

УДК 378.12

DOI 10.37386/2413-4481-2024-1-59-64

**Алина Юрьевна Повинич***Томский государственный университет, г. Томск, Россия, pau@tpu.ru***Татьяна Анатольевна Костюкова***Томский государственный университет, г. Томск, Россия, kostyukova@inbox.ru*

## ФОРСАЙТ-ОБУЧЕНИЕ АСПИРАНТОВ-ИНЖЕНЕРОВ НА ОСНОВЕ НАУКОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

*Аннотация.* Целью исследования является обоснование эффективности технологии форсайт-обучения аспирантов инженерного вуза на основе наукометрического исследования. Его методологическую основу составили конструктивистский, компетентностный, системный, деятельностный и личностно-ориентированный подходы. Результаты опытно-экспериментальной работы показали, что эффективность технологии форсайт-обучения аспирантов-инженеров является важным фактором их успешной научной деятельности и развития инновационного потенциала.

*Ключевые слова:* форсайт; наукометрия; молодые исследователи; инженерное образование; наукометрические базы данных.

**Alina Yu. Povinich***Tomsk State University, Tomsk, Russia, pau@tpu.ru***Tatyana A. Kostyukova***Tomsk State University, Tomsk, Russia, kostyukova@inbox.ru*

## FORESIGHT TRAINING FOR GRADUATE ENGINEERING STUDENTS BASED ON SCIENTIFIC RESEARCH

*Abstract.* The purpose of the study is to substantiate the effectiveness of foresight training technology for graduate students of an engineering university based on scientometric research. Its methodological basis consists of constructivist, competence-based, systemic, activity-based and person-oriented approaches. The results of experimental work showed that the effectiveness of foresight training technology for graduate engineering students is an important factor in their successful scientific activity and the development of innovative potential.

*Keywords:* foresight; scientometrics; young researchers; engineering education; scientometric databases.

Мы живем в эпоху четвертой промышленной революции, которая характеризуется высоким уровнем производственных процессов, постоянным ростом научного знания и быстрым преобразованием его в технологические инновации [1, с. 2]. По мнению зарубежных исследователей N. Gozuacik, C. O. Sakar и S. Ozcan, успешная адаптация к современным условиям требует постоянного наблюдения за развитием событий в инженерной сфере для обеспечения быстрого и эффективного реагирования на возникающие тенденции, прогнозирования и разработки сценариев инновационного развития [2, с. 1]. На сегодняшний день интеллектуальные наукометрические ресурсы являются самыми эффективными инструментами для выявления научно-технических тенденций [3, с. 7]. T. Kristof и E. Novaky считают, что искусственный интеллект является важным инструментом прогнозирования, но он слабо эффективен для формирования долгосрочных траекторий развития [4, с. 11].

В связи с этим возникает задача развития у исследователей навыков мышления, ориентирован-

ного на будущее, и умений для работы с современными базами научной информации, определяющими с помощью искусственного интеллекта научно-технологические тенденции. Также необходимо сформировать культуру корректного применения данных цифровых инструментов, обеспечивающих конкурентные преимущества в мире постоянно меняющихся контекстов.

Одной из главных целей национальной политики нашей страны является достижение интеллектуального и технологического суверенитета. Для реализации этой цели необходимо повышение качества и конкурентоспособности отечественного инженерного образования, научных исследований и разработок. В основе масштабной государственной программы «Приоритет 2030» заложено признание главной роли науки и высшего образования в достижении задач развития страны. Вузы должны создать среду для подготовки инженерных специалистов, которые смогут совершить технологический прорыв, обеспечить создание нового научного знания и технологий

для внедрения в отечественную экономику и социальную сферу [5, с. 35].

В связи с этим ключевое значение приобретает задача модернизации технического образования, которое на сегодняшний день эксперты Ассоциации инженерного образования России оценивают как неудовлетворительное [6, с. 120]. Поэтому необходима разработка новых моделей обучения на всех уровнях образования, позволяющих активизировать творческий и интеллектуальный потенциал будущих инженеров.

