УДК 378.14.015.62

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ В ТЕХНИЧЕСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ НА ПРИМЕРЕ ЭЛИТНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ НИ ТПУ

Бай Ю.Д., Денчук Д.С., Серебрякова Е.Н.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Томск, e-mail: eds@tpu.ru

В статье представлен анализ дополнительной образовательной траектории элитного технического образования, реализуемой в НИ ТПУ. Представлен анализ проектного подхода после внедрения в учебный план дисциплин «Введение в проектную деятельность» и «Введение в инженерное изобретательство». Подведены итоги десятилетнего функционирования данной траектории, выявлены недостатки и перспективы дальнейшего развития. В статье приводятся этапы развития траектории элитного технического образования, причины возникновения сложностей при реализации данной программы в целом, а также намечены пути повышения эффективности в будущем. Авторами в статье выявлены проблемы, которые возникают в ходе отбора абитуриентов на траекторию и которые обнаружены при реализации образовательной программы. Проведен анализ деятельности за несколько лет с точки зрения отбора для обучения на траектории и сокращения числа студентов по результатам обучения на ЭТО, взаимодействия с кафедрами и внешними партнерами.

Ключевые слова: инженерное изобретательство, компетенции, планируемые результаты обучения, элитное техническое образование

PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF ADDITIONAL EDUCATIONAL PATHWAYS IN ENGINEERING UNIVERSITIES THROUGH THE EXAMPLE OF ELITE ENGINEERING EDUCATION NR TPU

Bay Yu.D., Denchuk D.S., Serebryakova E.N.

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, e-mail: eds@tpu.ru

The paper offers a detailed analysis of the additional educational pathway of Elite Engineering Education (EEE) implemented in Tomsk Polytechnic University. The authors analyze the implementation of project-based learning approach after the introduction of the disciplines «Introduction to Project Activity» and «Introduction to Engineering Invention» into the curriculum, summarize the experience of executing this educational pathway for the past decade, and identify shortcomings and prospects for further development. The paper explains the stages of the EEE development, possible causes of difficulties in the program's implementation in general, and outlines ways to increase its efficiency in future. The authors identify problems that arise during selection of students for the pathway and analyze the experience of several previous years from the perspective of student selection and dropout rates, as well as collaboration with other departments of the university and outside partners.

Keywords: engineering invention, competencies, expected learning outcomes, elite engineering education

Траектория Элитного технического образования (ЭТО) уже 10 лет является одной из экспериментальных площадок развития образовательной системы Национального исследовательского Томского политехнического университета (НИ ТПУ), предоставляя возможность апробировать самые передовые технологиb обучения и адаптировать их для реализации успешных практик в рамках основной образовательной программы (ООП). В настоящее время в институтах внедряются форматы, отработанные на ЭТО:

- геймификация учебного процесса;
- студенческое кураторство;
- командная проектная деятельность с реальными практическими результатами.

В настоящее время система Элитного технического образования – это «визитная карточка» ТПУ. Подобные направления существуют в ведущих вузах РФ и мира, объединяя передовые университеты в своего рода сообщество и позволяя заявлять об уникальности образовательной программы вуза. При этом система ЭТО имеет гораздо более сложную для управления структуру, нежели во многих вузах мира, т.к. на траектории обучаются студенты всех технических специальностей одновременно, в отличие от университетов, где проектное обучение проводится только в рамках одной специальности или отдельно отобранных коллективов это, к примеру Высшая школа экономики, Московский физико-технический институт, ETH Zurich и др.

Структура ЭТО НИ ТПУ имеет огромные преимущества – она позволяет объединять в одном проекте студентов разных специальностей, обладающих разными компетенциями для выполнения междисциплинарных проектов, но при этом имеет и сложности в выстраивании взаимодействия со всеми участниками процесса [1–3].

