

УДК 37.072

ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

И.С. Волегжанина (Новосибирск, Россия)

Аннотация

Проблема и цель. Цифровые трансформации ведущих отраслей материального производства обуславливают рост спроса крупнейших отечественных работодателей на компетентные инженерные кадры. Необходимость выполнения заказа государства, общества и работодателей на подготовку инженеров новой формации ориентирует отраслевые корпорации и технические вузы, связанные через образовательную и научную деятельность, на формирование интегративного ресурсного потенциала, который может быть использован для достижения стратегической цели – становления и развития профессиональной компетентности будущих инженеров.

Цель статьи – предложить соответствующий новым условиям механизм взаимодействия участников отраслевого научно-образовательного комплекса, обеспечивающий формирование и реализацию его интегративного ресурсного потенциала для становления и развития профессиональной компетентности будущих инженеров; установить педагогическую целесообразность предложенного механизма.

Методологию исследования составляют анализ современной отечественной и зарубежной научной литературы, анкетирование для установления педагогической целесообразности предложенного механизма взаимодействия участников отраслевого научно-образовательного комплекса. В анкетировании участвовали 19 экспертов – руководителей звеньев транспортных вузов, научных организаций, производственных предприятий транспорта, 25 препода-

вателей и 949 обучающихся технических вузов (изучались мнения в период с 2015 по 2019 г.).

Результаты исследования. Предложен механизм взаимодействия участников отраслевого научно-образовательного комплекса (образовательных и научных подразделений отраслевого технического вуза, производственных подразделений отраслевой корпорации, учредителя, отечественных и зарубежных организаций-партнеров, центра управления знаниями) посредством открытой базы знаний в форме онтологий. Результаты изучения мнений экспертов и преподавателей свидетельствовали в пользу педагогической целесообразности предложенного механизма. Данные анкетирования студентов показали, что с каждым годом все больше будущих инженеров предпочитают экономичные формы репрезентации содержания обучения.

Заключение. В условиях цифровизации отраслевой научно-образовательный комплекс обладает интегративным потенциалом, который в совместной деятельности обучающихся, преподавателей, представителей науки и производства преобразуется в ценный нематериальный ресурс – знания. Накапливаясь в открытой базе знаний в форме онтологий, этот ресурс используется для становления и развития профессиональной компетентности будущих инженеров.

Ключевые слова: становление и развитие профессиональной компетентности, будущий инженер, отраслевой научно-образовательный комплекс, открытая база знаний, интегративный ресурс.

Постановка проблемы. Социальные, экономические и политические изменения, происходящие в современном мире, во многом связаны с феноменом цифровизации. Так, в рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» ини-

цирован ряд масштабных отраслевых проектов. Эти проекты, по мнению работодателей, будут способствовать росту спроса на инженерные кадры новой формации. Один из показательных примеров – комплексный научно-технический проект «Цифровая железная дорога», кото-

рый рассматривается предпосылкой перехода к производству, управляемому системами искусственного интеллекта. Современный этап информатизации транспорта связывается с формированием гибридной корпоративной среды через систему интеллектуальных агентов, что требует от инженеров всех уровней соответствующей профессиональной компетентности.

Цифровая трансформация производства оказывает непосредственное влияние на технические вузы, реализующие подготовку кадров, наряду с научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами (НИОКР), для ведущих отраслевых корпораций России. Необходимость выполнения заказа государства, общества и работодателей на подготовку инженеров новой формации ориентирует эти и другие заинтересованные организации на объединение усилий и формирование интегративного ресурсного потенциала, который может быть использован для достижения стратегической цели – становления и развития профессиональной компетентности будущих инженеров. Значительными возможностями для решения этой задачи в отраслевом контексте обладают научно-образовательные комплексы. Вместе с тем традиционные механизмы взаимодействия науки, образования и производства в таких комплексах требуют обновления и расширения в соответствии с новыми социально-экономическими условиями.

Цель настоящей статьи – предложить соответствующий новым условиям механизм взаимодействия участников отраслевого научно-образовательного комплекса, обеспечивающий формирование и реализацию его интегративного ресурсного потенциала для становления и развития профессиональной компетентности будущих инженеров; установить педагогическую целесообразность предложенного механизма.

Методологию исследования составляет анализ современной отечественной и зарубежной научной литературы, посвященной взаимодействию науки, образования и производства в научно-образовательных комплексах и

возможностям, которые такие комплексы предоставляют для профессиональной подготовки будущих инженеров.

Соглашаясь с Э.Г. Скибицким в том, что педагогическая целесообразность является качественной оценкой, получаемой, в частности, на основе анкетирования [Скибицкий, 2019], мы провели анкетирование, в котором приняли участие 993 человека. Первую группу респондентов сформировали эксперты – сотрудники организаций, которые рассматривались потенциальными участниками научно-образовательных комплексов (НОК), связанных с транспортной отраслью: руководители образовательных и научных подразделений транспортных вузов, производственных предприятий транспорта, федерального агентства железнодорожного транспорта, учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте (19 человек). В данную группу также вошли преподаватели – участники программы подготовки кадрового резерва «ТОП–100» ОАО «РЖД» (25 человек). Вторая группа респондентов включала 949 студентов технических вузов, осуществляющих подготовку по инженерным специальностям и направлениям. Мнения обучающихся изучались ежегодно с 2015 по 2019 г. Для сбора данных были разработаны анкета эксперта (направлена на выявление количественно-качественной оценки уровня профессиональной компетентности выпускников инженерных факультетов и определение отношения к взаимодействию отрасли и отраслевых вузов посредством открытой базы знаний) и анкета обучающегося (направлена на определение предпочтительной формы репрезентации знаний в образовательных ресурсах).

