science and Math

- education as a career path: Implications for teacher recruitment // *International Journal of Educational Research Open*. 2025. No. 9, P. e100503. DOI: 10.1016/j.ijedro.2025.100503
23. Foster K., Lambert L., Solomon R., Perkins H., Masani S. In real life: a curriculum for developing students' self-efficacy and outcome expectations through purpose-driven career exploration and planning within a core STEM course // *Journal of Microbiology & Biology Education*. 2025. No. 26(1), P. e0013724. DOI: 10.1128/jmbe.00137-24
 24. Kholifah N., Nurtanto M., Mutohhari F., Hamid M., Saputro I.N. Factors influencing student career choice in vocational education in Indonesia: A mediating effect of self-efficacy // *Social Sciences & Humanities Open*. 2025. No. 11(1). P. e101369. DOI: 10.1016/j.ssaho.2025.101369
 25. Егоренко Т.А. Методы активизации профессионального самоопределения личности на этапе допрофессионального развития: опыт зарубежных стран // *Современная зарубежная психология*. 2022. 11(3). С. 61–70. DOI: 10.17759/jmfp.2022110306
 26. Lohakan M., Seetao C. Large-scale experiment in STEM education for high school students using artificial intelligence kit based on computer vision and Python // *Heliyon*. 2024. No. 10, P. e31366. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e31366
 27. Степанова Г.Н. Обновление содержания физического образования в основной школе на основе информационного подхода: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Москва, 2002. 32 с.
 28. Викторова Т.А., Рыжова Н.И. Тренды предпрофессиональной подготовки школьников инженерных и IT-классов в области цифровых навыков с учетом ценностных ориентиров междисциплинарных заданий // *Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании: Материалы IX Международной научной конференции*. Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2025. С. 10-14. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=83133766> (дата обращения: 25.11.2025).
 29. Компетенции в инженерном образовании в странах Евросоюза / Е. Е. Царева, Г. Н. Фахретдинова, Л. М. Зиннатуллина, Л. П. Дулалаева // *Научное обозрение. Педагогические науки*. 2020. № 2. С. 15-19. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42897032> (дата обращения: 25.11.2025).
 30. Аналитический обзор ВЦИОМ 2025 «Инженеры России: вчера, сегодня... завтра?» URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/inzhenery-rossii-vchera-segodnja-zavtra> (дата обращения: 25.11.2025)
 31. Мальцева В.А., Розенфельд Н.Я. Траектории российской молодежи в образовании и профессии на материале лонгитюда: сложные маршруты выпускников вузов // *Вопросы образования*. 2022. № 3. С. 99-148. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-3-99-148
 32. Усольцев А.П. Мерзлякова О.П., Игошев Б. М. Самостоятельность как проявление субъектности ученика в саморегуляции учебной деятельности // *Образование и наука*. 2025. Т. 27, № 5. С. 91-110. DOI: 10.17853/1994-5639-2025-5-91-110
 33. Вариативное обучение основам искусственного интеллекта в общем образовании на основе интегративного подхода: монография / С. Д. Каракозов, Н. Н. Самылкина, А. А. Салахова, Е. А. Самохвалова. Москва Московский педагогический государственный университет, 2024. 360 с. DOI: 10.31862/9785426314436
 34. Next Generation Science Standards. URL: <https://www.nextgenscience.org/> (дата обращения: 25.11.2025).
 35. Национальная технологическая олимпиада. URL: <https://ntcontest.ru/tracks/nto-school/> (дата обращения: 25.11.2025).

REFERENCES

1. Pacher C., Woschank M., Zunk B.M. The Role of Competence Profiles in Industry 5.0-Related Vocational Education and Training: Exemplary Development of a Competence Profile for Industrial Logistics Engineering Education. *Applied Sciences*, 2023, no. 13 (5). P. e3280. DOI: 10.3390/app13053280
2. Sean O'Connor, Jason Power & Nicolaas Blom. A systematic review of CDIO knowledge library publications (2010 – 2020): An Overview of trends and recommendations for future research. *Australasian Journal of Engineering Education*, 2023, no. 28(2), pp. 166-180. DOI: 10.1080/22054952.2023.2220265
3. Kikuchi T., Hadano T. Exploring Skill Training Design by Analyzing Case Studies from the Worldskills Competition. *Journal of JSEE*, 2024, vol. 72, no. 6, pp. 63-68. DOI: 10.4307/jsee.72.6_63
4. Amanova A.K., Butabayeva L.A., Abayeva G.A., Umirbekova A.N., Abildina S.K., Makhmetova A.A. A systematic review of the implementation of STEAM education in schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2025, vol. 21, no. 1. p. em2568. DOI: 10.29333/ejmste/15894
5. Bogdanova E.N., Chekaleva N.V. Readiness of high school students to choose an engineering profession. *Northern Region: Science, Education, Culture*. 2025, vol. 26, no. 2. pp. 85-92. DOI: 10.35266/2949-3463-2025-2-8
6. Nikerson S.A., Sarajar D.K. The Relationship Between Self-Concept and Decision Making in High School Alumni Undergoing a Gap Year. *Bisma The Journal of Counseling*, 2024, no. 8(1), pp. 56-62. DOI: 10.23887/bisma.v8i1.78211
7. Federal Working Programs for School Subjects. Available at: <https://edsoo.ru/rabochie-programmy/>

