

Социология управления
Management sociology

DOI: 10.24412/2070-1381-2022-93-52-64

Продвижение в молодежной среде знаний об устойчивом развитии

Горин Николай Владимирович¹

Кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ имени академика Е.И. Забабахина», Снежинск, РФ.

E-mail: n.gorin@vniitf.ru

SPIN-код РИНЦ: [8826-7307](#)

ORCID ID: [0000-0001-7468-1492](#)

Абрамова Надежда Леонидовна

Кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой биологии, химии, экологии и методики их преподавания, Уральский государственный педагогический университет, Екатеринбург, РФ.

E-mail: abramova_nadin@mail.ru

SPIN-код РИНЦ: [9566-0083](#)

ORCID ID: [0000-0003-1841-0035](#)

Нечаева Светлана Владимировна

Кандидат исторических наук, доцент, заместитель директора ЧФ РАНХиГС, Челябинск, РФ.

E-mail: nechaeva@chel.ranepa.ru

SPIN-код РИНЦ: [2342-4497](#)

ORCID ID: [0000-0003-3400-8628](#)

Аннотация

В статье ставится цель привлечь внимание органов власти и педагогического сообщества к необходимости знакомства школьников с основными целями устойчивого развития России и всего мира. Отмечено, что устойчивое развитие — это одна из наиболее обсуждаемых проблем в современных выступлениях политических лидеров, представителей деловых кругов, в аналитических обзорах, на конференциях и в научных публикациях. В них анализируется устойчивость общества с точки зрения развития производства, обеспечения продовольствием, питьевой водой, энергией и влиянием экологической чистоты окружающей среды на здоровье. Отмечается, что быстрых решений ожидать не следует, проблемы будут решаться на протяжении жизни нескольких поколений людей. Поэтому предложено не только знакомить школьников с особенностями устойчивого развития, но и ориентировать их на выбор соответствующих профессий, и это должно найти отражение при выполнении национального проекта России «Образование». Цели устойчивого развития ООН и национальные проекты России коррелируют друг с другом и в основном направлены на решение похожих задач. Одна из ключевых задач в инициативах ООН и в национальных проектах России — «недорогостоящая и чистая энергия», достижение которой позволит выполнить ряд других целей устойчивого развития. Кроме того, рассмотрена инициатива России и Госкорпорации «Росатом» в интересах достижения нескольких целей развития за счет источника экологически чистой атомной энергии как базового источника энергоснабжения. Одновременно чистая энергетика позволит ответить на основные вызовы современности — загрязнение окружающей среды и климатические явления.

Ключевые слова

Устойчивое развитие, цели устойчивого развития, национальные проекты России, загрязнение окружающей среды, обеспечение энергией, атомная энергетика, замкнутый ядерный топливный цикл.

Promotion of Sustainable Development among Youth

Nikolay V. Gorin²

PhD, Russian Federal Nuclear Center — Zababakhin All-Russia Research Institute of Technical Physics, Snezhinsk, Russian Federation.

E-mail: n.gorin@vniitf.ru

ORCID ID: [0000-0001-7468-1492](#)

Nadezhda L. Abramova

PhD, Associate Professor, Head of Department of Biology, Chemistry, Ecology and Their Teaching Methods, Ural State Pedagogical University, Ekaterinburg, Russian Federation.

E-mail: abramova_nadin@mail.ru

ORCID ID: [0000-0003-1841-0035](#)

Svetlana V. Nechaeva

PhD, Associate Professor, Chelyabinsk Branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Chelyabinsk, Russian Federation.

E-mail: nechaeva@chel.ranepa.ru

ORCID ID: [0000-0003-3400-8628](#)

¹ Корреспондирующий автор.

² Corresponding author.

Abstract

The aim of this paper is to alert the authorities and educational community to the need for the schoolchildren to be familiarized with the key goals of sustainable development in Russia and all over the world. It has been noted that sustainable development is one of the most discussed issues among modern political leaders and business representatives, at conferences, in analytical reviews and academic publications. Analysis of social sustainability in terms of production development, provision of food and clean water, and health effects of clean environment is made through these discussions. The authors also note that the progress in this direction would be relatively slow and several generations would have to address these issues. That is why it has been proposed to familiarize schoolchildren with the sustainable development components and to guide them on choosing appropriate careers. This should be reflected in the National Project of Russia "Education". It is shown that the UN sustainable development goals and national projects of Russia correlate quite well with each other and are mainly focused on similar challenges. One of the key tasks under the UN initiatives and national projects of Russia is production of "affordable and clean energy". Attaining some other sustainable development goals fully depends on this task accomplishment. The Russian and State Atomic Energy Corporation Rosatom initiative to achieve several development goals through a source of clean atomic energy, used as a basic energy source, is considered. At the same time, clean energy production will allow addressing the main challenges of today — environmental pollution and climatic phenomena.

Keywords

Sustainable development, goals of sustainable development, national projects of Russia, environmental pollution, energy supply, atomic industry, closed nuclear fuel cycle.

Введение

Предлагаемая статья призвана привлечь внимание органов власти и педагогической общественности к необходимости знакомства школьников с основными целями и проблемами устойчивого развития России и всего мира. Для продвижения знаний и формирования у молодежи позиции по ответам на основные вызовы современности потребуются относительно небольшие корректировки в школьных и вузовских программах обучения с одновременным использованием существующих методов внеклассной работы.

Анализ современной социальной и энерго-экологической обстановки в мире показывает, что изменение климата, загрязнение окружающей среды, обеспечение энергией, продовольствием и водой являются ключевыми проблемами глобального устойчивого развития, стоящими перед человечеством³. В мире более 800 млн чел. недоедают, примерно 850 млн не имеют доступа к базовым услугам водоснабжения, 1,3 млрд тратят до тридцати минут для набора воды из источника за пределами своего дома, 2,3 млрд не имеют доступа к основным санитарным услугам, около 1 млрд — к электроэнергии, а более 40% населения мира — к современным видам топлива⁴. Нарастает загрязнение окружающей среды: в 2021 г. существенно увеличился ежегодный выброс в атмосферу углекислого газа (с 33,1 Гт до 36,3 Гт) за счет вынужденного сжигания угля, так как солнечные и ветровые станции не обеспечили европейские страны энергией⁵.

