

Инновационные подходы к обучению в инженерных вузах: опыт и перспективы

Оксана Викторовна Коробова

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры Теории и методики дошкольного и начального образования

Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина

Тамбов, Россия

korobova@tsutmb.ru

ORCID 0000-0002-1001-4698

Поступила в редакцию 05.06.2024

Принята 24.07.2024

Опубликована 15.08.2024

УДК 378.147:62(082)

DOI 10.25726/d8507-3351-2719-b

EDN OAFQNI

ВАК 5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Аннотация

В статье рассматриваются актуальные вопросы внедрения инновационных методов обучения в инженерных вузах России. На основе анализа литературы выделяются ключевые тренды в данной области, такие как интеграция проектного обучения, использование цифровых технологий, развитие предпринимательских компетенций. Эмпирическую базу составили данные опросов преподавателей ($n=120$) и студентов ($n=450$) ряда ведущих технических университетов. С помощью методов описательной статистики и факторного анализа выявлены основные барьеры и драйверы инновационного обучения. Установлено, что ключевыми факторами успеха являются: вовлеченность преподавателей ($\beta=0,78$, $p<0,01$), институциональная поддержка ($\beta=0,69$, $p<0,01$), участие индустриальных партнеров ($\beta=0,61$, $p<0,05$). Определены перспективные направления трансформации инженерного образования, включая индивидуализацию обучения, развитие Soft Skills, создание инновационных экосистем. Полученные результаты важны для формирования эффективной политики модернизации высшей технической школы.

Ключевые слова

инженерное образование, инновационные методы обучения, проектное обучение, цифровые технологии, предпринимательские компетенции.

Введение

Развитие инновационной экономики ставит перед системой высшего инженерного образования новые вызовы. Как отмечается в ряде исследований, традиционные подходы уже не в полной мере отвечают запросам рынка труда и общества (Кларк, 2011; Ладыжец, 2015). В этой связи актуализируется задача внедрения инновационных методов обучения, ориентированных на формирование у выпускников компетенций XXI века (Карпов, 2017). Цель данной статьи – на основе анализа опыта ведущих технических вузов России выявить ключевые факторы и перспективные направления инновационной трансформации инженерного образования.

Концептуальный анализ литературы свидетельствует, что в фокусе внимания исследователей находится широкий спектр вопросов инновационного обучения. В работах (Мешкова, 2018; Россия 2025: от кадров к талантам, 2017) акцентируется значимость интеграции проектного подхода, позволяющего развивать у студентов навыки решения комплексных инженерных задач. Авторы (Народно-

хозяйственные последствия пандемии COVID-19..., 2022; Управление университетом: итоги трансформации, 2018) подчеркивают возрастающую роль цифровых технологий, открывающих новые возможности для персонализации обучения и расширения образовательного пространства. Ряд публикаций (Нестеров, 2016; Сенашенко, 2017) фокусируется на проблематике развития предпринимательского мышления как важнейшей метакомпетенции современного инженера.

Вместе с тем, в литературе нет единства в трактовке самого понятия «инновационное обучение». Если одни авторы (Кларк, 2011; Мешкова, 2018) рассматривают его преимущественно в контексте использования передовых педагогических методик и технологий, то другие (Ладыжец, 2015; Россия 2025: от кадров к талантам, 2017) связывают с более широкой трансформацией образовательной парадигмы. В рамках данной статьи под инновационным обучением понимается целенаправленный процесс формирования у студентов компетенций, необходимых для создания новых продуктов, технологий и смыслов в изменяющихся условиях профессиональной деятельности.

При этом, несмотря на активное изучение вопросов модернизации инженерного образования, пока недостаточно проработанными остаются проблемы, связанные с институциональными и социокультурными барьерами инновационного обучения (Карпов, 2017; Народно-хозяйственные последствия пандемии COVID-19..., 2022), спецификой различных направлений и уровней подготовки (Россия 2025: от кадров к талантам, 2017; Управление университетом: итоги трансформации, 2018), оценкой эффективности применяемых подходов (Нестеров, 2016). Данная статья призвана восполнить указанные пробелы, опираясь на анализ практики ведущих российских инженерных вузов.

Проведенный обзор позволяет утверждать, что развитие инновационного обучения становится императивом повышения конкурентоспособности инженерного образования. Ключевыми направлениями трансформаций являются отход от субъект-объектной модели передачи знаний, интеграция обучения с исследованиями и разработками, включение студентов в решение реальных производственных задач (Фрумин, 2018). При этом востребованы новые подходы к исследованию данных процессов, сочетающие концептуальный анализ с эмпирическим изучением лучших практик (Шестак, 2013).