В 2015 году проведен анализ деятельности за несколько лет с точки зрения отбора для обучения на траектории и сокращения числа студентов по результатам обучения на ЭТО, взаимодействия с кафедрами и внешними партнерами; проведены встречи со студентами и получена обратная связь относительно организации учебного процесса и внеучебной деятельности, желаемого перечня предметов, ожидаемых компетенций и др.

В настоящее время есть понимание необходимости актуализации учебного процесса Элитного технического образования. Это связано с тем, что ЭТО должно оставаться передовой площадкой для отработки самых перспективных технологий обучения. Представленные ниже предложения направлены на повышение эффективности процесса обучения и достижения конкретных результатов студентами по окончанию траектории ЭТО. Введение данных предложений позволит, в том числе повысить привлекательность траектории для студентов и усилить конкурсный отбор на траекторию.

Анализ текущей ситуации

В данный момент к обучению по траектории ЭТО в рамках подготовки бакалавров приглашаются абитуриенты, прошедшие 3 этапа отбора:

- набравшие высокие баллы по результатам ЕГЭ (не менее 140 баллов по математике и физике/информатике/химии);
- успешно прошедшие общее тестирование ТПУ;
- сдавшие тестирование ЭТО.

Статистика набора при этом выглядит следующим образом.

Анализируя данные, видим небольшой процент студентов, зачисленных на траекторию ЭТО из потенциально готовых к обучению по специальной программе.

Таблица 1

Набор на ЭТО за 2011–2015 гг.

	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Поступили в ТПУ с баллами по ЕГЭ 140 по двум предметам	642	860	900	Уточнить	
Прошли общее тестирование успешно (балл выше среднего по ТПУ)	Не проводилось	1216	1020	642	492
Прошли тестирование ЭТО (балл выше среднего по ТПУ)	279	560	480	375	367
Прошли все задания и соответствуют критериям отбора					
Приглашены на ЭТО	194	251	240	311	250
Подали заявление и зачислены на ЭТО*	151	193	202	219	179

Примечание. *В том числе студенты, имеющие баллы менее 140, но при этом сдавшие все этапы тестирования с высокими показателями и обратившиеся в отдел с желанием быть зачисленными на траекторию ЭТО. Как правило, таких студентов менее 10%.

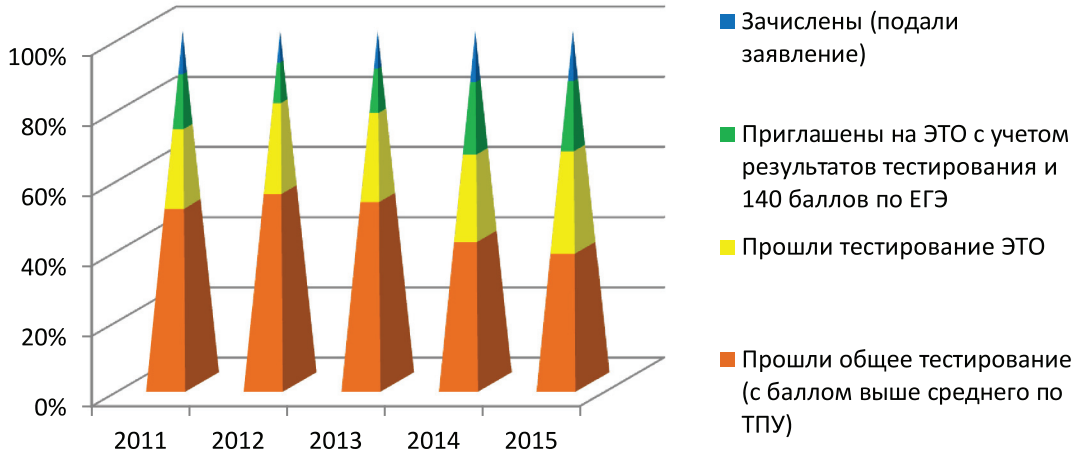

Рис. 1. Результаты отбора бакалавров на траекторию ЭТО за 2011–2015 гг.