В научных публикациях обсуждаются проблемы, влияющие на устойчивое развитие, — уменьшение площадей лесных массивов, вывод из сельскохозяйственного оборота и потеря плодородия почв, загрязнение питьевой воды и мирового океана, нарастание объемов бытовых отходов, загрязнение окружающей среды микропластиком и пр. Возможно, что глобальное потепление объясняется техногенной деятельностью человека, хотя эта точка зрения оспаривается [Нигматулин 2015, 15-25].

В этих условиях дальнейшее устойчивое развитие человечества становится проблематичным. Из опубликованного массива работ можно выделить ряд публикаций, которые доходчиво и наглядно описывают проблему в целом.

³ Integrated Assessment of Climate, Land, Energy and Water // IAEA [Электронный ресурс]. URL: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1910_web.pdf (дата обращения: 17.04.2022).

⁴ The State of Food Security and Nutrition in the World 2017: Building Resilience for Peace and Food Security // FAO [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1107528> (дата обращения: 23.04.2022); Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines // WHO [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241512893> (дата обращения: 23.04.2022).

⁵ Global Energy and CO2 Status Report 2018 // International Energy Agency [Электронный ресурс]. URL: https://iea.blob.core.windows.net/assets/23f9eb39-7493-4722-aced-61433cbffe10/Global_Energy_and_CO2_Status_Report_2018.pdf (дата обращения: 23.04.2022); Global Energy Review 2021 // International Energy Agency [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021> (дата обращения: 23.04.2022).

Первые тревожные симптомы появились полвека назад в работах Римского клуба: «Если существующие на настоящий момент времени тенденции роста населения мира, индустриализации, загрязнения окружающей среды, производства продуктов питания и истощения ресурсов сохранятся неизменными, то уже в течение следующего столетия человечество подойдет к пределам роста. Наиболее вероятным результатом будет довольно резкое и неуправляемое падение как численности населения, так и промышленного производства» [Meadows et al. 1972, 16–28]. Книга была написана полвека назад, издана массовыми тиражами во многих странах, но в СССР не издавалась. Свой прогноз авторы подтвердили тридцать лет спустя [Meadows et al. 2004]. Книги критиковали, но в целом соглашались: «Количественные оценки пределов роста, данные Римским клубом, дискуссионны, однако принципиальное наличие экологических ограничений не вызывает сомнений, равно как и то, что масштабы человеческой деятельности сопоставимы с пределами роста» [Бушуев и др. 2011, 63].

Значительное превышение допустимых пределов техногенного воздействия подтверждается в работе В.И. Данилова-Данильяна: «...допустимый уровень воздействия на биосферу к началу XXI века человек превысил, по-видимому, примерно десятикратно... Факт многократного превышения пределов антропогенного воздействия на биосферу никем из специалистов по глобальной экологии не подвергается сомнению...» [Данилов-Данильян 2008, 9]. Назревшая необходимость корректировки цивилизационной парадигмы развития показана в докладе Н.Н. Моисеева⁶, где отмечено, что у человечества при непрерывном росте потребностей до сих пор сохранились изначальные представления о природе как о неограниченном резервуаре, позволяющем эти потребности удовлетворять.

П.Л. Капица полвека назад отмечал⁷, что энергетическая проблема уже тогда стала проблемой № 1. Он показал основные недостатки возобновляемых источников энергии — низкую плотность потока солнечной и ветровой энергии, низкую теплопроводность горных пород в геотермальной энергетике, относительно небольшой ресурс приливной энергетике, почти исчерпанные ресурсы гидроэнергетики — и сделал вывод, что они не обеспечат человечество промышленной энергией, хотя для бытовых целей пригодны.

Таким образом, значимость и актуальность проблемы устойчивого развития сомнений не вызывает, решать ее придется современной молодежи — школьникам и студентам, и к этому их надо готовить.

Устойчивое развитие

Впервые проблемой устойчивого развития заинтересовались примерно 100–150 лет назад. Тогда считали, что ресурсы не иссякнут и могут эксплуатироваться неограниченно долго, если потребление не превосходит естественного прироста, но при этом полагали, что человек не загрязняет окружающую среду в целом. В то время население планеты составляло немногим более млрд чел., потребление ресурсов было малым и компенсировалось естественным воспроизводством, а небольшое загрязнение утилизировалось окружающей средой. В настоящее время численность населения кратно выросла, существенно больше возросло потребление ресурсов, объемов производства и загрязнения, поэтому проблемы воспроизводства ресурсов и утилизации отходов стали актуальны.

⁶ Моисеев Н.Н. О необходимости экологического социализма // Regnum [Электронный ресурс]. URL: <https://regnum.ru/news/society/2951381.html> (дата обращения: 23.04.2022).

⁷ Капица П.Л. Энергия и физика: Доклад на научной сессии, посвященной 250-летию Академии наук СССР // Vivos Voco [Электронный ресурс]. URL: http://vivovoco.astronet.ru/VV/PAPERS/KAPITZA/KAP_10.HTM (дата обращения: 23.04.2022).

Устойчивость развития постоянно рассматривается во многих публикациях: например, в статье С. Санделин представлен обзор на примерах Финляндии с большим объемом зарубежных публикаций (36 наименований) [Санделин 2020], а библиография в других статьях этого сборника («Устойчивое развитие: вызовы и возможности») иллюстрирует актуальность тематики. В сборнике рассмотрен европейский и российский опыт по экологическим, экономическим и социальным аспектам устойчивого развития, а также представлены достижения и проблемы, возникающие на пути исполнения целей.