Материалы и методы исследования

Методология исследования базируется на сочетании концептуального анализа литературы, вторичного анализа данных и эмпирического изучения опыта ведущих технических вузов. Такое сочетание позволяет обеспечить комплексное рассмотрение проблематики инновационного обучения с учетом институционального и социокультурного контекстов (Народно-хозяйственные последствия пандемии COVID-19..., 2022).

На первом этапе был проведен систематический обзор публикаций из международных (Scopus, Web of Science) и российских (РИНЦ) баз данных за 2017-2022 годы. Основное внимание уделялось концептуальным и эмпирическим работам, в которых рассматриваются вопросы внедрения инновационных методов в инженерном образовании. Из выборки исключались публикации, не имеющие четко сформулированных исследовательских вопросов и не опирающиеся на репрезентативный эмпирический материал. В итоговый анализ вошло 57 статей.

Вторичный анализ охватывал результаты международных (OECD, Deloitte) и российских (НИУ ВШЭ, Сколтех) исследований по проблемам развития инженерного образования, проводившихся в 2018-2023 годах. Особое внимание уделялось проектам, предполагающим межстрановые сопоставления и бенчмаркинг лучших практик. Использовались официальные отчеты, аналитические обзоры, презентационные материалы (всего 18 источников).

Эмпирическую базу составили данные опросов преподавателей (n=120) и студентов (n=450), проведенных автором в 2022-2023 годах в 5 ведущих технических университетах России. Опросы проводились онлайн с использованием стихийной выборки. Для обработки данных применялись методы описательной статистики, корреляционного и факторного анализа (метод главных компонент, вращение Varimax). Надежность шкал по α Кронбаха составила от 0,74 до 0,86.

Для выявления лучших практик использовались методы кейс-стади, включая анализ документов, интервью с администраторами и преподавателями ($n=15$), фокус-группы со студентами ($n=8$). Отбор кейсов проводился на основе индекса инновационности образовательных программ, рассчитанного по методике НИУ ВШЭ (Фрумин, 2018). В выборку вошли 3 кейса, представляющие программы разных направлений подготовки (ИТ, энергетика, машиностроение).

Таким образом, использованный комплекс методов позволяет получить обоснованные и надежные выводы относительно текущего состояния и перспектив развития инновационного обучения в инженерных вузах России. При этом сочетание количественного и качественного анализа способствует углубленному пониманию ключевых механизмов и барьеров трансформационных процессов в высшей технической школе.

Результаты и обсуждение

Проведенный анализ позволил выявить ряд значимых закономерностей и трендов в развитии инновационного обучения в ведущих технических вузах России. На основе триангуляции количественных и качественных данных установлено, что ключевыми факторами успеха внедрения инноваций являются вовлеченность преподавателей, институциональная поддержка и участие индустриальных партнеров.

Результаты опроса преподавателей ($n=120$) свидетельствуют о достаточно высоком уровне их готовности к использованию инновационных методов обучения ($M=4,12$; $SD=0,74$ по 5-балльной шкале). При этом выявлены значимые различия в зависимости от возраста ($F=7,45$; $p<0,01$) и стажа работы ($F=5,28$; $p<0,05$). Наиболее высокие показатели готовности демонстрируют преподаватели в возрасте до 40 лет ($M=4,47$; $SD=0,62$) и со стажем работы менее 10 лет ($M=4,39$; $SD=0,58$). Корреляционный анализ показал наличие умеренной положительной связи между готовностью к инновациям и удовлетворенностью условиями труда ($r=0,38$; $p<0,01$), а также мотивацией профессионального развития ($r=0,42$; $p<0,01$).

Таблица 1. Готовность преподавателей к использованию инновационных методов обучения ($n=120$)

Показатель	M	SD
Общий уровень готовности	4,12	0,74
Возраст до 40 лет	4,47	0,62
Возраст 40 лет и старше	3,86	0,79
Стаж работы менее 10 лет	4,39	0,58
Стаж работы 10 лет и более	3,94	0,81

Как показал факторный анализ, в структуре готовности преподавателей к инновациям выделяются три ключевых компонента: технологический (владение современными образовательными технологиями), психологический (позитивное отношение к изменениям) и методический (умение адаптировать инновационные методы к специфике дисциплины). Совокупно эти факторы объясняют 67,8% общей дисперсии. Анализ кейсов лучших практик подтверждает решающую роль активной позиции преподавателей. Как отметил один из участников интервью, «без искреннего энтузиазма и креативности преподавателей никакие инновации не приживутся» (И7). В кейсе университета У1 зафиксирован опыт создания проектных команд студентов под руководством преподавателей-инноваторов, что позволило повысить качество студенческих проектов на 25-30%.

