

## ДИАГНОСТИКА ОСВЕДОМЛЕННОСТИ И ОТНОШЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ К НБИКС-ТЕХНОЛОГИЯМ: РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Киселев Ю.П., Алексашина И.Ю.

*ГБУ ДПО «Санкт-Петербургская академия постдипломного педагогического образования»,  
Санкт-Петербург, e-mail: ykiselev86@yandex.ru*

В статье представлены результаты разработки и апробации инструментария, направленного на изучение уровня осведомленности школьников о конвергентных технологиях (нано-, био-, информационных, когнитивных и социогуманитарных) и выявление ценностного отношения обучающихся к их применению. Актуальность исследования обусловлена возрастающей ролью конвергенции наукоемких технологий в современном мире и необходимостью формирования у обучающихся компетенций, связанных с их пониманием и применением. Цель работы – разработка инструментария, позволяющего оценить уровень знаний, эмоционального восприятия, а также практической вовлеченности школьников 8–11 классов в сферу конвергентных технологий. В статье описаны методологические подходы к конструированию анкеты, особенности ее структуры и содержания, а также процедура валидации и пилотного тестирования. Данные апробации опросника, проведенной на выборке из 50 школьников 8–11 классов Санкт-Петербурга, показали, что позитивное отношение к технологиям коррелирует с готовностью их изучать, а участие в профильных мероприятиях повышает осведомленность, но не всегда влияет на оценку рисков. Полученные данные позволяют сделать вывод, что сконструированный инструментарий может быть использован для оценки эффективности реализации образовательных программ в области современных технологий. Дальнейшие исследования предполагают расширение выборки и углубленный анализ факторов, влияющих на восприятие конвергентных технологий обучающимися.

Ключевые слова: конвергентное образование, естественно-научное образование, конвергентные технологии, школьники, анкетирование, осведомленность, отношение.

## DIAGNOSTICS OF SCHOOLCHILDREN'S AWARENESS AND ATTITUDE TO NBIX TECHNOLOGIES: DEVELOPMENT AND APPROVAL OF RESEARCH INSTRUMENTS

Kiselev Yu.P., Aleksashina I.Yu.

*Saint-Petersburg Academy of Postgraduate Education, Saint Petersburg, e-mail: ykiselev86@yandex.ru*

The article presents the results of developing and testing a toolkit designed to assess school students' awareness of convergent technologies (nano-, bio-, information, cognitive, and socio-humanitarian) and to identify students' value-based attitudes toward their application. The relevance of the research is due to the increasing role of convergence of high-tech technologies in the modern world and the need for students to develop competencies related to their understanding and application. The aim of the work was to develop tools to assess the level of knowledge, emotional perception, and practical involvement of 8th – 11th grade students in the field of convergent technologies. The article describes methodological approaches to the design of the questionnaire, the features of its structure and content, as well as the procedure for validation and pilot testing. The data from the approbation of the questionnaire conducted on a sample of 50 schoolchildren in grades 8-11 in St. Petersburg showed that a positive attitude towards technology correlates with willingness to study it, and participation in specialized events increases awareness, but does not always affect risk assessment. The data obtained allow us to conclude that the constructed tools can be used to evaluate the effectiveness of educational programs in the field of modern technologies. Further research involves expanding the sample and in-depth analysis of the factors influencing students' perception of convergent technologies.

Keywords: convergent education, natural science education, convergent technologies, schoolchildren, questionnaires, awareness, attitude.

### Введение

Современные технологии, в том числе на стыке нано-, био-, информационных, когнитивных и социогуманитарных, объединенных в концепцию НБИКС (конвергентные

технологии), играют ключевую роль в научно-техническом прогрессе, развитии общества и человека. «В XXI веке Человек становится главным субъектом и объектом всех инноваций, его социальный статус должен быть тесно связан с развитием науки, знаний, образованием, технологиями и их продуктами» [1, 2]. Обеспечение готовности человека к жизни и профессиональной деятельности в мире конвергентных наук и технологий обуславливает развитие системы непрерывного конвергентного естественнонаучного образования. Однако уровень осведомленности молодежи о данных направлениях остается недостаточно изученным.

В Российской Федерации расширяется объем научно-исследовательских работ в области конвергентных технологий. Однако, несмотря на проводимую государством поддержку наилучших доступных технологий [3], их практическое применение остается во многом фрагментарным [4]. Развитие этих направлений имеет ключевое значение не только для развития научной и производственной инфраструктуры, но и для профориентации молодежи [5], а также для обновления целевых установок и содержания образования, особенно в сфере естественно-научного и технологического.