Ход выполнения национальных проектов рассматривается на российских научных конференциях разного уровня. Так, в частности, на Всероссийских научно-практических конференциях «Национальные проекты и социально-экономическое развитие» (УрФУ, Екатеринбург, 2020)⁸ и «Управление устойчивым развитием регионов России в условиях новой реальности» (РАНХиГС, Челябинск, 2021)⁹ рассмотрены достигнутые результаты в ряде проектов по всем направлениям.

Проблемы устойчивого развития, в том числе ее основной составляющей — энергетики, представлены на конференции МАГАТЭ по быстрым реакторам «FR22». Названия докладов специалистов разных стран свидетельствуют о масштабах работ в мире, а наиболее значимым обобщением всех точек зрения могут быть слова Генерального директора МАГАТЭ Р. Гросси: «...нам потребуются все низкоуглеродные источники, в том числе ядерный, если мы хотим экономического роста без вреда окружающей среде. Развитие быстрых реакторов — путь к устойчивости ядерной энергетики. Эти технологии развивают Россия, Китай, Индия, Франция, США, Япония, Южная Корея. МАГАТЭ поддерживает развития быстрых реакторов...»¹⁰. Название конференции и заявление Генерального директора МАГАТЭ об экономическом росте без вреда окружающей среде в полной мере соответствует целям устойчивого развития. Им названы страны, развивающие быстрые реакторы с замкнутым ядерным топливным циклом (ЯТЦ), среди которых первое место занимает Россия.

В многочисленных публикациях отмечается [Turkson et al. 2020], что устойчивое производство энергии — одно из важнейших требований экономического развития.

Корреляция целей устойчивого развития ООН и национальных проектов России

В 2015 г. ООН были предложены 17 целей устойчивого развития для «достижения лучшего и более устойчивого будущего для всех». В свою очередь, Президентом России в 2018 г. инициированы национальные проекты по трем направлениям развития: «Человеческий капитал», «Комфортная среда для жизни» и «Экономический рост», выполнение которых должно обеспечить устойчивое развитие страны.

Важнейшие цели — ликвидация нищеты, голода и хорошее здоровье человека — представлены как в целях развития ООН, так и в национальных проектах России.

Содержание национальных проектов России и целей развития ООН во многом коррелирует друг с другом, естественно, с поправками на особенности социальной и экономической обстановки в мире и стране. Для России ликвидация голода и гендерное равенство почти не актуальны. Ликвидация нищеты представлена более мягко, как борьба с бедностью; эта цель многократно

⁸ XXII Уральские социологические чтения. Национальные проекты и социально-экономическое развитие Уральского региона: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Екатеринбург, 17–18 марта 2020 г.) / под общ. ред. Ю.Р. Вишневого, М.В. Певой. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020.

⁹ Управление устойчивым развитием регионов России в условиях новой реальности: всероссийская научно-практическая конференция / отв. ред. С.В. Нечаева. Челябинск: Челябинский филиал РАНХиГС, 2021.

¹⁰ Генеральный директор МАГАТЭ Р. Гросси. Конференция МАГАТЭ «Быстрые реакторы и связанные с ними топливные циклы: устойчивая чистая энергия будущего (FR22)». Вена, Австрия, 19–21 апреля 2022 г.

озвучивалась Президентом России и коррелирует с целью по уменьшению неравенства, а результаты периодически публикуются¹¹. Борьба с изменениями климата, сохранение экосистем и обеспечение чистой водой объединены в российском проекте «Экология».

Ключевая задача в достижении устойчивого развития

В целях устойчивого развития ООН и национальных проектов России следует обращать внимание на ключевую задачу, решение которой позволит достичь большинства поставленных целей. В целях ООН она обозначена как «недорогостоящая и чистая энергия», в национальных проектах России энергия не была изначально представлена в виде самостоятельного проекта, однако это быстро было исправлено¹².

Слова «недорогостоящая» и «чистая» интуитивно понятны, но для анализа необходимо понимать, что и с чем сравнивать, по каким критериям, что получит общество, если заплатит, и что произойдет, если откажется. Сравнивать следует с ценой за устойчивое развитие современной цивилизации, то есть в конечном счете за ее существование, и если заплатит, то будет развиваться дальше, не заплатит — утратит надежды на развитие. В настоящее время СМИ обсуждают одну из важнейших современных энергетических проблем — поставки газа и других энергоносителей, неспособность солнечной и ветровой энергетики обеспечить Европу энергией и сдержать кратный рост цен на энергоносители. Проблема, затрагивающая интересы большинства населения, не может быть «недорогостоящей».

Атомная энергетика способствует выполнению многих национальных проектов России и играет основную роль в трех из них — «Экология», «Международная кооперация и экспорт» и «Образование» [Gorin et al. 2021b]. В части реализации проекта «Экология» атомная энергетика предотвращает загрязнение окружающей среды в процессе производства электрической и тепловой энергии. Значительный вклад в реализацию национального проекта «Международная кооперация и экспорт» могут внести проекты нового поколения АЭС, что позволит осуществлять экспорт высокотехнологичных продуктов — реакторов на тепловых, а затем на быстрых нейтронах с замкнутым ЯТЦ [Gorin et al. 2021a; Горин и др. 2021e]. Накопленный в атомной отрасли опыт взаимодействия с общественностью и главным образом со школьниками и молодежью [Горин и др. 2022; Горин и др. 2021c] обеспечит формирование радиационной и экологической грамотности в рамках проекта «Образование», формируя население с востребованным отношением к развитию атомной энергии [Горин и др. 2021d]. От обеспечения энергией зависит производительность труда, расширение и модернизация инфраструктуры, развитие жилищного фонда.