Анализ литературы. Анализ научной литературы показал, что тема взаимосвязи инженерного образования с реальным производством в условиях четвертой промышленной революции и цифровой экономики активно обсуждается отечественными и зарубежными педагогами (Bridging the Gap between Academia and Practice, 2019); [Camacho, Alexandre, 2019; Smirnova, Clark, 2019; Vasetskaya, Glukhov, 2019]. Не ослабевает исследовательский интерес к возмож-

ностям различного рода объединений научных, образовательных и производственных организаций или их звеньев – научно-образовательных кластеров, комплексов, ассоциаций, консорциумов т.д. При этом обращение к опыту создания таких конгломератов позволяет говорить о том, что формирование НОК является наиболее распространенной практикой.

Авторы изученной научной литературы классифицируют НОК по различным основаниям, в качестве которых выступают цель объединения заинтересованных организаций, масштаб конгломерата, модель формирования, механизм взаимодействия участников и др. Например, всесторонний анализ моделей формирования НОК на примере Сибирского федерального округа находим в работе А.О. Славиковского [Славиковский, 2018]. В контексте проводимого нами исследования интерес представляет классификация НОК по механизму взаимодействия участников. Можно выделить три группы таких НОК, которые рассмотрим далее.

Имеющей исторический базис и поэтому самой устойчивой можно назвать группу НОК, участники которых объединяются на основании финансово-экономических и юридически-правовых связей. В своей структуре или правовом подчинении они могут иметь научно-исследовательские лаборатории, конструкторские и технологические бюро, инновационные предприятия и другие подструктуры, ориентированные на решение первоочередных задач реального производства. К данной группе, в частности, относятся вузы, осуществляющие подготовку инженерных и технических кадров для наукоемких и высокотехнологичных отраслей производства. Так, на необходимость создания системы аэрокосмических учебно-инновационных комплексов указывает В.В. Филатов [Филатов, 2012]. Научные основы системы опережающей подготовки будущих инженеров для оборонно-промышленного комплекса на базе инженеринговых научно-образовательных центров представлены в исследовании А.А. Александрова, А.В. Пролетарского и К.А. Неусыпина [Александров, Пролетарский, Неусыпин, 2018].

К первой группе НОК также относятся вузы ведомственного управления, имеющие длительную историю отношений с конкретными отраслями производства. С исторического ракурса специфика отраслевых технических вузов раскрывается в исследовании коллектива авторов Высшей школы экономики [Кузьминов, Семенов, Фрумин, 2013]. Результаты проведенного учеными ретроспективного анализа позволяют нам говорить о том, что в силу исторических причин отраслевой вуз вовлечен в жизненный цикл знаний конкретной отрасли производства, которую также может представлять крупная отраслевая корпорация. Обоснование приводится в более ранних работах [Адольф, Волегжанина, 2017; Khabarov, Volegzhaniina, 2017].

Следующая группа НОК – наиболее популярная – включает объединения, которые формируются в результате договоренности между заинтересованными организациями. То, как реализуется такой механизм в процессе подготовки будущих инженеров, позволяет понять теоретическая модель учебно-научно-производственного комплекса, предложенная В.В. Сидориным [Сидорин, 2011]. Практический опыт реализации интегративного взаимодействия образования и производства на примере деятельности горнозаводских школ Урала описан в работе Н.К. Чапаева, О.Б. Акимовой и С.В. Лупей [Чапаев, Акимова, Лупей, 2018].

Наконец, группа НОК, которая сформировалась относительно недавно с развитием информационных технологий, представляет собой объединения с целью обмена имеющимися знаниями и генерации новых научных знаний для решения актуальных образовательных и производственных задач. Фактически речь идет о виртуальных аналогах реальных комплексов. Их особенности обсуждаются в работе В.А. Федорова и Н.Н. Давыдовой применительно к корпоративным НОК, существующим в сетевой форме [Федоров, Давыдова, 2017]. К ним в неявном виде обращается В.А. Стародубцев, предлагая модель открытой педагогической среды, способной преодолеть «ограниченность физического пространства взаимо-

действия субъектов педагогического процесса» и реализующей возможность «коммуникации пространственно удаленных субъектов, в том числе не принадлежащих официально к данному вузу (экспертов, кураторов контента Интернета и других стейкхолдеров)» [Стародубцев, 2018, с. 242].

Изложенное объясняет возрастающее число междисциплинарных научных исследований, направленных на разработку технологических решений для реализации механизма взаимодействия участников виртуальных НОК. Одним из примеров служит модель интеллектуального агентно-ориентированного учебного комплекса, разработанного А.Н. Швецовым и соавторами [Швецов и др., 2018]. С большой долей уверенности можно говорить о том, что сформировалось самостоятельное направление исследований, связанных с разработкой педагогических инструментов на основе технологий, позволяющих преобразование знаний – генерацию, приумножение, обогащение, хранение, повторное использование и т.д. Прежде всего речь идет о технологии управления знаниями – Semantic Web (рус. семантический веб).