Множественная система отбора может играть как положительную (отсев нецелеустремленных студентов на начальном этапе), так и отрицательную роль (возможно, учитывая несформированную у абитуриентов цель получения спец. образования и мотивацию к дополнительным знаниям с самого начала поступления в вуз). Не все из потенциально готовых студентов осознают необходимость выбора траектории.

В настоящий момент система отбора довольно серьезно формализована и есть вероятность, что из отбора «выпадают» ребята с высоким потенциалом, но средними баллами по ЕГЭ (например, приезжие из районов или других стран). Оценить потенциал ребят с «пограничными» баллами (125–140) сложно, т.к. статистика из года в год. Хотя в целом цифры свидетельствуют, что процент выпускников ЭТО, имеющих высокие баллы, выше.

С 2014 года на ЭТО введена **магистерская программа**, зачисление на которую проводится по результатам деловой игры с претендентами.

Итоги набора: 2014 г. – 50 человек; 2015 г. – 102 человека.

Первый выпуск состоялся в мае 2016 года.

При этом существует системный вопрос, наблюдаемый второй год существования магистратуры ЭТО: поскольку набор ведется как среди выпускников бакалавриата ЭТО, так и среди всех желающих, видна значительная разница между магистрантами – выпускниками ЭТО и остальными. Эта разница не только в уровне знаний, но и в уровне мотивации к любой деятельности, степени проработки действий, инициативности. В настоящее время в магистратуре приходится снова объяснять многие вещи, преподаваемые на бакалавриате ЭТО, что не позволяет развивать компетенции студентов на более высоком уровне, а вынуждает дублировать учебную программу для вывода проектов на уровень бакалавриата ЭТО. Это ведет к тому, что выпускникам ЭТО не интересно слушать уже пройденный материал, а при подаче материала более высокого уровня он не воспринимается остальными.

Таблица 2

Оценка количества выпускников ЭТО в зависимости от баллов при поступлении

Год поступления	2008			2009			2010			2011			
Сумма баллов ЕГЭ по 2-м предметам	Поступило	Выпуск 2012 г.	%	Поступило	Выпуск 2013 г.	%	Поступило	Выпуск 2014 г.	%	Поступило	Выпуск 2015 г.	%	Сред %
< 140 баллов	13	1	7	30	2	7	53	10	19	25	6	24	14
141–149 баллов	22	1	4	93	21	23	73	17	23	42	11	26	19
150–160 баллов	36	11	31	45	12	27	45	10	22	32	15	47	32
161–170 баллов	75	16	21	34	10	29	23	11	48	34	7	20	30
> 171 балла	39	10	26	5	1	20	6	3	50	31	9	29	31
Итого	185	39	21	207	47	23	200	51	25	164	48	29	

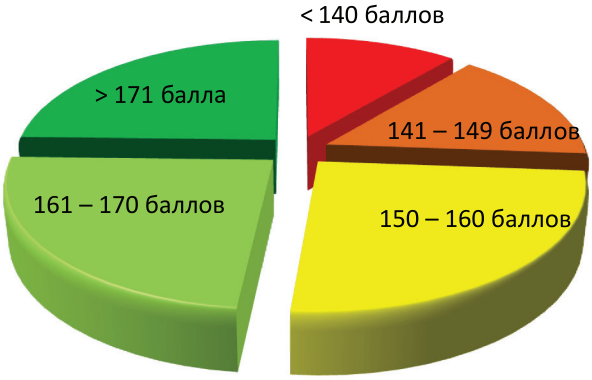

Рис. 2 Зависимость количества выпускников ЭТО от суммы баллов по ЕГЭ

Для дальнейшей работы важно принять решение о правилах набора магистрантов и/или выстраивания взаимодействия между ними. В настоящий момент, в условиях перехода ТПУ на магистерско-аспирантский тип, очень важен рост количества магистрантов, поступающих в том числе на траекторию ЭТО. Но в этом случае количественный разрыв между выпускниками бакалавриата ЭТО и новыми студентами будет расти [7].