В условиях экономики, основанной на знаниях, молодые кандидаты наук – инженеры играют ключевую роль в ускорении научно-технического прогресса в России [7, с. 16]. Следовательно, наличие эффективной системы аспирантуры, обеспечивающей подготовку молодых исследователей, способных к генерации нового научного знания и созданию инновационного инженерного продукта, прямо влияет на конкурентоспособность нашей страны на мировом уровне и обеспечивает достижение интеллектуального и технологического суверенитета.

В процессе подготовки кадров высшей квалификации в сфере инженерии представляет интерес методология форсайта в контексте компетентного подхода, несомненно, актуального для инженерного образования, соответствующего вызовам современного производства [8, с. 13]. Форсайт-компетенции – это совокупность знаний, умений и навыков, которыми должны владеть специалисты для форсайт-работы на основе наукометрического исследования. Форсайт-компетентность на основе наукометрического исследования мы определяем как личностное интегративное образование, включающее совокупность знаний, умений и навыков для форсайт-работы на основе наукометрии, а также готовность применять их в научной и инженерной деятельности.

Необходимо отметить, что способность прогнозировать развитие научной ситуации, учитывая социальный контекст, является важной компетенцией молодого исследователя [9, с. 385]. Особенно значима эта компетенция для аспирантов-инженеров, которым необходимо определять технологические тенденции будущего и эффективно управлять ими. В данном контексте для молодых исследователей актуальна не столько способность прогнозировать, сколько форсайт-компетентность, акцентирующая внимание на вариативности будущего [10, с. 275]. Форсайт-компетентность позволит аспирантам инженерного вуза разрабатывать различные сценарии научно-технологического развития, учи-

тывая спрогнозированные факторы, тем самым формируя у них готовность действия в условиях неопределенности. Преимущество форсайт-деятельности состоит в том, что она позволяет воспринимать неопределенность как спектр возможностей и пространство для их выбора [11, с. 31]. С помощью форсайта обучающиеся могут творчески работать с «научно-технологической неопределенностью».

Для достижения высокого уровня как фундаментальной, так и прикладной отечественной науки необходимо обновление системы подготовки молодых ученых в инженерных вузах в контексте создания среды для развития форсайт-компетентности у инженеров-исследователей, которая позволит им моделировать возможные технологические горизонты, различные перспективы научно-технологического развития, определять направления, которые могли бы принести пользу обществу. При этом наукометрические интеллектуальные базы данных и аналитические системы являются «цифровыми инструментами мышления» для современного исследователя. Поэтому наукометрия, которая дает возможность эффективно управлять исследовательским процессом и прогнозировать развитие научно-технологической ситуации [12, с. 119], может и должна выступать базисом форсайт-обучения аспирантов-инженеров.

Форсайт-обучение на основе наукометрического исследования рассматривается как педагогический процесс, опирающийся на систему методов экспертной оценки приоритетных направлений в исследуемой области технического и инновационного развития, выявления технологических прорывов, способных оказать воздействие на экономику в средне- и долгосрочной перспективе, в результате которого молодые исследователи овладевают знаниями, умениями и навыками для форсайт-работы на основе наукометрии, ориентированной на определение стратегии решения творческой задачи (кейса) в профессиональной деятельности.

На начальном этапе исследования встала задача выделения ключевых элементов структуры форсайт-компетентности на основе наукометрического исследования. Обзор работ, посвященных структуре компетентности, показал, что исследователи, мнение которых мы разделяем [13, с. 17; 14, с. 169; 15, с. 51], определяют как приоритетные мотивационный, когнитивный, деятельностный и ценностно-смысловой аспекты.

В связи с этим на базе рассмотренных теоретических положений и опытно-экспериментальной

работы нами разработана структура форсайт-компетентности на основе наукометрического исследования, которая включила следующие компоненты: *аксиологический* (обеспечивающий мотивационно-целевой ориентир форсайт-работы для научно-технологического прогнозирования), *когнитивный* (вмещающий совокупность знаний о форсайт-работе в научной и инженерной деятельности), *деятельностный* (объединяющий умения выстраивать возможный научно-технологический горизонт) и *рефлексивный* (обеспечивающий формирование способности к объективной оценке результатов форсайт-работы для прогнозирования научно-технологического развития).