Semantic Web рассматривается технологией разработки информационно-образовательных сред нового поколения [Edwards, 2015; Munassar, Amal, 2019]. Ее ключевым элементом являются онтологии, отвечающие за реализацию знаний, позволяющие их стандартизацию и интероперабельность. Преимуществом технологии Semantic Web является поддержка на глобальном уровне: онтологии признаны ISO / IEC международным стандартом репрезентации знаний для отдельных отраслей производства и e-learning, существуют библиотеки онтологий (в том числе в сфере образования), серверы для хранения онтологического контента, инструменты онтологического инжиниринга и т.д. [Hoffen, 2017].

Среди немногих исследований информационно-ресурсного аспекта функционирования НОК в отраслевом контексте следует назвать диссертацию И.Ю. Затекина, посвященную возможностям отраслевого (транспортного) НОК в усло-

виях экономики знаний [Затекин¹, 2002]. В данной работе потенциал отраслевого НОК раскрывается через способность обеспечить интеграцию интеллектуального и реального производства в деятельности по управлению знаниями, которые рассматриваются ключевым ресурсом.

Такой подход опирается на концепцию управления знаниями и в условиях цифровых трансформаций производства и профессионального образования позволяет формировать интегративный ресурсный потенциал отраслевого НОК. Отметим, ссылаясь на известную работу В.И. Слободчикова, что ресурсный потенциал (насыщенность) является одной из основных характеристик образовательной среды [Слободчиков, 2000]. Интегративный потенциал отраслевого НОК и накапливаемые знания соотносятся друг с другом как ресурсный потенциал (потенциальное) и ресурс (актуальное). По замечанию А.А. Ушакова, ресурсы являются достижением некоторой цели и мерой возможности реализации деятельности, при этом ресурсный потенциал преобразуется в ресурс «при инициировании его использования» [Ушаков, 2015]. В контексте нашего исследования целью является становление и развитие профессиональной компетентности будущего инженера, а деятельностью – совместная деятельность обучающихся, преподавателей, представителей науки и производства по генерации новых научных знаний.

В свете изложенных рассуждений высока вероятность развития отраслевых НОК по модели, получившей название «фабрика знаний» [Манаков, Хабаров, Волегжанина, 2019]. По мнению M.R. Darum и соавторов, «фабрика знаний» (англ. learning factory) является специфической средой для генерации проектных решений, их апробации и внедрения на промышленных предприятиях, что обеспечивает связь между образованием и реальным производством, независимо от отрасли экономики [Darum et al., 2019]. На практике данная модель может быть реализована в виде виртуальной

¹ Затекин И.Ю. Ресурсы транспортного научно-образовательного комплекса: моделирование управления: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.22. М., 2002. 141 с.

платформы взаимодействия будущих инженеров, ученых и представителей производства, позволяющей совместное создание знаний [Vijayan, Mork, Hansen, 2018].

Подводя итог анализу существующих механизмов взаимодействия науки, образования и производства в НОК, отметим, что состав их участников строго не регламентирован и характеризуется вариативностью. Прежде всего это относится к виртуальным НОК. Вместе с тем существует условие, определяющее эффективное функционирование всех ранее рассмотренных нами комплексов. Таким условием является наличие центров управления, которые также называются ресурсными центрами или центрами управления знаниями. В качестве примера международного уровня можно привести European Commission's Joint Research Centre, роль которого раскрывается в исследовании L. Torp и соавторов [Torp et al., 2018]. Однако на практике центр управления чаще всего организуется на базе вуза в составе НОК.

Очевидно, что все рассмотренные НОК обладают ресурсным потенциалом и своими преимуществами, которые могут быть использованы в процессе профессиональной подготовки будущих инженеров.

Результаты исследования. Основываясь на полученных в ходе анализа научной литературы представлениях о НОК, было определено, что более широкие возможности для становления и развития профессиональной компетентности будущих инженеров предоставляет НОК отраслевой специализации, фундамент которого заложен историей отношений реального производства и отраслевых вузов. С этого ракурса открывается перспектива расширения и обогащения уже сложившихся механизмов взаимодействия науки, образования и производства за счет механизма, отвечающего условиям информационного общества и экономики знаний.

Результатом развития сформулированных до нас теоретических идей явилась собственная идея о том, что интегративный потенциал отраслевого НОК в совместной деятельности обучающихся, преподавателей, представителей науки,

производства и других заинтересованных организаций по управлению знаниями преобразуется в распределенный и разделяемый ресурс знаний, который используется для достижения стратегической цели – становления и развития профессиональной компетентности будущих инженеров. Некоторые соображения автора статьи по поводу обоснования высказанной идеи изложены в более ранних работах [Адольф, Волгжанина, 2017; Khabarov, Volegzhanina, 2019; Volegzhanina et al., 2017].