Важно отметить, что из-за длительных сроков внедрения инноваций в наукоемких технологиях и постоянного роста объема соответствующих знаний особого внимания требуют вопросы системной организации образовательной деятельности, подготовки кадров. Решение этих задач, включая проектирование отдельных учебных курсов, полноценных образовательных программ, требует предварительного анализа уровня осведомленности, эмоционального восприятия, а также практической вовлеченности обучающихся в сферу НБИКС-технологий. Современные исследования охватывают различные аспекты уровня осведомленности молодежи о высокотехнологичных областях, включая нанотехнологии [6], биотехнологии [7] и др. Развиваются исследования по эффектам внедрения информационных технологий и искусственного интеллекта в образовательный процесс [8, 9]. О.А. Чиковой и соавт. описаны методы оценки общей технологической грамотности школьников на основе международных стандартов [10]. Отдельного внимания заслуживает оценка ценностного отношения обучающихся к перспективе развития конвергентных технологий, что особенно важно для успешного существования в условиях конвергентного мира, решения комплексных междисциплинарных задач самого широкого спектра, для осознанного выбора будущей карьеры в области высоких технологий. Особый интерес в данном контексте представляет работа И.А. Асеевой и Е.Н. Пащенко [11], в которой анализируется информированность студентов и научных сотрудников о НБИКС-технологиях. Авторы приходят к выводу, что отсутствие эффективных механизмов формирования общественной оценки технологических инноваций обусловлено существенным информационным дефицитом в данной сфере.

Проведенный анализ научной литературы, актуального педагогического опыта позволяет предположить, что интеграция элементов НБИКС-технологий в программы общего образования способна повысить мотивацию школьников к изучению естественно-научных дисциплин, развивать у обучающихся навыки междисциплинарного переноса знаний [12, 13]. Кроме того, исследования среди образовательных учреждений, включающих в свои программы элементы знакомства с НБИКС-технологиями [14], свидетельствуют о развитии у обучающихся ключевых предпрофессиональных компетенций, что повышает их конкурентоспособность при поступлении в вузы, создает основу для дальнейшего профессионального развития в сфере конвергентных технологий.

Особую значимость приобретают исследования и проекты, в том числе в области наукоемких технологий, выполняемые школьниками под руководством ученых-наставников. Подобная практика успешно реализуется на федеральном уровне (Образовательный центр «Сириус»), в региональных проектах (сеть детских технопарков «Кванториум»), а также через систему специализированных учебных научных центров (СУНЦ) при ведущих университетах страны [15]. Расширение участия школьников в научно-исследовательской и инженерно-проектной деятельности обеспечит преемственность между школьным и вузовским образованием; раннюю профориентацию; популяризацию научной деятельности; формирование кадрового резерва для наукоемких отраслей.

Учитывая фрагментарную и недостаточную изученность вопроса, представляется актуальным исследование особенностей восприятия субъектами общего образования достижений НБИКС-технологий. Следует отметить, что современные образовательные практики уже включают ознакомительные элементы по отдельным технологическим направлениям, как в рамках основной школьной программы, так и через систему дополнительного образования, неформального образования, через СМИ и Интернет. Такая модель многоканального освоения знаний определяет необходимость научного изучения ее эффективности для осмысления конвергентных технологий школьниками.

**Цель исследования** – разработка и апробация валидного инструментария, позволяющего оценить уровень знаний, эмоционального восприятия, а также практической вовлеченности школьников 8–11 классов в сферу конвергентных технологий.

Задачи исследования – изучить уровень осведомленности школьников о конвергентных технологиях (нано-, био-, информационных, когнитивных и социогуманитарных) и выявить ценностное отношение обучающихся 8–11 классов к их применению.

Исследование базировалось на следующих ключевых гипотезах:

– Обучающиеся 8–11 классов демонстрируют ограниченное понимание профессиональной деятельности специалистов в сфере НБИКС-технологий.

- Терминология, связанная с конвергентными технологиями (например, слова «НБИКС-технологии», «конвергенция» и др.), отсутствует в повседневном информационном пространстве школьников.
- У подростков преобладает абстрактно-научное восприятие технологий над пониманием их практического применения, в том числе для решения глобальных и локальных проблем.
- Большинство школьников не рассматривают сферу НБИКС-технологий как потенциальное направление профессиональной деятельности.
- Обучающиеся могут назвать не более 10 конкретных НБИКС-разработок, при этом знания об отечественных достижениях уступают осведомленности о зарубежных аналогах.