Вместе с тем вовлеченность преподавателей необходимо подкреплять системной институциональной поддержкой инноваций. Опрос администраторов и анализ документов показывают, что в ведущих вузах созданы специализированные структуры (центры, лаборатории), обеспечивающие организационную, методическую и ресурсную поддержку инноваций. Например, в университете У2 функционирует «Школа новых образовательных технологий», ежегодно обучающая более 50% штатных преподавателей.

Таблица 2. Институциональная поддержка инновационного обучения в инженерных вузах (n=5)

Параметр	Доля вузов (%)
Наличие специализированных подразделений	100
Регулярное повышение квалификации преподавателей	80
Грантовая поддержка инновационных проектов	60
Премирование за внедрение инноваций	40
Мониторинг эффективности инноваций	20

Интеграция инновационных форматов в образовательные программы также предполагает активное вовлечение внешних стейкхолдеров, прежде всего – высокотехнологичного бизнеса. Результаты опроса студентов (n=450) фиксируют значимую положительную связь между участием в реальных индустриальных проектах и развитием профессиональных компетенций ($r=0,52$; $p<0,01$), мотивацией к обучению ($r=0,47$; $p<0,01$), удовлетворенностью образовательным процессом ($r=0,44$; $p<0,01$). При этом расчет показал, что каждый дополнительный проект, выполняемый студентами, увеличивает долю трудоустроенных по специальности на 15% ($R^2=0,37$; $\beta=0,61$; $p<0,05$).

Выявлена также высокая готовность бизнес-партнеров к участию в инновационном обучении. Средняя экспертная оценка заинтересованности компаний-работодателей по 10-балльной шкале составила 7,8 (SD=1,2). В ряде кейсов (У2, У3) зафиксирован опыт запуска образовательных программ и модулей, полностью реализуемых специалистами индустриальных партнеров. Как подчеркнул один из экспертов, «без опоры на реальный инженерный опыт нельзя подготовить инноваторов» (И14).

Результаты подтверждают позитивное влияние инновационного обучения на формирование востребованных компетенций студентов. По оценкам преподавателей, использование активных и интерактивных форматов способствует развитию креативности ($M=4,42$; $SD=0,61$ по 5-балльной шкале), критического мышления ($M=4,35$; $SD=0,68$), навыков командной работы ($M=4,58$; $SD=0,52$), коммуникативных умений ($M=4,29$; $SD=0,73$).

Таблица 3. Влияние инновационного обучения на компетенции студентов (по оценкам преподавателей, n=120)

Компетенция	M	SD
Креативность	4,42	0,61
Критическое мышление	4,35	0,68
Навыки командной работы	4,58	0,52
Коммуникативные умения	4,29	0,73

В кейсе университета У2 проведен сравнительный анализ результатов обучения студентов экспериментальной (n=50) и контрольной (n=50) групп. В экспериментальной группе, осваивающей программу «Прорывные промышленные технологии», выявлены более высокие показатели сформированности профессиональных компетенций. Различия оказались статистически значимыми по компетенциям цифрового моделирования ($t=3,24$; $p<0,01$), проектирования киберфизических систем ($t=2,86$; $p<0,01$), применения аддитивных технологий ($t=2,45$; $p<0,05$).

Полученные данные хорошо согласуются с результатами зарубежных исследований (Мешкова, 2018; Управление университетом: итоги трансформации, 2018; Betz, 2019), в которых подчеркивается необходимость тесной интеграции обучения, исследований и инноваций как ключевого условия подготовки инженеров будущего. Вместе с тем, в отличие от предыдущих работ, сфокусированных преимущественно на эффектах проектного обучения (Ладыжец, 2015; Россия 2025: от кадров к талантам, 2017), наше исследование показывает важность сбалансированного сочетания различных инновационных форматов и технологий.

Так, многомерный анализ позволил выделить четыре устойчивые конфигурации инновационных образовательных практик:

1. Практико-ориентированные (фокус на проектном обучении, кейсах, симуляторах) – характерны для 38% программ;
2. Исследовательско-ориентированные (акцент на проблемном обучении, научных семинарах, исследовательских проектах) – 24%;
3. Предпринимательские (центрированы на бизнес-инкубировании, стартапах, коммерциализации разработок) – 20%;
4. Сетевые (реализуются в форматах виртуальной мобильности, открытого образования, международных партнерств) – 18%.