В свою очередь, от цели ООН «недорогостоящая и чистая энергия» зависит достижение многих других целей. Действительно, чистая энергетика обеспечит чистую воду, занятость и экономический рост, индустриализацию, устойчивые города, сохранит экосистемы на суше и морях, возможно, решит климатические проблемы. На иконке этой цели изображен символ солнечной энергии, то есть по умолчанию предполагается, что именно солнечная энергетика совместно с ветровой решат все мировые энергетические проблемы и обеспечат устойчивое развитие. Однако это иллюзии из-за их низкой плотности потока энергии и зависимостью от погодных условий масштабов генерации энергии. Решением энергетических проблем могло бы стать

¹¹ Росстат сообщил о снижении уровня бедности в стране до 11% в 2021 году // Интерфакс [Электронный ресурс]. URL: <https://www.interfax.ru/russia/827736> (дата обращения: 23.04.2022).

¹² Правительство утвердило 14-й национальный проект по развитию атомной науки и технологий // Страна Росатом [Электронный ресурс]. URL: <https://strana-rosatom.ru/2021/02/08/31102/> (дата обращения: 23.04.2022)

производство энергии на АЭС, обеспечивающих базовое энергоснабжение¹³. Необходимость ее развития уже становится актуальной, Госкорпорация (ГК) «Росатом» приняла стратегию ее развития¹⁴, а МИД России назвал основные инструменты борьбы с изменением климата¹⁵.

Главное звено в цепи задач по достижению устойчивого развития — энергетика, но не любая, а только атомная с быстрыми реакторами и замкнутым ЯТЦ, которое может решить всю цепь задач как в России, так, возможно, и в мире. Это одно из ключевых решений в проблемах современного устойчивого развития.

Однако решению препятствуют два обстоятельства. Первое — сложившийся у населения стереотип об опасности атомной энергетики, основанный на событиях прошлого и не учитывающий результаты последних разработок в реакторостроении. Второе — сложившаяся в обществе иллюзия решения всех энергетических и экологических проблем за счет солнечной и ветровой энергии. Они совместно формируют сдержанное отношение населения к развитию атомной энергетики, при котором нет явных протестов, но и нет активной поддержки [Мельникова и др. 2018, 8]. При отказе от стереотипов и иллюзий атомная энергетика предстанет перед населением как обычная отрасль промышленности, не привлекающая повышенного внимания. Диалог Госкорпорации «Росатом» с общественностью сложился, и информационная работа в интересах развития экологически чистой атомной энергетики проводится [Головихина и др. 2021].

С момента принятия целей устойчивого развития ООН минуло семь лет, несколько меньше развиваются национальные проекты России. В течение этого времени в мире складывалось понимание о неизбежности перехода на экологически чистые энергоносители. Однако атомную энергетику в мире пока не рассматривают в качестве экологически чистой, а быстрые реакторы с замкнутым ЯТЦ считают неприемлемыми из-за риска наработки плутония и распространения технологий переработки отработавшего топлива. Тем не менее состоявшиеся в ходе Конференции ООН по изменению климата COP26 обсуждения показали растущий интерес к использованию атомной энергетики в качестве такого источника. В начале 2022 г. Еврокомиссия официально приняла акт о внесении поправок в Таксономию Евросоюза, включающих в нее газовую и атомную генерации. Это важный этап на пути признания атомной энергетики безопасным и чистым источником энергии во всем мире. Таким образом, цели развития реализуются, хотя быстрых результатов ожидать не следует.

¹³ Без ядерной энергетики у нынешней цивилизации нет будущего // Атомный эксперт [Электронный ресурс]. URL: <https://atomicexpert.com/page3177835.html> (дата обращения: 12.04.2022).

¹⁴ План на 100 лет — «Росатом» принял долгосрочную стратегию развития ядерной энергетики // Страна Росатом [Электронный ресурс]. URL: <https://strana-rosatom.ru/2019/02/05/den-nauki-kruglyi-god> (дата обращения: 23.04.2022).

¹⁵ МИД назвал основные инструменты борьбы с изменением климата // РИА Новости [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20211102/mid-1757317457.html> (дата обращения: 23.04.2022).

Обострение проблемы устойчивого развития

На Рисунке 1 показана динамика мирового потребления энергии по видам топлива.