Для принятия дальнейшей программы развития магистратуры необходимо:

1. Дождаться хотя бы одного выпуска (2016 год) для сбора и оценки информации.

2. Определить, нужен ли рост количества магистрантов на ЭТО либо важнее давать более качественные знания выпускникам бакалавриата ЭТО – что будет зависеть от целей и задач магистратуры ЭТО в целом.

Статистика и причины отчисления студентов с траектории ЭТО

Бакалавриат

В настоящий момент ежегодно на траекторию ЭТО поступают в среднем 200 человек. При этом полный курс обучения заканчивают в среднем 25% от поступивших на программу. Ведется учет причин отчисления студентов с траектории ЭТО, по статистике причины следующие:

1. Отчисление по собственному желанию:

- Сложности в усвоении материала (т.к. более высокий уровень получаемых знаний) и высокая нагрузка при обучении на ЭТО.
- Одинаковая система оценок на ЭТО и базовой траектории при более высоких требованиях на ЭТО (часто студенты ЭТО не получают стипендию из-за оценки «удовлетворительно» по физике или математике при более высоком уровне знаний).
- Невозможность совмещать проектную деятельность на ЭТО с научной деятельностью на кафедре (отказ руководителей на кафедрах). Данная причина актуальна с 3 курса обучения.
- Несоответствие программы ЭТО ожиданиям студентов (ожидание получения углубленных знаний только по техническим предметам, нежелание изучать дополнительные предметы). Данная причина актуальна с 4 семестра обучения;
- Отсутствие мотивации: непонимание целей по окончанию курса обучения (расшифровка далее).

2. Отчисление за неуспеваемость:

- Неуспеваемость на траектории ЭТО (перевод на базовую траекторию обучения).
- Отчисление из университета.

Магистратура

Статистика за 2 года. Приведена детализация по семестрам для получения текущей картины отчислений. Говорить о закономерности можно будет после 2016 года, когда состоится первый выпуск магистрантов ЭТО ТПУ.

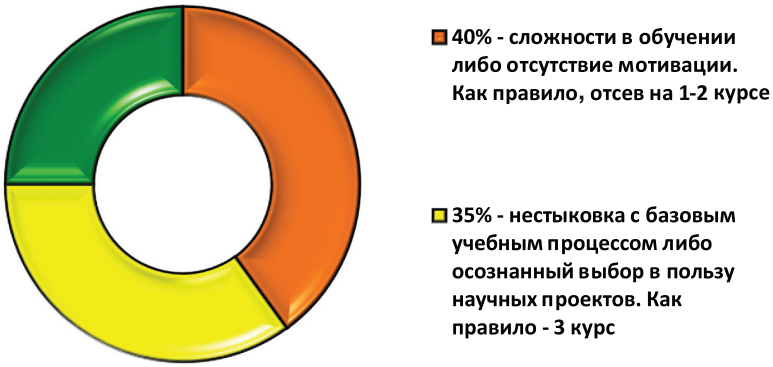

Рис. 3. Причины отчислений с траектории ЭТО

Таблица 3

Статистика по набору и отчислению магистрантов ЭТО

	2014 г.		2015 г.	
Зачислено	50	100%	102	100%
Ушли в 1 семестре	7	14%	22	21,6%
Ушли во 2 семестре	4	8%		
Ушли в 3 семестре	2	4%		
Ушли в 4 семестре				
Обучаются	37	74%	80	78%

Основная причина – загруженность на основном образовании, невозможность совмещать с работой, семьей. Также есть несколько человек, озвучивающих причину в виде непонимания целей и задач обучения в магистратуре ЭТО.