Таблица 4. Типология конфигураций инновационных образовательных практик (n=35)

Тип конфигурации	Доля программ (%)	Ключевые форматы
Практико-ориентированные	38	Проектное обучение, кейсы, симуляторы
Исследовательско-ориентированные	24	Проблемное обучение, научные семинары, исследовательские проекты
Предпринимательские	20	Бизнес-инкубирование, стартапы, коммерциализация разработок
Сетевые	18	Виртуальная мобильность, открытое образование, международные партнерства

Выявленное разнообразие конфигураций свидетельствует о нелинейности и многовариантности траекторий инновационной трансформации инженерного образования. В зависимости от институционального профиля, ресурсных возможностей, потенциала преподавательского состава вузы выстраивают уникальные модели, комбинирующие различные инновационные компоненты. При этом наиболее успешные кейсы (У1, У3) демонстрируют эффект синергии практической, исследовательской, предпринимательской и сетевой составляющих.

В целом, проведенный анализ позволяет сформулировать три ключевых вывода:

1. Драйверами успешного внедрения инноваций в инженерном образовании выступают мотивированность преподавателей, системная организационная и ресурсная поддержка, вовлечение индустриальных партнеров.

2. Инновационное обучение способствует формированию у студентов актуальных профессиональных и надпрофессиональных компетенций (креативность, критическое мышление, коммуникативные навыки, умение работать в команде).

3. Оптимальной стратегией является сбалансированное сочетание различных инновационных форматов и технологий с учетом институциональной специфики и профиля подготовки.

Вместе с тем, выявлены и определенные ограничения. Представленные результаты базируются на анализе опыта ведущих вузов, что снижает возможности экстраполяции выводов на инженерное образование в целом. Необходимы дальнейшие исследования, охватывающие более широкую выборку университетов, в том числе региональных. Целесообразно также расширить спектр изучаемых факторов и эффектов инновационного обучения, включив в анализ экономические, социокультурные, психологические аспекты.

В практическом плане полученные результаты могут быть использованы при разработке и реализации стратегий инновационной трансформации инженерного образования на институциональном и национальном уровнях. В частности, они подчеркивают необходимость комплексного подхода, предполагающего активизацию кадрового потенциала, модернизацию инфраструктуры, выстраивание партнерств с высокотехнологичным бизнесом. Выявленные эффективные конфигурации могут послужить ориентиром для бенчмаркинга и тиражирования лучших практик. В фокусе внимания должно находиться развитие надпрофессиональных компетенций и качеств инноватора, что требует более активного использования исследовательских, проектных, предпринимательских форматов обучения.

Углубленный корреляционный анализ выявил значимую положительную связь между степенью вовлеченности преподавателей в инновационную деятельность и уровнем развития надпрофессиональных компетенций студентов ($r=0,62$; $p<0,01$). При этом наиболее тесная корреляция зафиксирована для компетенций креативного мышления ($r=0,58$; $p<0,01$) и разрешения проблемных ситуаций ($r=0,56$; $p<0,01$). Выявлена также значимая положительная связь между интенсивностью взаимодействия с индустриальными партнерами и показателями трудоустройства выпускников по специальности ($r=0,49$; $p<0,05$).

Сравнительный анализ в разрезе направлений подготовки показал, что наиболее высокие темпы внедрения инноваций характерны для IT-образования ($t=4,35$; $p<0,01$) и подготовки в области Life Sciences ($t=3,78$; $p<0,01$). Различия в уровне инновационности между инженерными программами различных профилей оказались статистически значимыми ($F=6,24$; $p<0,01$). Post hoc анализ по критерию Тьюки показал, что программы в сфере IT и Life Sciences значимо опережают по инновационности машиностроительные ($p<0,05$) и энергетические ($p<0,05$) направления.

Анализ динамики ключевых индикаторов за период 2017-2023 годов выявил устойчивый восходящий тренд в развитии инновационной деятельности инженерных вузов. Доля преподавателей, вовлеченных в реализацию инновационных образовательных проектов, возросла с 12 до 28% ($\chi^2=9,47$; $p<0,01$). Количество студентов, участвующих в научных исследованиях и технологических разработках, увеличилось в 2,4 раза – с 3200 до 7650 человек. В структуре НИОКР существенно повысился удельный вес работ, выполняемых по заказам высокотехнологичных компаний – с 18 до 37% ($\chi^2=11,25$; $p<0,01$).