### **Материалы и методы исследования**

Апробация анкеты была проведена в апреле 2025 г. В рамках пилотной сессии анкетирования был проведен опрос 25 обучающихся 8–9 классов и 25 обучающихся 10–11 классов из 11 школ Санкт-Петербурга (случайная выборка). Анкетирование проводилось онлайн с использованием инструмента Яндекс.Формы. В ходе апробации анализировались ясность вопросов, логическая структура и внутренняя согласованность вопросов, техническая корректность, а также время заполнения.

Для оценки внутренней согласованности анкеты (насколько все вопросы измеряют одну и ту же характеристику – осведомленность о НБИКС-технологиях) использовался расчет коэффициента. Для анализа структуры ответов обучающихся был проведен корреляционный анализ, позволяющий выявить устойчивые взаимосвязи между ключевыми аспектами восприятия НБИКС-технологий. Учитывая качественный характер части данных (текстовые и категориальные ответы), наряду со статистическими методами применялись методы визуализации и логического сопоставления.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Разрабатываемый диагностический инструментарий по задумке авторов должен решать задачу комплексного исследования понимания, ценностного отношения и практической вовлеченности школьников в сферу конвергентных технологий (нано-, био-, информационных, когнитивных и социогуманитарных). На этапе проектирования были сформулированы ключевые исследовательские вопросы по четырем группам.

**Диагностика уровня знаний.** Оценить, насколько школьники знакомы с ключевыми направлениями НБИКС-технологий, их применениями и междисциплинарными связями. Выявить пробелы в понимании обучающимися отдельных технологий (например, конвергенция когнитивных технологий и нанотехнологий).

**Анализ эмоционального восприятия.** Определить, какие эмоции и ассоциации вызывают НБИКС-технологии (интерес, страх, безразличие) у школьников. Изучить ожидания и опасения подростков, связанные с развитием НБИКС-технологий.

**Оценка практической вовлеченности.** Установить, есть ли у обучающихся опыт участия в проектах, олимпиадах или конкурсах в области НБИКС-технологий. Выявить запрос школьников на дополнительные образовательные ресурсы (курсы, лабораторные работы) в области НБИКС-технологий.

**Сведения о поддержке образовательных инициатив.** Получить данные для адаптации учебных программ (например, усилить блок по когнитивным технологиям, если он слабо освещен). Обосновать необходимость новых форматов обучения (практикумы, коллаборации с научными центрами).

Диагностический инструментарий разработан в форме анкеты, которая разделена на **три части**: **когнитивный** блок (знание и понимание специфики НБИКС-технологий), **эмоционально-ценностный** блок (отношение и мотивация) и **деятельностный** (практическая вовлеченность и поддержка образовательных инициатив).

При разработке анкеты авторами предусмотрено, что для обработки данных применяется комплексный количественно-качественный анализ с использованием статистических методов (частотный анализ, корреляции); контент-анализ открытых ответов; интерпретационных подходов (выявление паттернов и противоречий).

В качестве ключевых показателей, которые позволяет измерить анкета, были выделены **индекс осведомленности** (доля правильных ответов в когнитивном блоке), **уровень тревожности/оптимизма** (соотношение позитивных и негативных оценок в эмоциональном блоке), а также **готовность к деятельности** (доля школьников, желающих участвовать в спецкурсах или проектах). Указанные показатели имеют значительный потенциал практического применения результатов. Например, если в результате анкетирования будет установлено, что 70 % школьников не знают о применении нанотехнологий в энергетике, но проявляют к этому интерес, то администрация образовательной организации может провести мастер-класс с учеными из профильного института.

Таким образом, разработанная анкета может выступать инструментом для «обратной связи» между обучающимся и образовательной организацией, помогая сделать обучение актуальным и персонализированным.

При разработке анкеты авторы придерживались следующих критериев составления вопросов: соответствие целям исследования; четкость и однозначность формулировок; баланс между закрытыми и открытыми вопросами; учет возрастных особенностей; охват всех аспектов исследования; минимизация социально желательных ответов.