По результатам общения со студентами озвучена важная причина отсутствия мотивации к завершению обучения у многих их них: студенты не понимают осязаемую цель, которой они должны достигнуть по итогам обучения по программе. При выпуске с ЭТО не нужно защищать ВКР, траектория не ведет к получению второго диплома, нет необходимости реализации собственного проекта и т.д. – это часто становится причиной нежелания способных студентов идти на траекторию и причиной отчисления с траектории по собственному желанию. Вопрос является системным и требует обсуждения и утверждения на уровне руководства университета [4].

Также студенты часто не видят своих возможностей на ЭТО – нет связи получаемых знаний с дальнейшими планами в карьере в период обучения (хотя при анализе дальнейшей деятельности выпускников они видны). Это говорит о необходимости «выстраивания» траектории обучения студентов с первого курса до окончания вуза с утверждением обязательного практического результата обучения, а также постоянного анонсирования данной цели.

Распределение выпускников ЭТО

100% выпускников бакалавриата продолжают образование. На специалитет после бакалавриата идут 26%, в магистратуру – 74%. Из них 11% обучаются в магистратурах за рубежом или получили диплом Double Degree.

26% выпускников поступают в аспирантуру, из них 4% обучаются в аспирантурах Санкт-Петербурга, Москвы, за рубежом (преимущественно в Германии).

После окончания учебы 10% выпускников работают за рубежом, 90% – остаются в России. Из них 25% работают в ведущих российских компаниях, 19% остаются в ТПУ, свой бизнес развивают 5% выпускников.