Для формирования форсайт-компетентности на основе наукометрического исследования у аспирантов-инженеров была разработана инновационная технология форсайт-обучения как проектно-инструментальная система методов сценирования вероятных изменений в исследуемой области (образовательный коворинг, научно-приоритетный консалтинг, знаниевый и инновационный реактор, метафорическое обучение и др.), которая представляет собой специально организованное взаимодействие преподавателя и обучающихся, направленное на достижение цели, – формирование форсайт-компетентности аспирантов инженерных вузов на основе наукометрического исследования. Технология включает четыре блока: концептуально-целевой (цель, подходы и принципы), содержательный (алгоритм форсайт-работы), процессуальный (педагогические условия) и оценочный (критерии и уровни сформированности).

Проведенный анализ научных исследований [15, с. 51; 16, с. 68; 17, с. 98; 18, с. 92; 19, с. 20] позволил определить методологические подходы, опосредующие эффективность технологии форсайт-обучения:

- конструктивистский, согласно которому форсайт-обучение рассматривается как интерсубъективный диалог преподавателя и аспирантов-инженеров, в процессе которого происходит социально значимое конструирование возможного научно-технологического горизонта посредством размышлений, обращения к опыту обучающихся и на основе результатов наукометрического исследования;

- компетентностный, в соответствии с которым форсайт-компетентность на основе наукометрического исследования – личностное интегративное образование, включающее совокупность знаний,

умений и навыков для форсайт-работы на основе наукометрии, а также готовность применять их в научной и инженерной деятельности;

- системный, позволяющий рассматривать технологию форсайт-обучения как целостную систему составляющих, таких как методологические ориентиры, принципы обучения, алгоритм форсайт-работы и педагогические условия, обеспечивающие достижение цели обучения;

- деятельностный, согласно которому форсайт-обучение рассматривается как средство развития личности, самостоятельная познавательная, интеллектуальная и практическая деятельность;

- личностно-ориентированный, который позволяет рассматривать процесс формирования форсайт-компетентности аспирантов инженерного вуза на основе наукометрического исследования в качестве сопровождения осмысленного обучения, ориентированного на развитие личностных свойств.

Технология форсайт-обучения базируется на следующих принципах:

- целостности, обеспечивающей взаимосвязь и взаимозависимость элементов форсайт-технологии;

- индивидуального подхода к обучающимся, направленного на развитие способностей аспирантов, учитывая их индивидуально-психологические особенности;

- проблемности содержания обучения, способствующей овладению форсайт-навыками в условиях проблемной ситуации;

- межличностного взаимодействия участников форсайт-обучения, при котором осуществляется обмен и взаимообогащение смыслом деятельности, позициями, опытом, эмоциями.

Содержательный блок технологии форсайт-обучения представлен алгоритмом форсайт-работы аспирантов-инженеров, который складывается из следующих этапов:

1. Поисковый этап. На данном этапе формулируется тема и задаются временные рамки форсайта; осуществляется поиск научных источников и наукометрических данных по определенной проблеме; определяются тренды и потенциальные будущие тренды.

2. Аналитический этап включает анализ научной информации при помощи методики проактивного чтения, интерпретацию полученной информации, придание смысла наукометрическим данным; выявление факторов, влияющих на развитие определенного научно-технологического направления.

3. Результативный этап: применение осмысленной научной информации и наукометрических данных для моделирования образа будущих технологий.

Процессуальный блок технологии форсайт-обучения может быть раскрыт в виде комплекса педагогических условий:

- ориентирование молодых исследователей на проведение форсайт-работы с использованием наукометрических баз данных и аналитических инструментов;
- формирование у аспирантов-инженеров субъ-ектной позиции для эффективного применения форсайт-компетентности;
- формирование рефлексивной составляющей форсайт-компетентности.