Очевидно, что перспектива развития потенциала отраслевого НОК во многом зависит от заинтересованных организаций, которые являются участниками данного комплекса и соглашаются предоставить доступ к локальным ресурсам знаний с целью формирования открытого (распределенного и разделяемого) ресурса знаний. Исходя из исторически сложившихся особенностей отраслевых вузов, в состав участников отраслевого НОК мы включаем следующие взаимодействующие друг с другом организации (их звенья): 1) образовательные и научные подразделения отраслевого технического вуза (представляют собой университетский комплекс, одновременно осуществляющий подготовку кадров и выполняющий НИОКР для конкретной отрасли производства); 2) производственные подразделения отраслевой корпорации; 3) учредителя (федеральное агентство, подведомственное отраслевому министерству); 4) отечественные и зарубежные организации-партнеры.

Чтобы координировать и регулировать совместную деятельность по управлению знаниями, необходима отдельная организационная структура – центр управления знаниями (ЦУЗ). Он создается на базе отраслевого технического вуза и рассматривается системообразующим элементом НОК. Именно ЦУЗ отвечает за преобразование интегративного потенциала данного комплекса в ценный нематериальный ресурс – знания, которые накапливаются в открытой базе знаний и используются в процессе профессиональной подготовки будущих инженеров. Для выполнения этой задачи был предложен механизм взаимодействия участников отраслевого НОК через

интегративный жизненный цикл знаний посредством открытой базы знаний в форме онтологий.

Результаты ретроспективного анализа взаимодействия отраслевых вузов с конкретными отраслями производства служат обоснованием предложенного механизма и позволяют предположить, что интегрированный жизненный цикл знаний является сущностной характеристикой отраслевого НОК. Данный цикл проявляется при устойчивом процессе обмена знаниями между субъектами, включенными в интеллектуальное поле отрасли, которые занимают в нем стратегические позиции, определяющие вклад каждого участника в формирование распределенного и разделяемого ресурса знаний (открытой базы знаний). Состав взаимодействующих субъектов может варьироваться в зависимости от меняющихся условий, что придает структуре отраслевого НОК гибкость (адаптивность). Интегрированный жизненный цикл знаний является зоной высокой чувствительности к управляющим воздействиям ЦУЗ, осуществляемым с использованием технологии Semantic Web. Для этого были разработаны специальные педагогические инструменты, описанные, например, в работе [Хабаров, Волегжанина, 2018]. Реализация предложенного механизма в образовательной практике запускает процесс самоорганизации будущего инженера в продвижении от становления к развитию профессиональной компетентности, опосредованный совместной деятельностью по генерации новых знаний и системой разноплановых связей между участниками НОК. Вместе с тем возможность опосредованно влиять на процесс самоорганизации будущих инженеров является для отраслевого технического вуза способом самосохранения в новых социально-экономических условиях за счет установления баланса с интеллектуальным полем отрасли.

Педагогическую целесообразность механизма взаимодействия участников в отраслевом НОК посредством открытой базы знаний в форме онтологий подтвердили результаты анализа данных анкетирования, которое было проведено среди экспертов, преподавателей и обу-

чающихся технических вузов. Опираясь на определение педагогической целесообразности, предложенное Э.Г. Скибицким [Скибицкий, 2019], в контексте нашего исследования под педагогической целесообразностью будем понимать соответствие процесса профессиональной подготовки в техническом вузе предложенному механизму взаимодействия участников отраслевого НОК, позволяющему достигать планируемой стратегической цели, которой является становление и развитие профессиональной компетентности будущего инженера для новых условий. Целесообразность нововведения оценивается исходя из соотношения количества положительных мнений респондентов к общему количеству отзывов.

Результаты анкетирования экспертов и преподавателей показали, что все участники анкетирования положительно оценили перспективу взаимодействия науки, образования и производства в виртуальном НОК посредством открытой базы знаний. Частные экспертные мнения были обобщены и представлены в виде списка тезисов, из которых ключевыми являются следующие: 1) уровень профессиональной компетентности молодых инженеров имеет среднюю оценку в 3,5 балла из пяти максимально возможных, вместе с тем желательно его повышение; 2) исторически сложившиеся связи между производственными предприятиями отрасли и отраслевыми вузами необходимо сохранять и укреплять, для чего требуется обновление существующих механизмов их взаимодействия; 3) наиболее перспективными инструментами реализации взаимодействия науки, образования и производства являются открытая база знаний с контентом на нескольких естественных языках и выполнение актуальных для отрасли НИОКР, к которым должны привлекаться будущие инженеры; 4) форма представления контента в базе знаний должна обеспечивать экономию времени усвоения содержания обучения и выживаемость усвоенного в памяти выпускников.

Мнения обучающихся технических вузов о предпочтительной форме представления знаний в образовательных ресурсах изучались в динамике.