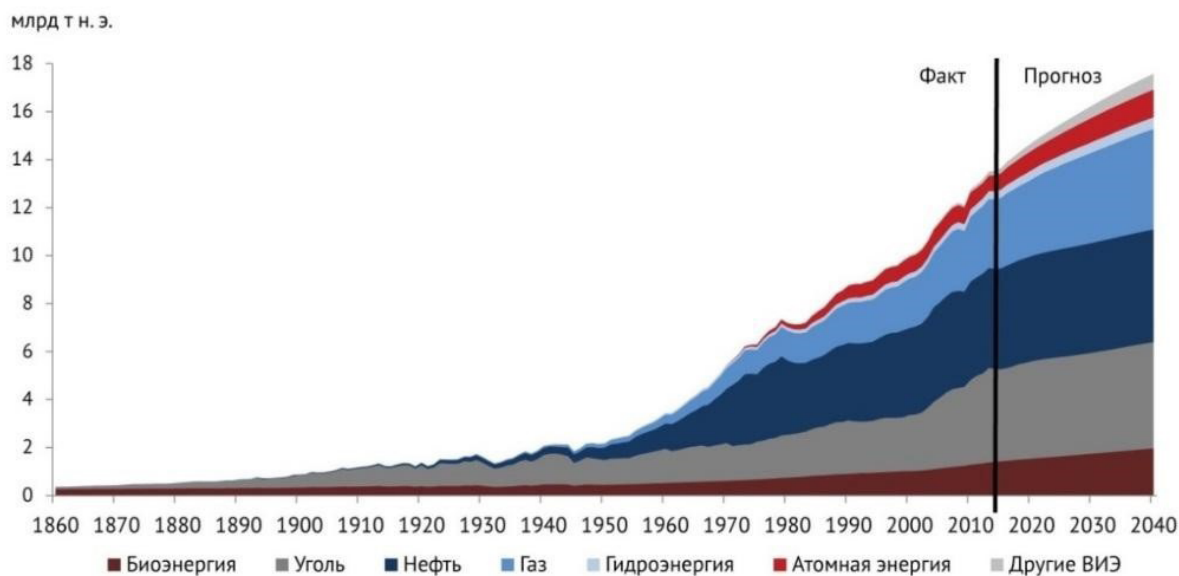


Рисунок 1. Динамика мирового потребления энергии¹⁶

Известно, что потребление энергии, которое заметно различается в разных странах, характеризует общий уровень жизни в стране и потребление материальных благ, природных ресурсов и, соответственно, пропорциональный объем образующихся отходов. Эта корреляция была продемонстрирована полвека назад П.Л. Капицей и к настоящему времени сохранила свою актуальность. Действительно, наибольшее среднее потребление энергии в настоящее время наблюдается в Скандинавских странах, Канаде, США, Австрии, Швейцарии, то есть в странах с высокими уровнями жизни и высокоразвитыми экономиками. В странах, где потребление энергии много меньше, например в Гватемале и Нигерии, низкий уровень жизни и неразвитые экономики.

В одной из наиболее цитируемых в настоящее время работ показана корреляция между индексом человеческого развития ООН и потреблением энергии на душу населения [Martinez, Ebenhack 2008] и отмечено, что для развития беднейших слоев населения мира необходимы небольшие дополнительные доступы к энергии.

Следует обратить внимание на резкий излом в зависимости на Рисунке 1, произошедший около ста лет назад. Именно тогда существовавшая тысячелетия парадигма развития, рассматривавшая природу как неограниченный источник сырья и место утилизации отходов, начала приходить в противоречие с ограниченными возможностями среды утилизировать отходы человеческой деятельности. Это противоречие является одной из причин обострения проблемы устойчивого развития.

Изменить парадигму в принципе невозможно, так как нет другого источника сырья и места утилизации отходов. Однако ее можно откорректировать, заложить в нее новую технологию и получать энергию из ядер элементов, а не из атомов как ранее. Технология, производящая на единицу массы сырья на несколько порядков больше энергии и меньше отходов, существует и предложена — ядерная энергетика на быстрых реакторах с замкнутым ЯТЦ, в которой решены

¹⁶ Источник: Прогноз развития энергетике мира и России. М.: ИНЭИ РАН–АЦ при Правительстве РФ, 2016. С. 43.

вопросы безопасности [Адамов и др. 2015]. Различий на уровне «нескольких раз» недостаточно, так как рост численности населения и его потребностей нейтрализует достигнутые достоинства, и в результате все вернется к исходному состоянию.

Примиришь экологию и современное производство практически невозможно, но вполне возможно сгладить существующие противоречия и не доводить их до антагонистических за счет экологически чистых технологий производства энергии [Горин и др. 2019].

Особенности занятий со школьниками

Анализ современного отечественного образовательного опыта показывает, что особенности устойчивого развития практически не рассматривается в школе. Информация, связанная с устойчивым развитием, атомной энергетикой и ядерными технологиям, если и появляется в школьных учебниках, то в очень малых количествах. Стоит обратить внимание на ее большой потенциал в области современного школьного экологического и естественнонаучного образования.

Основные цели занятий со школьниками должны быть направлены на противодействия сложившимся в обществе стереотипам и иллюзиям как в отношении к атомной энергетике, так и к ядерным технологиям в целом. Таких стереотипов у школьников еще нет, и поэтому важно заложить основу, предотвращающую их возникновение.

Ниже представлен ряд особенностей, на которые следует обращать внимание при организации занятий со школьниками, естественно, с учетом их возраста.

Начиная с младших классов и вплоть до выпускных, следует подчеркивать основные причины появления главных вызовов современности —, загрязнения окружающей среды и климатических эффектов. Многочисленные публикации отмечают, что экологические и климатические проблемы начались около 100–150 лет назад. До этого масштабы потребления ресурсов были малы, они компенсировались естественным воспроизводством, а незначительное загрязнение не оказывало влияния и утилизировалось естественным путем.

Следует противодействовать точке зрения о наибольшей опасности атомной энергетики по сравнению с углеводородными энергетическими системами. В действительности они проигрывают сравнению с безуглеродными источниками энергии, включая ядерную энергетику, по критерию загрязнения окружающей среды и выбросам парниковых газов. Даже риски аварий со значительной гибелью людей у углеводородных энергетических систем выше по сравнению с ядерной энергетикой. Да, у ядерной энергетики есть специфическая опасность, связанная с ее появлением на свет, — создание ядерного оружия. Однако следует иметь в виду, что это больше политическая проблема, чем техническая, и она разрешима.

За прошедшие годы сформировался набор основных тезисов, используемых противниками атомной энергетики, и, в частности, большие сомнения у них вызывают вопросы безопасности [Brook, Lowe 2010]. Однако показано, что по количеству смертей наработанную энергию 10^{12} Вт·час атомная энергетика занимает последнее место (90, 150, 440 и 4400 — атомная энергетика, ветер, солнечные панели на крышах домов и газ соответственно)¹⁷. Преподавателю следует ознакомиться с этими аргументами и использовать в работе.

¹⁷ Подсчитана летальность различных видов энергетики: угольная на первом месте, атомная на последнем // Газета [Электронный ресурс]. URL: http://www.gazeta.ru/science/news/2012/06/14/n_2389337.shtml#t22657519 (дата обращения: 23.04.2022).

Необходимо акцентировать внимание на уже созданные принципиально новые реакторные энергоблоки с естественной безопасностью, на которых невозможны аварийные ситуации, требующие эвакуацию населения с близлежащих территорий. Надо подчеркивать, что те или иные аварии возможны и, скорее всего, обязательно будут, так как безаварийной техники не существует, но последствия аварий не выйдут за пределы промышленной площадки.