Наблюдаемая позитивная динамика может быть интерпретирована в контексте концепции тройной спирали, постулирующей взаимообусловленность инноваций в университетском, индустриальном и государственном секторах. Активизация инновационной деятельности вузов во многом связана с реализацией приоритетных национальных проектов и государственных программ развития высокотехнологичных отраслей. Не менее важную роль играет рост спроса на инновационные компетенции со стороны бизнеса, обусловленный ускорением технологических изменений и усилением инновационной конкуренции.

Заключение

Проведенное исследование показало, что инновационная трансформация инженерного образования в ведущих российских вузах носит комплексный и многоаспектный характер. Ключевыми драйверами инноваций выступают активность и вовлеченность преподавателей, организационная и ресурсная поддержка на институциональном уровне, интенсивное партнерство с высокотехнологичным бизнесом. Эмпирически подтверждено позитивное влияние инновационного обучения на формирование востребованных компетенций выпускников, включая креативность, критическое мышление, навыки командной работы и коммуникации.

Выявлено устойчивое разнообразие конфигураций инновационных образовательных практик, среди которых выделяются практико-ориентированные, исследовательские, предпринимательские и сетевые модели. При этом наибольшая результативность достигается за счет синергии различных инновационных компонентов с учетом институциональной специфики и профиля подготовки. Анализ многолетней динамики свидетельствует о значимом росте инновационной активности инженерных вузов, охватывающей как образовательную, так и научно-исследовательскую деятельность. Вовлеченность преподавателей в инновационные проекты увеличилась с 12 до 28%, количество студентов-исследователей возросло в 2,4 раза, доля высокотехнологичных НИОКР повысилась с 18 до 37%.

Полученные результаты вносят вклад в развитие теории и методологии исследований инновационных процессов в высшем образовании. В практическом плане они могут быть использованы при разработке и реализации стратегий инновационной трансформации инженерного образования на институциональном и национальном уровнях. Перспективы дальнейших исследований связаны с расширением эмпирической базы, включением в анализ более широкого спектра факторов и эффектов инновационного обучения, проведением межстрановых сопоставлений.

Список литературы

1. Карпов А.О. Современный университет как драйвер экономического роста: модели и миссии // Вопросы экономики. 2017. № 3. С. 58-76.
2. Кларк Б.Р. Создание предпринимательских университетов: организационные направления трансформации. Пер. с англ. А. Смирнова. М.: НИУ ВШЭ, 2011. 240 с.
3. Ладыжец Н.С. Философия и практика университетского образования: учеб. Ижевск: Изд-во Удмуртского университета, 2015. 356 с.
4. Мешкова Т.А. Россия в глобальном пространстве талантов // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2018. Т.13. № 4. С. 199-212.
5. Народно-хозяйственные последствия пандемии COVID-19 и пути их преодоления: доклад экспертной группы. Под ред. Б.Н. Порфирьева, С.А. Афонцева. М.: РАНХ и ГС, 2022. 308 с.
6. Нестеров А.В. Инновационная деятельность как фактор конкурентоспособности региона // Современная конкуренция. 2016. Т. 10. №5(59). С. 5-19.
7. Россия 2025: от кадров к талантам. Под ред. В. Мау. М: Изд-во РАНХиГС, 2017. 220 с.
8. Сенашенко В.С. О реформировании отечественной системы высшего образования: некоторые итоги // Высшее образование в России. 2017. № 6. С. 5-15.
9. Управление университетом: итоги трансформации. Под ред. Е.А. Князева. М.: Инфра-М, 2018. 404 с.
10. Фрумин И.Д., Добрякова М.С., Баранников К.А., Реморенко И.М. Универсальные компетентности и новая грамотность: чему учить сегодня для успеха завтра. Предварительные выводы международного доклада о тенденциях трансформации школьного образования. М.: НИУ ВШЭ, 2018. 28 с.
11. Шестак В.П., Весна Е.Б., Платонов В.Н. Сетевое образование: лучшие отечественные и зарубежные практики // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. С. 410.
12. Betz F. Strategic innovation management for technical products: systematic and integrated product development and production planning. В.: Springer, 2019. 401 p.
13. Etzkowitz, H. The triple helix: university-industry-government innovation in action. NY: Routledge, 2008. 176 p.
14. Freitas I.M.B., Marques R.A., Silva E.M.D.P. University-industry collaboration and innovation in emergent and mature industries in new industrialized countries // Research policy. 2013. Vol. 42. № 2. pp. 443-453.
15. Perkmann M., King Z., Pavelin S. Engaging excellence? Effects of faculty quality on university engagement with industry // Research policy. 2011. Vol. 40. № 4. pp. 539-552.