Распределение ответов респондентов по годам (с 2015 по 2019) позволило установить, что от 60 до 70 % обучающихся лучше запоминают новый учебный материал, если он внимательно прочитан и законспектирован. При этом будущие инженеры с каждым годом затрачивают все больше времени и усилий на усвоение содержания обучения. Текстовое описание остается наиболее популярной формой репрезентации знаний среди обучающихся, но признается менее эффективным для самообразовательной деятельности. В этом случае более востребованными становятся «экономичные» формы представления учебного контента. Так, линейный текст выбрали только 5,23 % будущих инженеров в 2015 г., 9,23 % – в 2016 г., 3,51 % – в 2017 г., 4,26 % – в 2018 г. и 3,23 % – в 2019 г. Онтологии, напротив, постепенно обретали востребованность. Выбор в пользу этой формы репрезентации знаний сделали 5,41 % обучающихся в 2015 г., 14,62 % – в 2016 г., 9,94 % – в 2017 г., 11,23 % – в 2018 г. и 15,06 % – в 2019 г. Наиболее сбалансированную группу респондентов сформировали обучающиеся, предпочитавшие обращаться к разным вариантам представления одного и того же учебного материала: 22,70 % – в 2015 г., 24,62 % – в 2016 г., 22,81 % – в 2017 г., 24,24 % – в 2018 г. и 23,24 % – в 2019 г.

В итоге было сделано заключение о том, что будущие инженеры все больше предпочитают экономичные формы репрезентации содержания обучения и комплексное использование разных вариантов представления одного и того же учебного материала в процессе самообразовательной деятельности.

Обоснованность полученных результатов подтверждают современные педагогические исследования, которые осуществляются в данном направлении. Например, исследование по выявлению предпочтений студентов младших и старших курсов негуманитарных и гуманитарных направлений подготовки в выборе образовательного контента, проведенное Е.Г. Беляковой и И.Г. Захаровой [Белякова, Захарова, 2019].

Заключение. Подводя итог проведенному теоретическому анализу, приходим к заключению, что в условиях цифровизации производства

отраслевой НОК обладает интегративным потенциалом, который в совместной деятельности обучающихся, преподавателей, представителей науки и производства, а также других заинтересованных организаций преобразуется в ценный нематериальный ресурс – знания. Накапливаясь в открытой базе знаний в форме онтологий, этот ресурс может быть использован для достижения стратегической цели – становления и развития профессиональной компетентности будущих инженеров.

Результаты анализа ответов экспертов и обучающихся технических вузов, полученные в ходе анкетирования, позволили установить целесообразность предложенного механизма взаимодействия участников отраслевого НОК посредством открытой базы знаний в форме онтологий для профессиональной подготовки будущих инженеров.

Библиографический список

1. Адольф В.А., Волежанина И.С. Перспектива использования технологии управления знаниями при подготовке кадров для транспортной отрасли // Педагогический журнал. 2017. Т. 7, № 3-1. С. 157–166.
2. Александров А.А., Пролетарский А.В., Негусыпин К.А. Система опережающей подготовки специалистов для оборонно-промышленного комплекса на базе инжиниринговых научно-образовательных центров МГТУ им. Н.Э. Баумана // Перспективы науки и образования. 2018. № 4 (34). С. 72–77. URL: rnojournal.wordpress.com/archive18/18-04 (дата обращения: 10.04.2020).
3. Белякова Е.Г., Захарова И.Г. Взаимодействие студентов вуза с образовательным контентом в условиях информационной образовательной среды // Образование и наука. 2019. Т. 21, № 3. С. 77–105. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-3-77-105
4. Кузьминов Я.И., Семенов Д.С., Фрумин И.Д. Структура вузовской сети: от советского к российскому «Мастер-плану» // Вопросы образования. 2013. № 4. С. 008–069. DOI: 10.17323/1814-9545-2013-4-8-69

5. Манаков А.Л., Хабаров В.И., Волежанина И.С. Интеграция образования, науки и производства по модели «Фабрика знаний» (на примере транспортной отрасли) // Качество. Инновации. Образование. 2019. № 5. С. 12–17. DOI: 10.31145/1999-513x-2019-5-12-19
6. Сидорин В.В. Учебно-научно-производственный комплекс – модель системы подготовки инженеров – кадрового потенциала высокотехнологичных отраслей промышленности // Инженерное образование. 2011. № 8. С. 30–37. URL: http://aeer.ru/files/io/m8/art_5.pdf (дата обращения: 16.04.2020).
7. Скибицкий Э.Г. Оценка педагогической полезности электронных образовательных ресурсов в педагогической практике // Проблемы языкового образования в вузах: теория и практика: матер. I Междунар. науч.-практ. конф., 6 февраля 2019 г., Новосибирск / СГУПС. Новосибирск, 2019. С. 3–8.
8. Славиковский А.О. Тенденции формирования и развития научно-образовательных комплексов на примере Сибирского федерального округа // Проблемы современной экономики. 2018. № 2 (66). С. 253–257. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-formirovaniya-i-razvitiya-nauchno-obrazovatelnyh-kompleksov-na-primere-sibirskogo-federalnogo-okruga> (дата обращения: 12.04.2020).
9. Слободчиков В.И. О понятии образовательной среды в концепции развивающего образования. М.: Экопсицентр РОСС, 2000. 230 с.
10. Стародубцев В.А. Становление открытой педагогической среды // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2018. № 5 (194). С. 242–248. DOI: 10.23951/1609-624X-2018-5-242-248
11. Ушаков А.А. Ресурсный потенциал интегративной образовательной среды педагога // Наукovedение: интернет-журнал. 2015. Т. 7, № 4 (29). DOI: 10.15862/113PVN415. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/113PVN415.pdf> (дата обращения: 06.04.2020).
12. Федоров В.А., Давыдова Н.Н. Развитие совместной деятельности образовательных организаций и промышленных предприятий в условиях научно-образовательной сети // Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании: матер. 22-й Междунар. науч.-практ. конф., 18–20 апреля 2017 г., Екатеринбург / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. Екатеринбург: Изд-во РГППУ, 2017. С. 44–48.
13. Филатов В.В. Мировые тенденции и актуальные проблемы развития аэрокосмического образования / М-во образования и науки Рос. Федерации; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т им. М.Ф. Решетнева. Красноярск: СибГАУ им. М.Ф. Решетнева, 2012. 423 с.
14. Хабаров В.И., Волежанина И.С. Цифровые трансформации в профессиональном образовании (на примере подготовки кадров транспорта): монография. М.: РУСАЙНС, 2018. 210 с.
15. Чапаев Н.К., Акимова О.Б., Лупей С.В. Ведущие признаки интегративного взаимодействия образования и производства: опыт деятельности горнозаводских школ Урала // Непрерывное образование: теория и практика реализации: матер. Междунар. науч.-практ. конф., 22 января 2018 г., Екатеринбург / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. Екатеринбург: РГППУ, 2018. С. 256–261. URL: <http://elar.rsvpu.ru/handle/123456789/23713> (дата обращения: 23.03.2020).
16. Швецов А.Н., Ржеуцкая С.Ю., Сергушичева А.П., Суконщиков А.А. Архитектура интеллектуального агентно-ориентированного учебного комплекса для подготовки специалистов технического профиля // Открытое образование. 2018. № 3. С. 14–24. DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2018-3-14-24>
17. Camacho B., Alexandre R. Design Education. University-industry collaboration, a case study // The Design Journal. 2019. № 22. P. 1317–1332. DOI: 10.1080/14606925.2019.1594958
18. Darum M.R., Palm D., Athinarayanan R., et al. The learning factory – A new stimulus to enhance international collaboration // Procedia