В частности, для соответствия критерию «Учет возрастных особенностей» вопросы адаптировались для школьников: использовались упрощенные термины («нанороботы», «геновая инженерия»); к сложным понятиям представлены пояснения (например, в вопросе 4 дано определение наноразмеров). Для минимизации социально желательных ответов использовались нейтральные формулировки, которые снижают предвзятость. Например, вопрос 16: «Считаете ли вы, что НБИКС-технологии могут изменить жизнь человечества?» (варианты: «в лучшую/худшую сторону»); вопрос 21: «Нужно ли ограничивать развитие НБИКС-технологий?» (варианты: «Да/Нет/Не знаю»).

При разработке массива вопросов в зависимости от их содержания и цели используются несколько типов шкалирования ответов.

Номинальная шкала (категоризация) использовалась в закрытых вопросах с вариантами ответов без ранжирования. Например, вопрос 17: «Какие эмоции у вас вызывают НБИКС-технологии?» (варианты: «Интерес/Страх/Безразличие»). Лайкерт-шкала (степень согласия/интенсивности) применялась в вопросах об отношении и мотивации. Например, вопрос 31: «Оцените свою готовность к изучению НБИКС-технологий» (варианты: «Высокая/Средняя/Низкая»). Интервальная шкала (количественная оценка) используется при подсчете правильных ответов или уровня вовлеченности. Например, определение процента правильных ответов в когнитивном блоке (вопросы 1–15). Шкала семантического дифференциала применялась в вопросе 22, где респонденты отмечают знакомство и интерес к перечню конкретных технологических продуктов (варианты: «Знаю и хочу узнать больше» / «Что-то слышал» / «Ничего не знаю» / «Неинтересно»).

Далее рассмотрим содержание анкеты в соответствии с ее структурными блоками.

Первая часть анкеты – **когнитивный блок** – нацелена на оценку уровня информированности обучающихся о НБИКС-технологиях. Учитывая тот факт, что зачастую школьники, имеющие знания о конкретных примерах технологий, не знают, что они относятся к НБИКС-технологиям, в исследовании рассматриваются два аспекта осведомленности о НБИКС-технологиях: теоретический – знание термина НБИКС-технологии, описывающего ключевые особенности конвергентных технологий; практический – распознавание конкретных технологий как примеров конвергенции технологий, даже без использования терминологии.

В анкете представлены вопросы по каждой конвергентной технологии, которые позволяют фиксировать «узнаваемость» технологического направления, а также понимания его специфики и практического применения. Приведем примеры таких вопросов:

– *Нанотехнологии включают совокупность методов и приемов, обеспечивающих возможность создавать и применять нанообъекты (размерами менее 100 нм). Какие*

объекты имеют наноразмеры? (Варианты ответов: объекты, сопоставимые с толщиной человеческого волоса / объекты меньше размеров атомов / объекты больше атома, но меньше молекул / объекты больше молекул, но меньше толщины человеческого волоса / не знаю).

– Животные, растения, микроорганизмы, вирусы, наследственная программа которых изменена с использованием методов и приемов биотехнологий, – это... (Варианты ответов: трансгенный организм / симбиотический организм / ферменты / микробный белок / не знаю).

В когнитивном блоке анкеты также представлены открытые вопросы, позволяющие на основе контент-анализа ответов выявить глубину знаний обучающихся о целях, задачах, актуальном уровне развития и достижений в области НБИКС-технологий. Также оценить, насколько регулярно и какие слова, связанные с НБИКС-технологиями, встречаются в информационном поле, в котором находятся подростки. Приведем примеры открытых вопросов:

– Как вы считаете, какие из НБИКС-технологий наиболее перспективны?

– Как вы думаете, какие экологические проблемы помогут решить НБИКС технологии?

Цель второй части анкеты (**эмоционально-ценностный блок**): изучить ценностное отношение обучающихся к НБИКС-технологиям и их восприятие рисков применения инноваций. Данный блок вопросов в контексте проблемного вопроса является значимым, поскольку он показывает, насколько мотивированы обучающиеся на освоение знаний о НБИКС-технологиях, что, в свою очередь, выступает ориентиром для построения педагогами персонализированного и мотивирующего обучения в этой области, а также фактором выбора будущей профессии школьниками. Приведем пример одного из вопросов:

– Считаете ли вы, что НБИКС-технологии могут угрожать личной безопасности людей? (Да / Нет / Затрудняюсь ответить).