Важно обращать внимание школьников на ограниченные возможности решения ключевой проблемы устойчивого развития с помощью возобновляемых источников энергии и тем самым развеивать иллюзии относительно решения энергетических проблем за счет солнечной и ветровой энергетик. Для этого необходимо принять во внимание, что человечество ежегодно производит и потребляет 14,3 млрд т н.э. энергии ($\sim 6 \cdot 10^{20}$ Дж) и, следовательно, совокупная мощность современной энергетик составляет ~ 19 тыс. ГВт. Достаточно впечатляющим может выглядеть сравнение этой величины с мощностью одной из крупнейших в мире Саяно-Шушенской гидроэлектростанции (6 ГВт).

В выступлении перед школьниками следует рассмотреть возможности генерации энергии всеми возобновляемыми источниками (солнечная, ветровая, гидро-, геотермальная, приливная и пр.), продемонстрировать их достоинства и недостатки, возможности технической реализации и масштабов генерации энергии. При этом целесообразно использовать упомянутый выше доклад П.Л. Капицы, где была показана их ограниченность в глобальном обеспечении энергией.

Интересны в этом плане различные новые эффективные формы работы для организации образовательного процесса со школьниками: например, эколого-просветительские квесты позволяют решать образовательные, развивающие и воспитательные задачи.

В 2018 г. студентами Уральского государственного педагогического университета разработан эколого-просветительский квест «В поисках зеленого квадрата» — уникальный инструмент для продвижения идей безуглеродной энергетик, устойчивого развития, атомной энергетик и ядерных технологий. Идея квеста посвящена безуглеродным источникам энергии — солнцу, ветру, воде, атому — и направлена на формирование положительного отношения населения к зеленой энергетике. В ходе квеста школьники узнают о ключевых открытиях и технологиях человечества в области зеленой энергетик, а студенты-волонтеры рассказывают о перспективах использования различных источников энергии, предлагают собрать модель, показывающую работу атомного реактора, получить энергию с помощью миниатюрных установок, моделирующих работу солнечных батарей, энергии движения воды и ветрогенераторов.

Вполне уместно рассмотреть пример с популярными в настоящее время электромобилями. На первый взгляд, они действительно могут уменьшить загрязнение окружающей среды, по крайней мере с точки зрения минимизации выбросов в атмосферу выхлопных газов. Однако остается открытым вопрос о происхождении электроэнергии для зарядки аккумулятора, и если она производится на углеводородных электростанциях, то иллюзии экологической чистоты при эксплуатации электромобилей исчезают из-за предыдущего загрязнения при зарядке аккумулятора и, скорее всего, последующего загрязнения при его утилизации.

Приведенные факты должны убедить, что производство энергии в размере десятка миллиардов тонн нефтяного эквивалента без загрязнения окружающей среды может обеспечить только атомная энергетика.

Современное содержание экологического образования и образования в интересах устойчивого развития представляет широкие возможности для профессиональной ориентации

школьников, в том числе на современные специальности, где требуются специализированные экологические знания, знания из области атомной энергетики и ядерных технологий [Горин и др. 2021a; Горин и др. 2021b].

Ответ на главные вызовы современности, связанные с загрязнением окружающей среды, глобальным потеплением и ростом концентрации парниковых газов, примет на себя ГК «Росатом» и создаст основу для перехода на экологически чистую атомную энергетику с быстрыми реакторами и замкнутым ЯТЦ. В настоящее время ГК «Росатом» запускает серию курсов по тематике устойчивого развития¹⁸, и следует познакомить с ними школьников.

Обучение школьников в интересах защиты окружающей среды должно быть ориентировано главным образом на изучение достоинств и недостатков экологически чистых способов производства энергии, их пропаганду и поддержку развития.

Заключение

Таким образом, устойчивое развитие современной цивилизации в настоящее время сомнительно.

Для достижения большинства целей устойчивого развития необходимы технологии, способные ежегодно обеспечивать человечество энергией в размере не менее десятка млрд т н.э. в течение нескольких столетий. Они не должны потреблять кислород, сбрасывать в атмосферу парниковые газы и загрязнять окружающую среду, допускать аварийных ситуаций, требующих эвакуацию населения, нарушать действующие международные договоренности в области безопасности. Они должны производить на единицу сырья на несколько порядков больше энергии и меньше отходов, чем существующие технологии с углеводородными энергоносителями.

Одна из таких технологий предложена — атомная энергетика на основе быстрых реакторов с замкнутым ЯТЦ. Для ее внедрения необходима поддержка органов власти и политиков, а самое главное — востребованное отношение населения к ее развитию. Необходимо изменить сложившийся в обществе стереотип о ее чрезмерной опасности и развеять иллюзии, что все экологические и энергетические проблемы решаются за счет солнечной и ветровой энергии. При отказе от стереотипов и иллюзий атомная энергетика предстанет перед населением как обычная отрасль промышленности, не привлекающая повышенного внимания, и ее можно будет использовать в интересах устойчивого развития.

В цепи задач по достижению устойчивого развития определено главное звено — энергетика, которое может вытянуть всю цепь как в России, так и в мире. Это одно из ряда ключевых знаний, которое следует продвигать в молодежной среде. Для продвижения этих знаний потребуются относительно небольшие корректировки в школьных и вузовских программах обучения.

Список литературы:

Адамов Е.О., Орлов В.В., Рачков В.И., Слесарев И.С., Хомяков Ю.С. Ядерная энергетика с естественной безопасностью: смена устаревшей парадигмы, критерии // Известия академии наук. Энергетика. 2015. № 1. С. 13–29.

Бушуев В.В., Мастепанов А.М., Куричев Н.К., Белогорьев А.М., Громов А.И. Мировая энергетика — 2050 (Белая книга). М.: Издательский дом «Энергия», 2011.

Головихина О.С., Горин Н.В., Игин И.М., Медянцеv Н.В. Становление диалога госкорпорации «Росатом» с общественностью // Вестник Московского Университета. Серия 12. Политические науки. 2021. № 3. С. 78–97.