Оценочный блок технологии форсайт-обучения аспирантов инженерного вуза на основе наукометрического исследования определяется следующими критериями:

1. Осознание значимости форсайт-компетентности для профессиональной деятельности и личностного развития.

2. Знание алгоритма форсайт-работы на основе наукометрического исследования.

3. Умение проводить наукометрическое исследование, анализировать, критически осмысливать полученное знание и реализовывать творческую работу по формированию сценариев научно-технологического развития в сфере инженерии.

4. Способность к анализу и осмыслению результатов форсайт-работы.

Разработка педагогических условий предлагаемой технологии форсайт-обучения на основе наукометрического исследования опиралась на диагностические признаки критериев и уровней сформированности компетентности (низкий, средний, высокий).

В нашей технологии для форсайт-работы использовались общенаучные базы данных Scopus, Crossref, Google Scholar, Semantic Scholar, Dimensions, Lens, OpenAlex, BASE, Scilit.net.; отраслевые базы данных Astrophysics data system, MEDLINE (PubMed), INSPIRE, DBLP; аналитические системы SciVal, Wizdom.ai и Map of Science.

С февраля 2021 года по апрель 2023 года на базе Национального исследовательского Томского политехнического университета была апробирована технология форсайт-обучения на основе наукометрического исследования. Инновационность данной технологии состоит в том, что она представляет собой полный комплекс методов и средств работы с наукометрическими инструментами,

направленный на повышение эффективности инженерного образования, призванного соответствовать актуальным социально-экономическим и культурным потребностям.

В реализации опытно-экспериментальной работы по апробации эффективности разработанной технологии форсайт-обучения приняли участие 52 аспиранта-инженера. При этом использовались методы: педагогический эксперимент, анкетирование, опрос, рефлексивное интервью, включенное наблюдение и анализ продуктов учебной деятельности.

Диагностика на поисковом этапе опытно-экспериментальной работы показала, что Google Scholar и Scopus являются самыми часто используемыми наукометрическими базами данных среди аспирантов – участников исследования. Однако диагностика зафиксировала, что большинство молодых исследователей практически не использовали аналитические инструменты для работы с научной информацией. Молодые инженеры-исследователи имели абстрактное представление о том, как обращаться с наукометрическими «цифровыми инструментами мышления» для прогнозирования. У 96 % аспирантов-инженеров зафиксирован низкий общий уровень сформированности форсайт-компетентности на основе наукометрического исследования.

Разработанный нами процесс реализации технологии форсайт-обучения на основе наукометрического исследования представлен следующими направлениями: когнитивным, деятельностным и рефлексивно-оценочным. В рамках когнитивного направления создается ориентировочная основа, то есть система условий, обеспечивающих успешность проведения эффективной форсайт-работы с использованием наукометрических баз данных и аналитических инструментов. Для реализации технологии форсайт-обучения аспирантов-инженеров разработан курс «Форсайт-обучение для работы с наукометрическими базами данных». Курс включает 4 модуля. В модуле 1 «Общенаучные и отраслевые наукометрические базы данных для разработки научно-исследовательской стратегии» рассматриваются возможности баз данных для получения полной картины исследовательского направления. В модуле 2 «Аналитические системы для исследовательской деятельности» изучается методика работы с аналитическими системами, использование наукометрии для получения междисциплинарного контекста исследовательского направления, определения мировых трендов, потенциальных будущих тенденций. Модуль 3 «Эффективная работа с научной литера-



турой» представлен освоением методики работы с научным текстом с использованием технологии проактивного чтения. Модуль 4 «Форсайт-технология для прогнозирования в научной деятельности» посвящен изучению сущности форсайта и использованию форсайт-технологии для научно-технологического прогнозирования, исследования и конструирования будущих технологических тенденций. В рамках учебной дисциплины аспиранты-инженеры должны выполнить индивидуальные задания по каждому модулю. Зачетное задание выполняется в виде написания форсайт-эссе.