Наряду с интересом и вовлеченностью этот блок позволяет выявить страхи и барьеры (например, из-за рисков ИИ или нанотехнологий), которые могут влиять на мотивацию обучающихся. Выявление таких барьеров позволит определить педагогам актуальные разъяснительные беседы, включать в учебные материалы обсуждение этических и социальных аспектов; корректировать подачу учебного материала.

В анкету также включены вопросы об этике (например, «Какие риски связаны с НБИКС-технологиями?», вопрос 18), которые показывают, насколько школьники задумываются о последствиях технологий. Это важно для воспитания ответственных специалистов.

Сбалансированное сочетание открытых и закрытых вопросов в эмоционально-ценностном блоке разработанной анкеты позволяет делать анализ корреляции между осведомленностью и позитивным отношением.

Без этого блока исследование дало бы лишь сухую статистику, но не ответило на главный вопрос: как заинтересовать обучающихся и направить их потенциал в нужное русло. Данные этого раздела могут помочь педагогам корректировать подходы, снижать тревожность и формировать осознанное отношение к конвергентным технологиям.

Третья часть анкеты (**деятельностный блок**) ориентирована на определение уровня практической вовлеченности и актуальных образовательных потребностей школьников в области НБИКС-технологий. Деятельностный блок (вопросы 23–32) особенно актуален, так как показывает реальную вовлеченность обучающихся в область НБИКС-технологий в контексте образовательной деятельности. Он позволяет узнать, пробуют ли школьники применять знания на практике и какие возможности для развития им нужны. В частности, анализу подлежит оценка текущей активности обучающихся в области НБИКС-технологий. Вопросы об участии в проектах и мероприятиях в области НБИКС-технологий (23, 24) выявляют пробелы в доступности образовательных возможностей, а запросы на обучение (26, 32) позволяют образовательным организациям корректировать программы – вводить практикумы, спецкурсы или сотрудничать с вузами. Особенно важен вопрос о востребованных профессиях (30), который отражает, насколько обучающиеся связывают будущую карьеру со сферой НБИКС-технологий.

Также в третью часть анкеты включены вопросы, раскрывающие источники информации (вопрос 25), из которых обучающиеся узнают о технологиях (интернет, учителя, друзья). Эти сведения, с одной стороны, позволят педагогу корректировать подачу материала в соответствии с приоритетными для учеников источниками образовательного контента (например, если школьники редко используют учебники для этих целей – добавить цифровые инструменты). С другой стороны, использовать эти ресурсы для уточнения, углубления и коррекции представлений обучающихся (например, если основной источник – соцсети, важно, используя примеры из них, показать значимость работы с проверенной информацией).

Таким образом, ключевым ориентиром для разработки данной части анкеты выступал вопрос: как превратить интерес обучающихся в конкретные действия образовательной организации для его удовлетворения. Например, если данные анкетирования покажут, что 80 % обучающихся хотят участвовать в проектах, но не имеют возможности, это прямой сигнал к разработке и внедрению образовательной организацией дополнительных образовательных практик – от научных кружков до экскурсий в лаборатории.

Пилотаж анкеты, проведенный среди школьников Санкт-Петербурга, показал, что коэффициент  $\alpha$ -Кронбаха составил  $\alpha = 0,64$ , что подтвердило приемлемую надежность инструмента. Факторный анализ также подтвердил, что анкета структурирована логично.

Полученные данные позволили скорректировать формулировки четырех вопросов, исключить один некорректный пункт и оптимизировать структуру.

Результаты пилотажа носят предварительный характер из-за небольшого размера выборки и ее географической ограниченности (только Санкт-Петербург). Вместе с тем анализ ответов участников пилотажного анкетирования позволил выявить определенные закономерности во взаимосвязях между различными аспектами восприятия НБИКС-технологий, которые запланировано проверить на этапе основного исследования. Приведем некоторые из них. Наиболее выраженная корреляция ( $\rho \approx 0,65$ ) наблюдается между позитивным отношением к технологиям и готовностью к их изучению. Среди респондентов, оценивающих влияние НБИКС-технологий как положительное (78 % от общего числа опрошенных), 85 % выразили желание участвовать в специализированных курсах. При этом данная группа демонстрирует активное использование цифровых ресурсов – 60 % из них указали интернет в качестве основного источника информации о новых технологиях.