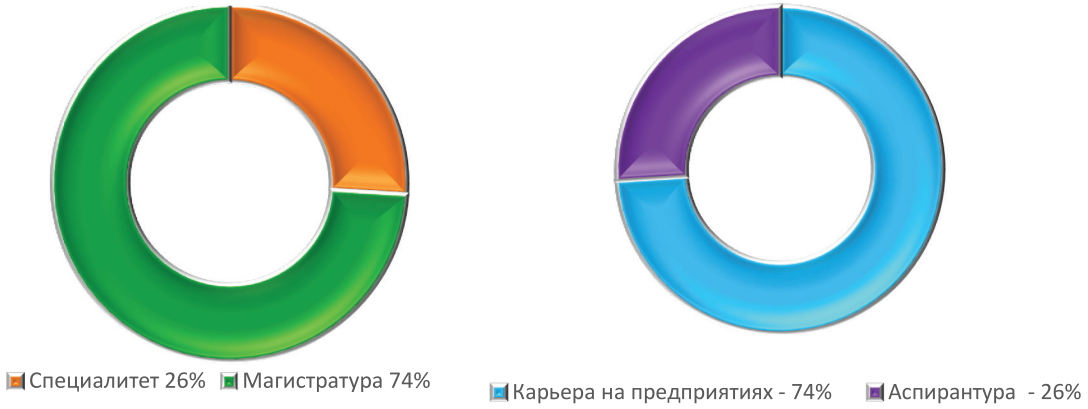

Рис. 4. 100% бакалавров ЭТО продолжают образование

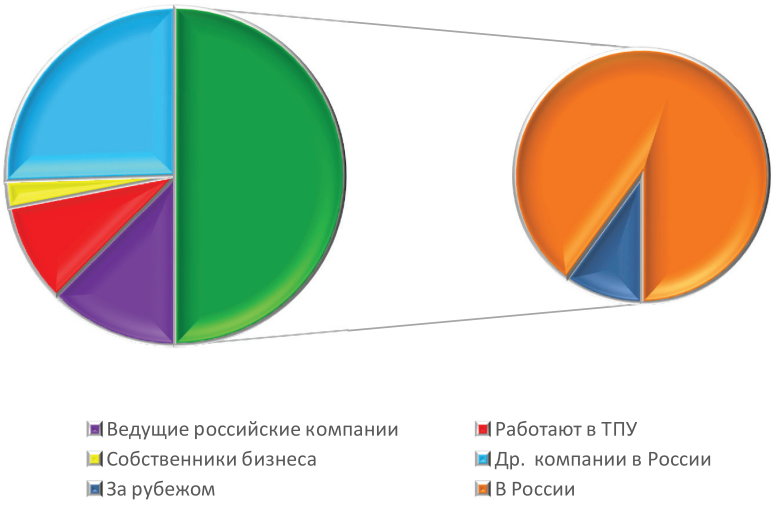

Рис. 5. Трудоустройство выпускников ЭТО

Статистика достижений студентов ЭТО

Среди обучающихся на ЭТО высокий процент призеров олимпиад и конкурсов. Студенты получают грантовую поддержку своих проектов, большая часть проектов реализуется «в железе».

На примере прошлого учебного года можно представить результаты, в среднем достигаемые ежегодно:

1. Стипендиаты 2014–2015 уч. г.:

– Правительства РФ студентам – 9.

– Правительства РФ аспирантам – 2

– Президента РФ студентам – 16.

– Президента РФ аспирантам – 2.

– Стипендии Посольства Французской Республики в РФ – 2.

– Фонда Потанина – 5.

– Фонда М. Прохорова – 2.

– Стипендия АО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева – 2.

– Губернатора Томской области – 3.

– Думы Томской области – 2.

– Стипендия ученого совета ТПУ – 8.

– Стипендия ректора ТПУ – 2.

Из 544 студентов ЭТО (472 бакалавра и 72 магистранта) в 2014–2015 учебном году стипендиатами стали 51 человек (10 % от учащихся!).

Кроме того, 4 аспиранта – выпускника ЭТО – также получали стипендии Президента и Правительства РФ.

2. Премии и гранты:

– Биофармацевтической компании «Pfizer» на развитие своего проекта в области биомедицины (300 тысяч рублей).

– Программы «Умник» – 5 студентов (по 400 тысяч рублей).

– Федерального агентства «Росмолодежь» (50 тысяч рублей).

3. Победители конкурсов:

– конкурса «Национального молодежного проекта – Эстафета качества», 1, 2, 3 места;

– регионального этапа Всероссийского конкурса студенческих проектов в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности в номинации «Молодой ученый» – 2 проекта;

– областного этапа конкурса «ЛИДЕР XXI ВЕКА» – 2 чел.

В осеннем семестре 2015 года ТПУ занял 2 место по РФ по количеству поданных заявок на стипендию Потанина – всего 105. Из них 36 заявок подано магистрантами ЭТО.

Цифры свидетельствуют о высоком уровне подготовки студентов ЭТО по базовым предметам и в части готовности к решению нестандартных задач.

Результаты проектной деятельности на ЭТО

Проектная деятельность является основой ЭТО. В настоящий момент главные практические достижения и точка роста Элитного технического образования находятся именно в проектной работе студентов. За последние 3 года удалось вывести проектную деятельность на кардинально новый уровень реализации проектов «в железе» и частично – их внедрения [6–7].

Таблица 4

Результаты проектной деятельности на ЭТО

2013	
Всего заявленных проектов	26
Работающих прототипов на конец семестра (зачет)	25
Внедрение	1
В действие введен разработанный студентами электронный замок, действующий по сей день в 105 ауд. 19 корпуса ТПУ. Студенты ЭТО имеют право доступа в аудиторию по электронным картам	
2014	
Всего заявленных проектов	17
Работающих прототипов на конец семестра (зачет)	14
Внедрение	2
Возросла сложность некоторых проектов, что потребовало объединения в более крупные команды (до 16 человек). Один проект поддержан грантом, два победили на Всероссийском конкурсе, пять проектов прошли региональный отборочный этап Форума по энергоэффективности ENES-2014. Внедрены 2 проекта: 1. Интерактивная песочница, разработанная студентом ЭТО, поставлена в промышленное производство и выпускается ООО «Универсальные терминал системы». 2. Ветрогенераторы, спроектированные и изготовленные студентами ЭТО, освещают детскую площадку в пос. Просторном Томской области (4 ветрогенератора по 20 Вт, 3 – классические, с горизонтальной осью вращения, 1 – с вертикальной осью вращения)	
2015	
Всего заявленных проектов	22
Семестр еще не закончен, но на Ярмарке проектов были представлены несколько работающих образцов	