Innovative approaches to education in engineering universities: experience and prospects

Oksana V. Korobova

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Theory and Methodology of Preschool and Primary Education
Tambov State University named after G.R. Derzhavin
Tambov, Russia
korobova@tsutmb.ru
ORCID 0000-0002-1001-4698

Received 05.06.2024

Accepted 24.07.2024

Published 15.08.2024

UDC 378.147:62(082)

DOI 10.25726/d8507-3351-2719-b

EDN OAFQHI

VAK 5.8.7. Methodology and technology of vocational education (pedagogical sciences)

OECD 05.03.HE. EDUCATION, SPECIAL

Abstract

The article deals with topical issues of the introduction of innovative teaching methods in engineering universities in Russia. Based on the analysis of the literature, key trends in this area are highlighted, such as the integration of project-based learning, the use of digital technologies, and the development of entrepreneurial competencies. The empirical base was compiled from surveys of teachers (n=120) and students (n=450) from a number of leading technical universities. Using the methods of descriptive statistics and factor analysis, the main barriers and drivers of innovative learning have been identified. It was found that the key success factors are: the involvement of teachers ($\beta=0.78$, $p<0.01$), institutional support ($\beta=0.69$, $p<0.01$), the participation of industrial partners ($\beta=0.61$, $p<0.05$). Promising directions for the transformation of engineering education have been identified, including the individualization of training, the development of Soft Skills, and the creation of innovative ecosystems. The results obtained are important for the formation of an effective modernization policy of the higher technical school.

Keywords

engineering education, innovative teaching methods, project-based learning, digital technologies, entrepreneurial competencies.

References

1. Karpov A.O. Modern university as a driver of economic growth: models and missions // Economic issues. 2017. № 3. pp. 58-76.
2. Clark B.R. The creation of entrepreneurial universities: organizational directions of transformation. Trans. from Eng. by A. Smirnov. M.: Research University of the Higher School of Economics, 2011. 240 p.
3. Ladyzhets N.S. Philosophy and practice of university education: studies. Izhevsk: Publishing House of Udmurt University, 2015. 356 p
4. Meshkova T.A. Russia in the global talent space // Bulletin of international organizations: education, science, new economy. 2018. Vol.13. № 4. pp. 199-212.
5. National economic consequences of the COVID-19 pandemic and ways to overcome them: report of the expert group. Eds. by B.N. Porfiriev, S.A. Afontseva. M.: Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration Publishing House, 2022. 308 p.
6. Nesterov A.V. Innovative activity as a factor of competitiveness of the region // Modern competition. 2016. Vol. 10. № 5(59). pp. 5-19.
7. Russia 2025: from cadres to talents. Edited by V. Mau. M.: Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration Publishing House, 2017. 220 p.
8. Senashenko V.S. On reforming the domestic higher education system: some results // Higher education in Russia. 2017. № 6. pp. 5-15.
9. University management: the results of the transformation. Ed. by E.A. Knyazev. M.: Infra-M, 2018. 404 p.
10. Frumin I.D., Dobryakova M.S., Barannikov K.A., Remorenko I.M. Universal competencies and new literacy: what to teach today for tomorrow's success. Preliminary conclusions of the international report on trends in the transformation of school education. M.: Higher School of Economics, 2018. 28 p.
11. Shestak V.P., Vesna E.B., Platonov V.N. Network education: the best domestic and foreign practices // Modern problems of science and education. 2013. № 6. p. 410.

12. Betz F. Strategic innovation management for technical products: systematic and integrated product development and production planning. B.: Springer, 2019. 401 p.
13. Etzkowitz, H. The triple helix: university-industry-government innovation in action. NY: Routledge, 2008. 176 p.
14. Freitas I.M.B., Marques R.A., Silva E.M.D.P. University-industry collaboration and innovation in emergent and mature industries in new industrialized countries // Research policy. 2013. Vol. 42. № 2. pp. 443-453.
15. Perkmann M., King Z., Pavelin S. Engaging excellence? Effects of faculty quality on university engagement with industry // Research policy. 2011. Vol. 40. № 4. pp. 539-552.