Деятельностное направление форсайт-обучения обеспечивает приобретение первоначального опыта форсайт-работы аспирантами-инженерами. Молодые исследователи самостоятельно проводят форсайт-работу, используя наукометрические базы данных и аналитические системы, сценарный метод прогнозирования и «работу с будущим» в трех аспектах: вероятное, возможное и желательное.

В рамках рефлексивно-оценочного направления осуществляется освоение обучающимися рефлексивного механизма для форсайт-работы на основе наукометрического исследования.

Повторная диагностика эффективности технологии форсайт-обучения показала, что после осуществления опытно-экспериментальной работы у 58 % участников ОЭР форсайт-компетентность возросла до высокого уровня, что подтверждает включение ими смыслов форсайт-работы в индивидуальную систему ценностей. Они продемонстрировали системное, точное и полное знание обо всех аспектах форсайт-работы; владение в полной мере навыками форсайт-работы, а также способность анализировать и объективно оценивать результаты своей форсайт-работы, использовать их в профессиональной деятельности.

У 36 % аспирантов форсайт-компетентность оказалась сформированной на среднем уровне. Согласно результатам диагностики, эта группа аспирантов-инженеров осознает преимущества форсайт-компетентности для научной, инженерной деятельности и развития личности; способна анализировать и объективно оценивать результаты форсайт-работы. Вместе с тем они показали неполное овладение форсайт-компетентностью на основе наукометрического исследования и обладание лишь частью таких умений.

94 % молодых исследователей – участников опытно-экспериментальной работы заявили, что форсайт-обучение на основе наукометрического исследования позволило им достигнуть про-

гресса в научной деятельности и доработать свое диссертационное исследование. Анализ результатов диагностики свидетельствует о том, что эти аспиранты в целом успешно освоили навыки для работы с наукометрическими ресурсами (общенаучными и отраслевыми), позволяющими получить информацию о полной картине того или иного исследовательского направления, его взаимосвязи с другими тематиками; повысить осведомленность об актуальной методологии; сформировать корректный терминологический аппарат на английском языке; выбрать подходящую тематику, востребованную на российском и мировом уровнях; выделить престижные, широко читаемые журналы для опубликования результатов собственной научной деятельности; определить ученых из дружественных стран для сотрудничества, университеты для развития научной коммуникации; найти финансирующие организации для поддержки своих научных изысканий. Анализ продуктов деятельности показал, что эти молодые исследователи в состоянии эффективно выделять актуальные мировые тренды в рамках своего научно-технологического направления, освоили методологию форсайта и технологию ее применения для конструирования будущих научно-технологических тенденций, что подтверждается и результатами проведенного анализа форсайт-эссе и анкет.

У 6 % участников опытно-экспериментальной работы форсайт-компетентность оказалась сформированной на низком уровне. Они испытывали трудности в анализе научной литературы; выделении факторов, которые могут оказать влияние на развитие научно-технологического направления; определении различных траекторий развития своего исследовательского направления. Также в процессе форсайт-работы у этих обучающихся возникли проблемы, связанные с извлечением смыслов из научных текстов, их пониманием и интерпретацией, синтезом перспективных концепций технического развития и получением новых научных идей.

Таким образом, можно утверждать, что эффективность технологии форсайт-обучения аспирантов-инженеров является без преувеличения важным фактором успешной научной деятельности и инновационного развития. Форсайт-работа с использованием данных, полученных с помощью «наукометрических инструментов мышления», реально позволила аспирантам инженерного вуза доработать и защитить свое диссертационное исследование. С помощью наукометрических инструментов аспиранты-инженеры

смогли определить ключевые междисциплинарные аспекты диссертационного исследования и обосновать новые идеи для создания конкурентоспособных актуальных разработок, востребованных современным рынком.

Проведенное исследование вносит вклад в обсуждение проблем, связанных с дефицитами образовательной составляющей программы аспи-

рантуры в сфере инженерии для определения ориентиров повышения эффективности подготовки молодых исследователей.

Результаты проведенного исследования могут быть использованы для актуализации системы подготовки кадров высшей квалификации в сфере инженерии, развития исследовательского и творческого потенциала будущих ученых.