- (accessed: 10.11.2025)
8. Helbing D., Ienca M. Why converging technologies need converging international regulation. *Ethics and Information Technology*, 2024, vol. 26, no. 15, pp. 1-11. DOI: 10.1007/s10676-024-09756-8
 9. Decree of the Government of the Russian Federation dated 20.05.2023 No. 1315-r (as amended 21.10.2024) "On Approving the Concept of Technological Development for the Period up to 2030." Available at: <https://rospatent.gov.ru/content/uploadfiles/technological-2023.pdf> (accessed: 25.11.2025)
 10. Concept of Teaching the School Subject "Physics" in Educational Organizations of the Russian Federation Implementing Basic General Education Programs. Approved by the Collegium of the Ministry of Education of the Russian Federation on 03.12.2019 No. ПК-4вн. Available at: <https://docs.edu.gov.ru/document/60b620e25e4db7214971c16f6b813b0d/> (accessed: 25.11.2025)
 11. Chernyavskaya A.P. Psychological Counseling for Career Guidance: (Psychology for All). Moscow, VLADOS-PRESS Publishing, 2001. 96 pp. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21217237&ysclid=mk9osc1bkq515333979> (accessed: 25.11.2025)
 12. Sakharova V.I. The Scientific School of Svetlana Nikolaevna Chistyakova. In memory of S.N. Chistyakova. *Professional Education in Russia and Abroad*, 2022, no. 1(45), pp. 175-188. DOI: 10.54509/22203036_2022_1_175
 13. Ul'yatina O.A., Radchikova N.P., Borisenko E.V., Khayrova Z.R. Psychodiagnostics of adolescents' value orientations: results of standardization of the methodology "Hierarchy of Life Values" by G.V. Razepkina. *Social Psychology and Society*, 2023, vol. 14, no. 3, pp. 154-172. DOI: 10.17759/sps.2023140310
 14. Klimov E.A. Psychology of Professional Self-Determination: a Textbook for Students of Higher Education Institutions. Moscow, Akademiya Publ., 2012. 304 pp.
 15. Blinov V.I., Sergeev I.S., Osadcheva S.A. Continuity in Education: Modern Approaches. *Vocational Education and the Labor Market*, 2025, vol. 13, no. 1(60), pp. 6-21. DOI: 10.52944/PORT.2025.60.1.001
 16. Logvinova O.N., Sushkov M.I., Los'eva E.S. Model of Interaction Between Educational Organizations and Industrial Enterprises in the Development and Implementation of Regional Variable Modules of the Subject "Labor (Technology)." *Vocational Education and the Labor Market*, 2025, vol. 13, no. 1(60), pp. 38-48. DOI: 10.52944/PORT.2025.60.1.003
 17. Gruzina Y. M., Pulyaeva V. N., Ponomareva M. A., Babanin A. O. Career Guidance Process Improvement as a Tool for Development of Potential of Youth. *European Journal of Contemporary Education*, 2023, vol. 12, no. 2, pp. 434-450. DOI: 10.13187/ejced.2023.2.434
 18. Schüle P. Career preferences and socio-economic background. *Labour Economics*, 2026, no. 98, pp. 102814. DOI: 10.1016/j.labeco.2025.102814
 19. Paige C., Ward F., Haddad D.D., MacNeil J., McGaffigan P., Ekblaw A., Newman D. MIT Zero-G outreach initiative: Using experiment design and virtual reality to inspire the next generation of space scientists and engineers. *Acta Astronautica*, 2023, no. 212(3), pp. 152-159. DOI: 10.1016/j.actaastro.2023.07.027
 20. Purohit D., Jayswal M., Muduli A. Factors influencing graduate job choice – a Systematic Literature Review. *European Journal of Training and Development*, 2021, vol. 45, no. 4/5, pp. 381-401. DOI: 10.1108/EJTD-06-2020-0101
 21. Kazakova E.I., Krepsch A.S. Partnership Programs: Why Schoolchildren and Students Choose New Modes of Education?. *Quality Management in Education: Theory and Practice of Effective Administration*, 2025, no. 5, pp. 88-94. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=82701541> (accessed: 25.11.2025)
 22. Castro-Villarreal F., Walls C., Cassill A., Sass D.A. Investigating the factors that influence Science and Math education as a career path: Implications for teacher recruitment. *International Journal of Educational Research Open*, 2025, no. 9, p. e100503. DOI: 10.1016/j.ijedro.2025.100503
 23. Foster K., Lambert L., Solomon R., Perkins H., Masani S. In real life: a curriculum for developing students' self-efficacy and outcome expectations through purpose-driven career exploration and planning within a core STEM course. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 2025, no. 26(1), p. e0013724. DOI: 10.1128/jmbe.00137-24
 24. Kholifah N., Nurtanto M., Mutohharri F., Hamid M., Saputro I.N. Factors influencing student career choice in vocational education in Indonesia: A mediating effect of self-efficacy. *Social Sciences & Humanities Open*, 2025, no. 11(1), p. e101369. DOI: 10.1016/j.ssaho.2025.101369
 25. Egorenko T.A. Methods of activating professional self-determination of an individual at the stage of pre-professional development: experience of foreign countries. *Modern Foreign Psychology*, 2022, vol. 11(3), pp. 61-70. DOI: 10.17759/jmfp.2022110306
 26. Lohakan M., Seetao C. Large-scale experiment in STEM education for high school students using artificial intelligence kit based on computer vision and Python. *Heliyon*, 2024, no. 10, p. e31366. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e31366
 27. Stepanova G.N. Updating the content of physical education in secondary school based on an information approach: Abstract Diss. Cand. Sci. Educ., Moscow, 2002. 32 p.
 28. Viktorova T.A., Ryzhova N.I. Trends in pre-professional training of schoolchildren in engineering and IT classes in the field of digital skills considering value orientations of interdisciplinary tasks. *Informatization of Education and E-learning Methodology: Digital Technologies in Education: Materials of the IX International Scientific Conference*. Krasnoyarsk, V.P. Astafyev Krasnoyarsk State Pedagogical University, 2025, pp. 10-14. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=83133766> (accessed: 25.11.2025)