- Manufacturing: 9th Conference on Learning Factories. 2019. № 31. P. 290–295. DOI:10.1016/j.promfg.2019.03.046
19. Edwards R. Knowledge infrastructures and the inscrutability of openness in education // Knowledge infrastructures and the inscrutability of openness in education, Learning, Media and Technology. 2015. № 40 (3). P. 251–264. URL: <https://doi.org/10.1080/17439884.2015.1006131> (дата обращения: 17.03.2020).
 20. Hoffen M. The sharing economy meets the semantic web: An ontology for the matchmaking of peers. In: Proceedings of the IEEE 11th International Conference on Semantic Computing (ICSC). 2017. P. 212–219. DOI:10.1109/ICSC.2017.103. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7889530>
 21. Khabarov V., Volegzhanina I. Knowledge management system of an industry-specific research and education complex (by an example of transport personnel training). In: Proceedings of the IOP Conference Series “Earth Environmental Science”. 2019. Vol. 403. 012197. DOI:10.1088/1755-1315/403/1/012197. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/403/1/012197> (дата обращения: 11.03.2020).
 22. Mantawy I.M., Rusch C., Ghimire S., et al. Bridging the gap between academia and practice: Project-based class for prestressed concrete applications // Education Science. 2019. № 9. URL: <https://www.mdpi.com/2227-7102/9/3/176> (дата обращения: 22.01.2020). DOI: 10.3390/educsci9030176
 23. Munassar W., Amal F.A. Semantic web technology and ontology for E-learning environment // Egyptian Computer Science Journal. 2019. Vol. 43, № 2 P. 88–100. URL: https://pdfs.semanticscholar.org/28a9/bf69fc13076b79f9_d6f84641d46c3836e81b.pdf?_ga=2.58777064.491494066.1586750396-857091177.1584858788 (дата обращения: 08.04.2020).
 24. Smirnova E.V., Clark R.P. Handbook of research on engineering education in a global context. Hershey, PA: IGI Global. 2019. 543 p. DOI:10.4018/978-1-5225-3395-5
 25. Topp L., Mair D., Smillie L., Cairney P., et al. Knowledge management for policy impact: the case of the European Commission’s Joint Research Centre // Palgrave Communications. 2018. № 4. DOI: 10.1057/s41599-018-0143-3. URL: www.nature.com/articles/s41599-018-0143-3 (дата обращения: 12.10.2019).
 26. Vasetskaya N., Glukhov V. System of interaction between universities, scientific organizations and industrial enterprises under conditions of digital economy in Russia. In: Proceedings of the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. April 2019. 497 012099. DOI: 10.1088/1757-899X/497/1/012099
 27. Vijayan K., Mork O., Hansen I.-E. Knowledge creation in engineering education (university-industry collaboration). In: Proceedings of the European Conference on Knowledge Management, At Padua, Italy. 2018. URL: https://www.researchgate.net/publication/329239752_Knowledge_Creation_in_Engineering_Education_University-Industry_Collaboration (дата обращения: 09.04.2020).
 28. Volegzhanina I.S., Chusovlyanova S.V., Adolf V.A., et al. Knowledge management as an approach to learning and instructing sector university students in post-Soviet professional education // Journal of Social Studies Education Research. 2017. № 8 (Special Issue). P. 39–61. DOI: 10.17499/jsser.360863

THE POTENTIAL OF SCIENTIFIC AND EDUCATION COMPLEX FOR DEVELOPMENT OF FUTURE ENGINEERS' PROFESSIONAL COMPETENCY IN THE AGE OF DIGITALIZATION

I.S. Volegzhaniina (Novosibirsk, Russia)

Abstract

Statement of the problem. Digital transformations of the leading industries result in the growing demand of the largest national employers for competent engineering workforce. The need to execute the order of the State, society and employers to train engineers of a new formation focuses industry corporations and technical universities interrelated through education and scientific activities on formation of an integrative resource potential to achieve the strategic goal that is the development of future engineers' professional competency.