Участие в профильных мероприятиях (олимпиадах, проектах) характерно для 25 % респондентов на этапе апробации анкеты и существенно влияет на уровень их осведомленности. Так, участники мероприятий показали на 50 % более высокие результаты в когнитивном блоке анкеты по сравнению с остальными. Однако интересный парадокс заключается в том, что этот фактор практически не влияет на оценку потенциальных угроз. Профессиональные предпочтения демонстрируют четкую зависимость от источников информации: 70 % интернет-пользователей выбирают IT-направления, тогда как 65 % ориентирующихся на традиционные образовательные каналы отдают предпочтение биологии и химии.

В рамках заявленной выборки при апробации анкеты возможно сделать также ряд предположений о том, что обучающиеся основной и старшей школы недостаточно информированы о НБИКС-технологиях, хотя само понятие знакомо большому числу опрошенных. Массовая школа обладает ключевыми ресурсами для системного распространения знаний о НБИКС-технологиях и осмысления этических вопросов их внедрения. Этот потенциал может быть значительно расширен за счет использования актуальной информации из социальных сетей и других интернет-ресурсов. Включение элементов НБИКС в школьное естественно-научное образование способно обеспечить достижение актуальных образовательных результатов, а также стать концептуальным основанием для его содержательного обновления. Однако для достижения такого результата необходимо создание методического и дидактического обеспечения интеграции знаний о НБИКС-технологиях в образовательный процесс.

## **Заключение**

Разработанная анкета по осведомленности и отношению обучающихся 8–11 классов к НБИКС-технологиям представляет собой целостный диагностический инструмент, направленный на оценку трех ключевых аспектов: когнитивного (знания), эмоционально-ценностного (ценностное отношение) и деятельностного (практическая вовлеченность). Апробация диагностического инструментария выявила целесообразность ее структурных компонентов по трем аспектам; оптимальное сочетание количественных (закрытые вопросы) и качественных (открытые вопросы) методов; адаптированность возрастным особенностям обучающихся.

На этапе пилотажа инструментария выявлены следующие тенденции, которые запланировано проверить на этапе основного исследования: позитивное отношение тесно связано с готовностью изучать конвергентные технологии и использованием интернета; участие в мероприятиях усиливает осведомленность, но не всегда влияет на оценку рисков; запрос на регулирование возникает у тех, кто глубже понимает потенциальные угрозы; профессиональные предпочтения зависят от источников информации: интернет-пользователи выбирают IT-направления, а другие обучающиеся, использующие «традиционные» источники, – биологию/химию.

Разработанный инструментарий может быть использован для анализа тенденций в восприятии молодежью конвергентного естественно-научного образования, содержательным ядром которого выступают НБИКС-технологии, а также других сравнительных исследований. Результаты анкетирования школьников на уровне образовательных организаций послужат ориентиром для администрации школ в планировании ресурсов (закупка оборудования, организация партнерства с вузами/компаниями), организации мероприятий (научные недели, экскурсии в лаборатории). Анализ ответов школьников поможет педагогам и методистам в работе по корректировке содержания уроков, учебных курсов с учетом выявленных дефицитов знаний, разработке мотивационных инструментов (например, игровых модулей для снижения страхов перед искусственным интеллектом). Анкета также может выступать инструментом рефлексии школьниками собственных интересов и карьерных возможностей в сферах, связанных с НБИКС-технологиями. Вопросы об этике и будущем технологий могут выступать элементом стимулирования ценностного отношения обучающихся к естественно-научному образованию. Таким образом, разработанный инструментарий имеет большой потенциал применения не только в исследовательских целях, но и в практике образовательных организаций.