29. Competencies in Engineering Education in European Union Countries / E. E. Tsareva, G. N. Fakhretdinova, L. M. Zinnatullina, L. P. Dulalaeva. *Scientific Review. Pedagogical Sciences*, 2020, no. 2, pp. 15-19. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42897032> (accessed: 25.11.2025)
30. Analytical Review of VTsIOM 2025 "Engineers of Russia: Yesterday, Today... Tomorrow?" Available at: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/inzheneriy-rossii-vchera-segodnja-zavtra> (accessed: 25.11.2025)
31. Maltseva V.A., Rozenfeld N.Y. Trajectories of Russian youth in education and profession based on longitudinal data: complex routes of university graduates. *Questions of Education*, 2022, no. 3, pp. 99-148. DOI: 10.17323/1814-9545-2022-3-99-148
32. Usoltsev A.P., Merezlyakova O.P., Igoshev B.M. Autonomy as a manifestation of student agency in self-regulated learning activities. *Education and Science*, 2025, vol. 27, no. 5, pp. 91-110. DOI: 10.17853/1994-5639-2025-5-91-110
33. Variational Teaching of the Fundamentals of Artificial Intelligence in General Education Based on an Integrative Approach: Monograph / S. D. Karakozov, N. N. Samyilkina, A. A. Salakhova, E. A. Samohvalova. Moscow, Moscow Pedagogical State University Publ., 2024. 360 pp. DOI: 10.31862/9785426314436
34. Next Generation Science Standards. Available at: <https://www.nextgenscience.org/> (accessed: 25.11.2025)
35. National Technological Olympiad. Available at: <https://ntcontest.ru/tracks/nto-school/> (accessed: 25.11.2025)

Автор	Author
Худякова Анна Владимировна (Россия, г. Пермь) Доцент, кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики и технологии Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет E-mail: ahudyakova@pspu.ru ORCID ID: 0000-0002-5262-606X	Anna V. Khudyakova (Russia, Perm) Associate Professor, Cand. Sci. (Educ.), Associate Professor, Department of Physics and Technology Perm State Humanitarian and Pedagogical University Email: ahudyakova@pspu.ru ORCID ID: 0000-0002-5262-606X

Вклад автора	Author contribution
Худякова А. В.: концептуализация, методология, проведение исследования, формальный анализ, верификация данных, ресурсы, создание рукописи и ее редактирование, визуализация, руководство исследованием	Anna V. Khudyakova: Conceptualization, Methodology, Validation, Formal analysis, Investigation, Resources, Data Curation, Writing - Review & Editing, Visualization, Supervision
© Худякова А. В., 2026 Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов	© Anna V. Khudyakova, 2026 The author declared no conflicts of interest