The purpose of the article is to propose a mechanism for interaction between the participants of the industry-related scientific and education complex providing the formation and implementation of its integrative resource potential for the development of future engineers' professional competency.

The research methodology includes the analysis of recent Russian and foreign scientific literature and the questionnaire survey to establish the pedagogical advisability of the proposed mechanism of interaction among the participants in the industry-related scientific and education complex. The survey involved 19 experts including top-managers of transport universities, scientific organizations, and transport manufacturing enterprises, 25 professors and 949 students of technical

universities (the survey was conducted in the period of 2015–2019).

Research results. The mechanism was proposed of interaction between the participants of the scientific and education complex (education and scientific divisions of an industry-related technical university; manufacturing units of an industry corporation; the founder; national and foreign partner organizations, the knowledge management centre) through the open knowledge base in an ontology format. The results of assessing the views of experts and university professors supported the pedagogical advisability of the mechanism proposed. The data of the students questionnaire showed that with each passing year an ever-larger number of future engineers prefers compressive forms of knowledge representation.

Conclusion. In the age of digitalization, the industry-related scientific and education complex has an integrative potential which is transforming into a valuable intangible resource – knowledge under collaboration of students, professors, representatives of science and industry. Being accumulated in the open knowledge base as ontologies, this resource is used for the development of future engineers' professional competency.

Keywords: *development of a future engineer's professional competency, scientific and education complex, open knowledge base, industry, integrative resource potential, ontologies.*

References

1. Adolf V.A., Volegzhaniina I.S. The prospect for using knowledge management technology in learning and training in transport disciplines // *Pedagogicheskiy zhurnal (Pedagogical journal)*. 2017. Vol. 7, No. 3-1. P. 157–166.
2. Aleksandrov A.A., Proletarsky A.V., Neusypin K.A. The advanced training system of specialists for the defense-industrial complex on the basis of BMSTU's engineering research centers // *Perspektivy nauki i obrazovaniya (Perspectives of Science and Education)*. 2018. No. 4 (34). P. 72–77. URL: pnojurnal.wordpress.com/archive/18/18-04 (access date: 10.04.2020).
3. Belyakova E.G., Zakharova I.G. Interaction of university students with educational content in the conditions of information educational // *Obrazovanie i nauka (Education and Science)*. 2019. Vol. 21. No. 3. P. 77–105. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-3-77-105
4. Kuzminov Ya., Semenov D., Frumin I. University network structure: From the Soviet to the Russian "Master Plan" // *Voprosy obrazovaniya (Educational Studies)*. 2013. No. 4. P. 008–069. DOI: 10.17323/1814-9545-2013-4-8-69
5. Manakov A.L., Khabarov V.I. Volegzhaniina I.S. Integration of education, science and industry towards the knowledge factory model