### Список источников

1. Adoption of fourth industrial revolution 4.0 among Malaysian small and medium enterprises (SMEs) / A. Shahzad, M. S. A. bin Zakaria, H. Kotzab, M. A. M. Makki, A. Hussain, J. Fischer // *Humanities and Social Sciences Communications*. 2023. Vol. 10 (1). Article number 693.
2. Gozuacik N., Sakar C. O., Ozcan S. Technological forecasting based on estimation of word embedding matrix using LSTM networks // *Technological Forecasting and Social Change*. 2023. Vol. 191. Article number 122520.
3. Future of work in 2050: thinking beyond the COVID-19 pandemic / C. E. Barbosa, Y. O. de Lima, L. F. C. Costa, H. S. dos Santos, A. Lyra, M. Argolo, J. A. da Silva, J. M. de Souza // *European Journal of Futures Research*. 2022. Vol. 10 (1). Article number 25.
4. Kristof T., Novaky E. The Story of Futures Studies: An Interdisciplinary Field Rooted in Social Sciences // *Social Sciences*. 2023. Vol. 12 (3). Article number 192.
5. Корягина Е. Д. О перспективных моделях развития науки и высшего образования на период до 2035 г. // *Инновации и инвестиции*. 2020. № 7. С. 34–38.
6. Коробцов А. С. Качество инженерного образования: лозунги и реальность // *Никита Моисеев и современный мир: доклады и материалы конференции к 30-летию научной школы и МНЭПУ. М., 2023. С. 119–132.*
7. Профессиональная аспирантура: международный опыт и российский контекст / Б. И. Бедный, С. К. Бекова, Н. В. Рыбаков и др. // *Высшее образование в России*. 2021. Т. 30, № 10. С. 9–21.
8. Ефимчук Е. Г. Организационно-педагогические условия в формировании профессионального опыта будущего инженера // *Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий*. 2022. Т. 11, № 2. С. 12–20.
9. Строгецкая Е. В., Батигер И. Б. Аспирантура на фронтире науки и образования // *Современное образование: содержание, технологии, качество*. 2021. Т. 1. С. 384–387.
10. Березина В. А., Холодова А. А. О понятии форсайт-технологии // *Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании: материалы 27-й Международной научно-практической конференции*. Екатеринбург, 2022. С. 275–277.
11. Сморгочкова В. П., Кузнецов А. Н., Сологуб С. С. Ресурсы форсайт-воспитания в стратегическом развитии общеобразовательной организации // *Вестник Московского государственного областного университета. Сер.: Педагогика*. 2021. № 2. С. 27–41.
12. Сюнтюренко О. В. Финансирование фундаментальных исследований: концептуальный облик системы поддержки принятия решений с использованием методов наукометрии и анализа данных // *Информатика и ее применения*. 2018. Т. 12, № 1. С. 118–127.
13. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. 40 с.
14. Ильязова М. Д. Инвариантная структура компетентности субъекта деятельности // *Вестник Астраханского государственного технического университета*. 2009. № 1 (48). С. 166–172.
15. Зеер Э. Ф. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход // *Образование и наука. Известия УрО РАН*. 2004. № 3 (27). С. 42–52.
16. Плужникова Н. Н. Педагогика конструктивизма как методологическая модель современной культуры // *Вестник Ассоциации вузов туризма и сервиса*. 2016. Т. 10, № 3. С. 65–74.
17. Сластенин В. А., Исаев И. Ф., Шиянов Е. Н. Педагогика: учеб. пособие для студентов высших педагогических учебных заведений. М.: Академия, 2002. 576 с.
18. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975. 115 с.
19. Сериков В. В. Образование и личность. Теория и практика проектирования педагогических систем. М.: Логос, 1999. 272 с.

*Статья поступила в редакцию 04.12.2023; одобрена после рецензирования 07.02.2024; принята к публикации 09.02.2024.*

*The article was submitted 04.12.2023; approved after reviewing 07.02.2024; accepted for publication 09.02.2024.*