¹⁸ Понять систему ESG // Атомный эксперт [Электронный ресурс]. URL: <https://atomicexpert.com/understandtheesgsystem> (дата обращения: 17.04.2022).

Горин Н.В., Абрамова Н.Л., Матвеева Л.Г., Головихина О.С. Содержание занятий со школьниками для ориентации их к выбору профессии в атомной отрасли // Становление педагога как человека культуры: традиции и современность: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию университета. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2021а. С. 117–124.

Горин Н.В., Абрамова Н.Л., Матвеева Л.Г., Головихина О.С. Формирование у молодежи положительного образа Госкорпорации «Росатом» на примерах ликвидации ядерного наследия СССР // Становление педагога как человека культуры: традиции и современность: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию университета. Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2021b. С. 109–116.

Горин Н.В., Абрамова Н.Л., Нечаева С.В., Головихина О.С. Воспитание у населения востребованного отношения к атомной энергетике // Государственное управление. Электронный вестник. 2021с. № 87. С. 7–18. DOI: [10.24412/2070-1381-2021-87-7-18](https://doi.org/10.24412/2070-1381-2021-87-7-18)

Горин Н.В., Волошин Н.П., Шмаков Д.В., Головихина О.С. Можно ли примирить энергетику и экологию? // Экологическая безопасность горнопромышленных регионов: Труды VII Международной научно-практической конференции. Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2019. С. 63–69.

Горин Н.В., Головихина О.С., Глазов Е.Е., Екидин А.А., Нечаева С.В. Информирование населения, как инструмент развития атомной отрасли // Государственное управление. Электронный вестник. 2021d. № 85. С. 6–24. DOI: [10.24412/2070-1381-2021-85-6-24](https://doi.org/10.24412/2070-1381-2021-85-6-24)

Горин Н.В., Екидин А.А., Кучинов В.П., Матвеева Л.Г. Меньшиков В.Ф. Формирование общественного мнения в интересах развития и признания атомной энергетике экологически чистым источником энергии // Траектория исследований — человек, природа, технологии. 2022. № 1 (1). С. 102–111.

Горин Н.В., Кузнецов Е.В., Кучинов В.П., Чебесков А.Н., Моисеев А.В., Шидловский В.В., Кривцов А.В. Барьеры на путях ядерного распространения при экспорте российских быстрых реакторов с замкнутым ЯТЦ (на примере БРЕСТ ОД-300) // Вестник НЯЦ. 2021е. № 4 (88). С. 16–21. DOI: [10.52676/1729-7885-2021-4-16-21](https://doi.org/10.52676/1729-7885-2021-4-16-21)

Данилов-Данильян В.И. Устойчивое развитие и нескончаемые дискуссии о нем // Экологический ежегодник. 2008. № 2. С. 6–13.

Мельникова Н.В., Артемов Е.Т., Бедель А.Э., Волошин Н.П., Михеев М.В. История взаимодействия ядерной энергии и общества в России. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2018.

Нигматулин Р.И. Четыре «э» современности: экономика, экология, энергетика, этнос. СПб.: СПбГУП, 2015.

Санделин С. Цели и инструменты устойчивого развития для компаний // Устойчивое развитие: вызовы и возможности. СПб.: Изд-во СПбГЭУ 2020. С. 34–56.

Brook B.W., Lowe I. Why vs Why: Nuclear Power. Sydney: Pantera Press, 2010.

Gorin N.V., Voloshin N.P., Churikov Y.I., Chebeskov A.N., Kuchinov V.P., Vasiliev A.P., Moiseev A.V., Shepelev S.F., Skvortsov D.A., Zhurin S.I., Shidlovskiy V.V., Krivtsov A.V. Nuclear Non-Proliferation Security on Exportation of Fast Reactors with a Closed Fuel Cycle // Atomic Energy. 2021a. Vol. 130. P. 53–56. DOI: [10.1007/s10512-021-00773-0](https://doi.org/10.1007/s10512-021-00773-0)

Gorin N.V., Yekidin A.A., Golovikhina O.S. Nuclear Power in Russia's National Projects // Nuclear Energy and Technology. 2021b. Vol. 7. Is. 3. P. 181–186. DOI: [10.3897/nucet.7.72393](https://doi.org/10.3897/nucet.7.72393)

Martinez D.M., Ebenhack B.W. Understanding the Role of Energy Consumption in Human Development through the Use of Saturation Phenomena // Energy Policy. 2008. Vol. 36. Is. 4. P. 1430–1435. DOI: [10.1016/j.enpol.2007.12.016](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.12.016)

Meadows D., Randers J., Meadows D. Limits to Growth. The 30-Year Update. Vermont: Chelsea Green Publishing, 2004.

Meadows D.H., Meadows D.L., Panders J., Behrens W.W. III. The Limits to Growth. New York: University Books, 1972.

Turkson C., Acquaye A., Liu W., Papadopoulos T. Sustainability Assessment of Energy Production: A Critical Review of Methods, Measures and Issues // Journal of Environmental Management. 2020. Vol. 264. DOI: [10.1016/j.jenvman.2020.110464](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110464)

References:

Adamov E.O., Orlov V.V., Rachkov V.I., Slesarev I.S., Khomyakov Yu.S. (2015) Nuclear Energy with Inherent Safety: Change of Outdated Paradigm, Criteria. *Izvestiya akademii nauk. Energetika*. № 1. P. 13–29.

Bushuev V.V., Mastepanov A.M., Kurichev N.K., Belogor'ev A.M., Gromov A.I. (2011) *Mirovaya energetika — 2050 (Belaya kniga)* [World power — 2050 (White book)]. Moscow: Izdatel'skiy dom «Energiya».

Golovikhina O.S., Gorin N.V., Igin I.M., Medyantsev N.V. (2021) Dialogue between State Atomic Energy Corporation “Rosatom” and Civil Society: Key Initiatives and Challenges. *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 12. Politicheskie nauki*. № 3. P. 78–97.