- (on the example of transport industry) // Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie (Quality. Innovations. Education). 2019. No. 5. P. 12–17. DOI: 10.31145/1999-513x-2019-5-12-19
6. Sidorin V.V. Education-research-production complex as engineering training model system for human resources in high-technology industries // Inzhenernoe obrazovanie (Engineering education). 2011. No. 8. P. 30–37. URL: http://aer.ru/files/io/m8/art_5.pdf (access date: 16.04.2020).
 7. Skibitskiy E.G. Evaluation of the pedagogical advisability of electronic educational resources in pedagogical practice. In: Proceedings of the I International scientific and practical conference “Problems of language education in higher education institutions: theory and practice”. February 6, 2019. Novosibirsk: SGUPS, 2019. P. 3–8.
 8. Slavikovskiy A.O. Trends in the formation and development of scientific and educational complexes on the example of the Siberian Federal District // Problemy sovremennoy ekonomiki (Problems of modern economy). 2018. No. 2 (66). P. 253–257. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-formirovaniya-i-razvitiya-nauchno-obrazovatelnyh-kompleksov-na-primere-sibirskogo-federalnogo-okruga> (access date: 12.04.2020).
 9. Slobodchikov V.I. About the concept of the educational environment in the framework of developing education. M.: Ekopsitsentr ROSS, 2000. 230 p.
 10. Starodubtsev V.A. Formation of open pedagogical environment // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta (Bulletin of Tomsk State Pedagogical University). 2018. No. 5 (194). P. 242–248. DOI: 10.23951/1609-624X-2018-5-242-248
 11. Ushakov A.A. Resource potential of an educator’s integrative educational environment // Internet-zhurnal Naukovedenie (Science studies online journal). 2015. Vol. 7, No. 4 (29). DOI: 10.15862/113PVN415. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/113PVN415.pdf> (access date: 06.04.2020).
 12. Fedorov V.A., Davydova N.N. Development of joint activities of educational organizations and industrial enterprises within the research and educational network. In: Proceedings of the 22nd international scientific and practical conference “Innovations in professional and professional-pedagogical education”, April 18–20, 2017. Yekaterinburg, Russian State Professional and Pedagogical University. Yekaterinburg: Izdatelstvo RGPPU, 2017. P. 44–414.
 13. Filatov V.V. Global trends and current issues of aerospace education development. The Ministry of Education and Science of Russian Federation, Siberian State Aerospace University named after M.F. Reshetnev. Krasnoyarsk, 2012. 423 p.
 14. Khabarov V.I., Volegzhanina I.S. Digital transformations in professional education (on the example of transport workforce training): monograph. M.: RUSAYNS, 2018. 210 p.
 15. Chapaev N.K., Akimova O.B., Lupey S.V. The leading signs of integrative interaction of education and manufacturing: experience of Ural’s mining schools. In: Proceedings of the international scientific and practical conference “Continuing Education: Theory and Practice of Implementation”, January 22, 2018, Yekaterinburg, Russian State Professional and Pedagogical University. Yekaterinburg: Izdatelstvo RGPPU, P. 256–261. URL: <http://elar.rsvpu.ru/handle/123456789/23713> (access date: 23.03.2020).
 16. Schvetsov A.N., Rzhetskaya S.U., Sergushicheva A.P., et al. Architecture of intellectual agent-oriented educational complex for training technical specialists // Otkrytoe obrazovanie (Open education). 2018. No. 3. P. 14–24. DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2018-3-14-24>
 17. Camacho B., Alexandre R. Design Education. University-industry collaboration, a case study // The Design Journal. 2019. No. 22. P. 1317–1332. DOI: 10.1080/14606925.2019.1594958
 18. Darum M.R., Palm D., Athinarayanan R., et al. The learning factory – A new stimulus to enhance international collaboration // Procedia Manufacturing: 9th Conference on Learning Factories. 2019. No. 31. P. 290–295. DOI: 10.1016/j.promfg.2019.03.046

19. Edwards R. Knowledge infrastructures and the inscrutability of openness in education // Knowledge infrastructures and the inscrutability of openness in education, Learning, Media and Technology. 2015. No. 40(3). P. 251–264. URL: <https://doi.org/10.1080/17439884.2015.1006131> (access date: 17.03.2020).
20. Hoffen M. The sharing economy meets the semantic web: An ontology for the matchmaking of peers. In: Proceedings of the IEEE 11th International Conference on Semantic Computing (ICSC). 2017. P. 212–219. DOI: 10.1109/ICSC.2017.103. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7889530>
21. Khabarov V., Volegzhaniina I. Knowledge management system of an industry-specific research and education complex (by an example of transport personnel training). In: Proceedings of the IOP Conference Series “Earth Environmental Science”. 2019. Vol. 403. 012197. DOI:10.1088/1755-1315/403/1/012197. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/403/1/012197> (access date: 11.03.2020).
22. Mantawy I.M., Rusch C., Ghimire S., et al. Bridging the gap between academia and practice: Project-based class for prestressed concrete applications // Education Science. 2019. No. 9. URL: <https://www.mdpi.com/2227-7102/9/3/176> (access date: 22.01.2020). DOI: 10.3390/educsci9030176
23. Munassar W., Amal F.A. Semantic web technology and ontology for E-learning environment // Egyptian Computer Science Journal. 2019. Vol. 43 No. 2 P. 88–100. URL: https://pdfs.semanticscholar.org/28a9/bf69fc13076b79f9_d6f84641d46c3836e81b.pdf?_ga=2.58777064.491494066.1586750396-857091177.1584858788 (access date: 08.04.2020).
24. Smirnova E.V., Clark R.P. Handbook of research on engineering education in a global context. Hershey, PA: IGI Global. 2019. 543 p. DOI: 10.4018/978-1-5225-3395-5
25. Topp L., Mair D., Smillie L., Cairney P., et al. Knowledge management for policy impact: the case of the European Commission’s Joint Research Centre // Palgrave Communications. 2018. No. 4. DOI: 10.1057/s41599-018-0143-3. URL: www.nature.com/articles/s41599-018-0143-3 (access date: 12.10.2019).
26. Vasetskaya N., Glukhov V. System of interaction between universities, scientific organizations and industrial enterprises under conditions of digital economy in Russia. In: Proceedings of the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. April 2019. 497 012099. DOI: 10.1088/1757-899X/497/1/012099
27. Vijayan K., Mork O., Hansen I.-E. Knowledge creation in engineering education (university-industry collaboration) // Proceedings of the European Conference on Knowledge Management, At Padua, Italy, 2018. URL: https://www.researchgate.net/publication/329239752_Knowledge_Creation_in_Engineering_Education_University-Industry_Collaboration (access date: 09.04.2020).
28. Volegzhaniina I.S., Chusovlyanova S.V., Adolf V.A., et al. Knowledge management as an approach to learning and instructing sector university students in post-Soviet professional education // Journal of Social Studies Education Research. 2017. No. 8 (Special Issue). P. 39–61. DOI: 10.17499/jsser.360863