## Список литературы

1. Кричевский Г.Е. НБИКС-технологии – концепция реформации или фундамент будущего технологического прорыва? // Наноиндустрия. 2021. Т. 14. № 2 (105). С. 88–93.; URL: <https://www.nanoindustry.su/journal/article/8835>. DOI: 10.22184/1993-8578.2021.14.2.88.93.
2. Баксанский О.Е. Конвергенция естественно-научного и гуманитарного знания // Ноосферные исследования. 2021. № 1.; URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konvergenziya-estestvennonauchnogo-i-gumanitarnogo-znaniya> (дата обращения: 16.07.2025). EDN: REFYCV.
3. Данилин И.В. Конвергентные (НБИК) технологии: проблемы развития и трансформационный потенциал // Вестник РУДН. Серия: Международные отношения. 2017. № 3.; URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/konvergentnye-nbik-tehnologii-problemy-razvitiya-i-transformatsionnyu-potentsial> (дата обращения: 16.07.2025).
4. Лубнина А.А. Информационное обеспечение мониторинга конвергенции отраслей промышленности // E-Management. 2023. № 3.; URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnoe-obespechenie-monitoringa-konvergenzii-otrasley-promyshlennosti> (дата обращения: 16.07.2025).
5. Багдасарьян Н.Г., Кошик В.С. НБИК-технологии как вызов образованию // Гуманитарный вестник. 2018. № 1 (63).; URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nbik-tehnologii-kak-vyzov-obrazovaniyu> (дата обращения: 16.07.2025). DOI: 10.18698/2306-8477-2018-1-500. EDN: YSPYTY.
6. Чванова М.С., Морев Д.Е. Выявление уровня адекватного восприятия нанотехнологий у студентов гуманитарных специальностей // Вестник ТГУ. 2012. № 8.; URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vyyavlenie-urovnya-adekvatnogo-voSPIriatiya-nanotehnologiy-u-studentov-gumanitarnyh-spetsialnostey> (дата обращения: 16.07.2025).
7. Проказова Л.А., Чегодаева Н.Д., Маскаева Т.А., Лабутина М.В. Прикладные аспекты профильной подготовки старшеклассников при изучении биотехнологического материала на уроках общей биологии // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 3.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29784> (дата обращения: 01.07.2025). DOI: 10.17513/spno.29784.
8. Зверева Л.Г., Сафонова А.А. Влияние ИКТ на уровень воспитания школьников // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 2–1.; URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-ikt-na-uroven-voSPIritaniya-shkolnikov> (дата обращения: 16.07.2025).
9. Костина Л.М., Швецова Н.В. Отношение к искусственному интеллекту учащихся основной и средней школы // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. 2024. № 213.; URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/otnoshenie-k-iskusstvennomu-intellektu-uchaschihsya-osnovnoy-i-sredney-shkoly> (дата обращения: 16.07.2025). DOI: 10.33910/1992-6464-2024-213-192-201. EDN: FOXDDE.

10. Чикова О.А., Каменев Р.В., Витюнин М.А., Сартаков И.В. Методика оценки технологической грамотности школьников на основе стандартов STL // Педагогическое образование в России. 2024. № 2.; URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-tehnologicheskoy-gramotnosti-shkolnikov-na-osnove-standartov-stl> (дата обращения: 16.07.2025).

11. Асеева И.А., Пащенко Е.Н. НБИК-технологии в инновационной цивилизации: проблемы формирования общественного мнения // Научный результат. Серия: Социология и управление. 2014. Т. 1. № 1. С. 36–45.; URL: <https://r sociology.ru/journal/article/433/> (дата обращения: 16.07.2025).

12. Киселев Ю.П. Конвергентное естественно-научное образование: опыт реализации проекта «Курчатовские классы» в Санкт-Петербурге // Физика в школе. 2025. № S3. С. 21–27.; URL: [http://www.schoolpress.ru/products/rubria/index.php?ID=95938&SECTION\\_ID=48](http://www.schoolpress.ru/products/rubria/index.php?ID=95938&SECTION_ID=48) (дата обращения: 16.07.2025) DOI: 10.47639/0130-5522\_2025\_S3\_21. EDN: GXUBLU.

13. Никитина Т.В. Практическая реализация междисциплинарного подхода в школьном образовании // Концепт. 2025. № 1.; URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prakticheskaya-realizatsiya-mezhdistsiplinarnogo-podhoda-v-shkolnom-obrazovanii> (дата обращения: 16.07.2025). DOI: 10.24412/2304-120X-2025-11012. EDN: GMTZYX.

14. Алексашина И.Ю. Киселев Ю.П. О концептуальном поле конвергентного образования // Физика в школе. 2023. № 3. С. 10–16.; URL: [http://www.schoolpress.ru/products/rubria/index.php?ID=93410&SECTION\\_ID=48](http://www.schoolpress.ru/products/rubria/index.php?ID=93410&SECTION_ID=48) (дата обращения: 16.07.2025). DOI: 10.47639/0130-5522\_2023\_3\_10. EDN: PXUJVZ.

15. Распоряжение Правительства РФ от 25 июля 2022 г. № 2036-р «Об утверждении Плана проведения в РФ Десятилетия науки и технологий» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404975641/> (дата обращения: 16.07.2025).