Gorin N.V., Voloshin N.P., Shmakov D.V., Golovikhina O.S. (2019) Is Reconciliation between Power Engineering and Environment Achievable? *Ekologicheskaya bezopasnost' gornopromyshlennykh regionov: Trudy VII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Ekaterinburg: Ural'skiy gosudarstvennyy gornyy universitet. P. 70–75.

Gorin N.V., Abramova N.L., Matveeva K.G., Golovikhina O.S. (2021a) Syllabus of Lessons for High-School Pupils to Promote Future Choice of the Career in the Nuclear Industry. *Stanovleniye pedagoga kak cheloveka kul'tury: traditsii i sovremennost': Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu universiteta*. Kurgan: Izd-vo Kurganskogo gos. un-ta. P. 117–124.

Gorin N.V., Abramova N.L., Matveeva K.G., Golovikhina O.S. (2021b) Formation of Positive Attitude towards State Atomic Energy Corporation “Rosatom” among Youngsters Using the Example of the USSR Nuclear Heritage Elimination. *Stanovleniye pedagoga kak cheloveka kul'tury: traditsii i sovremennost': Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 70-letiyu universiteta*. Kurgan: Izd-vo Kurganskogo gos. un-ta. P. 109–116.

Gorin N.V., Abramova N.L., Nechaeva S.V., Golovikhina O.S. (2021c) Fostering Respectful Attitude towards Nuclear Industry. *Gosudarstvennoe upravlenie. Elektronnyy vestnik*. № 87. P. 7–18. DOI: [10.24412/2070-1381-2021-87-7-18](https://doi.org/10.24412/2070-1381-2021-87-7-18)

Gorin N.V., Golovikhina O.S., Glazov Y.E., Ekidin A.A., Nechaeva S.V. (2021d). Awareness-Raising as a Tool in Developing the Atomic Industry. *Gosudarstvennoe upravlenie. Elektronnyy vestnik*. № 85. P. 6–24. DOI: [10.24412/2070-1381-2021-85-6-24](https://doi.org/10.24412/2070-1381-2021-85-6-24)

Gorin N.V., Kuznetsov E.V., Kuchinov V.P., Chebeskov A.N., Moiseev A.V., Shidlovskiy V.V., Krivtsov A.V. (2021e) Barriers to Nuclear Proliferation in the Export of the Russian Fast Reactors with Closed NFC (Using Example Brest-Od-300). *Vestnik NYaTs*. № 4 (88). P. 16–21. DOI: [10.52676/1729-7885-2021-4-16-21](https://doi.org/10.52676/1729-7885-2021-4-16-21)

Gorin N.V., Ekidin A.A., Kuchinov V.P., Matveeva L.G., Menshikov V.F. (2022) Forming Public Opinion in the Interests of the Development and Recognition of Nuclear Energy as an Environmentally Clean Energy Source. *Trayektoriya issledovaniy — chelovek, priroda, tekhnologii*. № 1. P. 102–111.

Danilov-Daniljan V.I. (2008). Ustojchivoe razvitie i neskonchaemye diskussii o nem [Sustainable development and never-ending discussions about it]. *Ekologicheskij ezhegodnik*. № 2. P. 6–13.

Mel'nikova N.V., Artemov E.T., Bedel' A.E., Voloshin N.P., Miheev M.V. (2018) *Istoriya vzaimodeystviya yadernoy energii i obshchestva v Rossii* [The history of interaction between nuclear energy and society in Russia]. Ekaterinburg: Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta.

Nigmatulin R.I. (2015) *Chetyre «e» sovremennosti: ekonomika, ekologiya, energetika, etnos* [Four “e” of the modern age: economy, ecology, energy production, ethnicity]. Saint Petersburg: SPbGUP.

Sandelin S. (2020) Sustainable Development Goals and Tools for Companies. *Ustoychivoye razvitiye: vyzovy i vozmozhnosti*. Saint Petersburg: Izd-vo SPbGEU. P. 34–56.

Brook B.W., Lowe I. (2010) *Why vs Why: Nuclear Power*. Sydney: Pantera Press.

Gorin N.V., Voloshin N.P., Churikov Y.I., Chebeskov A.N., Kuchinov V.P., Vasiliev A.P., Moiseev A.V., Shepelev S.F., Skvortsov D.A., Zhurin S.I., Shidlovskiy V.V., Krivtsov A.V. (2021a) Nuclear Non-Proliferation Security on Exportation of Fast Reactors with a Closed Fuel Cycle. *Atomic Energy*. Vol. 130. P. 53–56. DOI: [10.1007/s10512-021-00773-0](https://doi.org/10.1007/s10512-021-00773-0)

Gorin N.V., Yekidin A.A., Golovikhina O.S. (2021b) Nuclear Power in Russia's National Projects. *Nuclear Energy and Technology*. Vol. 7. Is. 3. P. 181–186. DOI: [10.3897/nucet.7.72393](https://doi.org/10.3897/nucet.7.72393)

Martinez D.M., Ebenhack B.W. (2008) Understanding the Role of Energy Consumption in Human Development through the Use of Saturation Phenomena. *Energy Policy*. Vol. 36. Is. 4. P. 1430–1435. DOI: [10.1016/j.enpol.2007.12.016](https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.12.016)

Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W.III. (1972) *The Limits to Growth*. New York: University Books.

Meadows D., Randers J., Meadows D. (2004) *Limits to Growth. The 30-Year Update*. Vermont: Chelsea Green Publishing

Turkson C., Acquaye A., Liu W., Papadopoulos T. (2020) Sustainability Assessment of Energy Production: A Critical Review of Methods, Measures and Issues. *Journal of Environmental Management*. Vol. 264. DOI: [10.1016/j.jenvman.2020.110464](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110464)

Дата поступления/Received: 12.05.2022