По итогам Ярмарки студентами получены рекомендации по доработке проектов от практикующих специалистов, начали налаживать взаимодействие с промышленными предприятиями Томска для выстраивания сотрудничества по нескольким направлениям:

1. Вывод инженерных разработок студентов на стадию производства совместно с партнерами от предприятий.

2. Получение задач от промышленных предприятий для реализации реальных проектов студентами в период проектной деятельности на ЭТО.

3. Трудоустройство команд студентов по итогам взаимодействия с компаниями.

В результате есть договоренность о продолжении сотрудничества со следующими организациями: АО НИИПП, Ассоциация участников Инновационного территориального кластера «Информационные технологии и электроника Томской области» совместно с ООО «Элект» и ООО «Контек-Софт», ФРИИ, ООО «Физтех-Энерго», Томский центр ресурсосбережения и энергоэффективности и др.

Выводы

Сравнительный анализ результатов внедрения траектории элитного технического образования в НИ ТПУ показал, что дополнительные траектории имеют большой потенциал при узконаправленной целевой аудитории. Когда вуз пытается уйти от усреднения студента, и ребята с более высоким уровнем подготовки имеют возможность получать углубленные знания. Большое количество призеров олимпиад и различных инженерных конкурсов говорит об эффективности проектного подхода при изучении инженерии.

Таким образом, исходя из сложившейся на сегодняшний день ситуации в развитии дополнительных образовательных траекторий в технических университетах необходимо использовать уже имеющиеся «работающие» технологии и, используя успешные практики как российских, так и зарубежных вузов, выходить на практико-ориентированный вектор развития образования. Таким образом, может быть преодолена зацикленность на самих себе образовательных систем «школа – вуз – предприятие».

Для этого необходимо в дальнейшем при внедрении и модернизации дополнительных образовательных траекторий больше внимания уделять практической направленности занятий и соответствию стандартам европейской модели в общей системе высшего образования в рамках Болонского процесса по подготовке будущих инженеров.

Список литературы

1. Денчук Д.С., Замятина О.М., Минин М.Г., Садченко В.О. Анализ компетенций инженерного изобретательства в практике российского и международного высшего профессионального образования // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – URL: http://www.science-education.ru/120-16871 (дата обращения: 10.04.2016).

2. Калиновская Т.Г., Косолапова С.А., Косолапов А.И. Компетентностный подход к подготовке инженеров // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 10 – С. 45–48.

3. Минин М.Г., Михайлова Н.С., Денчук Д.С. Отбор будущих бакалавров на программу элитного технического образования // Высшее образование в России. – 2016. – № 1. – С. 34–42.

4. Похолков Ю.П. Общественно-профессиональная аккредитация образовательных программ. Кому и зачем она нужна? // Инженерное образование. – 2010. – № 6. – С. 50–57.

5. Похолков Ю.П., Рожкова С.В., Толкачева К.К.. Уровень подготовки инженеров России. Оценка, проблемы и пути их решения // Проблемы управления в социальных системах. – 2012. – Т. 4, Вып. 7. – С. 6–14.

6. Соснин Н.В., Почекутов С.И. Модель инженерной подготовки и образовательные стандарты нового поколения // Инженерное образование. Тема номера: Инженер-XXI: знать больше, уметь лучше. Опережающая подготовка элитных специалистов. – 2007. – Вып. 7. – С. 76–83.

7. Zamyatina O.M., Solodovnikova, Denchuk D.S. Formation and analysis of competencies in elite engineering specialists. 2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning. 2013, Article number 6644606. – P. 389–392 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=6644606&tag=1.