

О.К. Денисова¹, А.Х. Машекенова^{2*}

^{1,2} *Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан*
¹denokkas@mail.ru, ² assiya173@mail.ru

¹ <https://orcid.org/0000-0001-7899-500X>, ² <https://orcid.org/0000-0003-3556-3033>
Scopus Author ID: ¹57208010188, ² Scopus Author ID57209837078

Инженерное образование как ключевой ресурс развития Индустрии 4.0 Восточно-Казахстанской области

Аннотация:

Цель: Выявить актуальные проблемы инженерного образования в условиях развития Индустрии 4.0 в Восточно-Казахстанской области и разработать предложения по его совершенствованию для обеспечения региона кадрами с соответствующими профессиональными компетенциями.

Методы: Поиск, систематизация и обзор научной литературы обеспечили теоретическую базу исследования; анализ, проведенный на основе данных с 2000 по 2022 год, выявил зависимость между количеством выпускников вузов инженерных направлений подготовки и валовой добавленной стоимостью на душу населения Восточно-Казахстанской области; онлайн-опрос 187 работодателей области позволил определить уровень сформированности профессиональных компетенций; интервью с сотрудниками, профессорско-преподавательским составом, студентами показало проблемы, которые препятствуют получению необходимых профессиональных компетенций выпускниками вузов.

Результаты: Совершенствование инженерного образования — ключевое условие решения проблемы наращивания технологического потенциала региона. Развитие региона зависит не только от количества выпускников вузов инженерных направлений, но и уровня сформированных у них компетенций. Выпускнику требуется в среднем до четырех лет чтобы достичь удовлетворенности работодателей в сформированных компетенциях. В условиях быстроменяющихся технологий этот срок слишком большой, поэтому вузам необходимо пересматривать подходы к подготовке кадров на постоянной основе.

Выводы: Вузы, ведущие подготовку инженерных кадров, играют важную роль в социально-экономическом развитии региона. Внедрение в систему управления вузами предложений авторов по совершенствованию инженерного образования позволит обеспечить подготовку квалифицированных кадров и достичь устойчивого развития не только Восточно-Казахстанской области, но и других регионов Казахстана.

Ключевые слова: инженерное образование, региональный вуз, выпускник, работодатель, профессиональные компетенции, Индустрия 4.0, валовая добавленная стоимость.

Введение

Современная индустрия развивается довольно быстро и содержательно, и так как за каждым производством, независимо от степени его автоматизации, стоит человек, любые, даже незначительные индустриальные изменения требуют новых компетенций и кадрового обеспечения. Инженерное образование является тем ресурсом, который формирует экономику и обеспечивает позитивные изменения в стране. Студентов инженерных вузов следует обучать компетенциям, которые необходимы XXI веку, готовить их к профессиям, которых сегодня еще не существует.

Время от времени сектор высшего образования подвергается критике за недостаточно быструю адаптацию к современным изменениям (M. Berge и др., 2019; A. Carberry и др., 2018). Рынок труда заявляет, что вузы слишком медленно меняются на благо общества, подразумевая, что современные инженеры не обладают компетенциями, необходимыми для работы в индустриальном обществе (V. Eberhard и др., 2017). Качество инженерного образования не отвечает требованиям передовых современных производств, стремящихся к выпуску глобально конкурентной продукции (Ю.П. Похолков, 2021).

В Казахстане Президентом Республики К.–Ж. Токаевым задан приоритет на развитие инженерного образования. Он особо подчеркнул важность подготовки инженерных кадров и поставил ряд задач в этом направлении. Необходимо формировать такие современные компетенции инженера, которые позволят ему эффективно справляться с вызовами реального мира и участвовать в миссии устойчивого развития отраслей экономики страны (К.–Ж. Токаев, 2023).

* Автор-корреспондент. E-mail: assiya173@mail.ru

С экономической точки зрения человечество совершает цивилизационный переход с одного технологического уклада к другому. На новом этапе развития производственных сил экономическая эффективность определяется, в первую очередь, использованием высококвалифицированных кадров, новых знаний, технологий и методов управления. Эти факторы помогают обеспечить актуальность и соответствие высшего образования потребностям рынка труда, а также содействуют непрерывному профессиональному развитию инженеров.

Концептуальная идея исследования состоит в том, что подготовка инженерных кадров, направленная на эффективное формирование профессиональных компетенций, способствует развитию экономики региона при переходе на Индустрию 4.0.

Литературный обзор

Принятая в 2023 году Концепция развития высшего образования и науки, учитывая современные тренды и условия, ставит перед вузами амбициозные задачи. Особая роль в данной Концепции отводится региональным университетам. Исторически технические вузы Казахстана преимущественно были размещены в индустриальных регионах и в последнее время на них возложены большие задачи по решению научно-технических задач, по трансферу технологий для индустрии страны.

В связи с этим сегодня Министерство науки и высшего образования уделяет первостепенное значение модернизации региональных вузов, повышению их потенциала и роли в развитии наших регионов. «Со всей ответственностью заявляю, что центр тяжести нашей работы перемещается в регионы. Ведь сильный университет — это сильные кадры, от которых и будет зависеть развитие местной экономики и индустрии», — сказал министр С. Нурбек в своем выступлении.

Соответственно создание региональной экономики невозможно без развития инженерного образования, без повышения его качества и конкурентоспособности в мировом образовательном пространстве. В последние десятилетия в академической среде сложилось мнение, что перестройка системы высшего образования — это необходимость, которая обеспечит перемены во всех сферах жизни. Современные региональные технические университеты неоднородны по своей широте, охвату и функциональности (L. Geschwind и др., 2020). С течением времени их миссии менялись и расширялись либо в ответ на потребности и запросы внешних заинтересованных сторон, либо для повышения своего статуса, либо в связи с развитием технологий на предприятиях регионов. Система высшего образования и, в первую очередь, преподаватели, исследователи, студенты и выпускники выступают как создатели изменений, необходимых для регионов страны (И. Назарова, 2018), (O. Leifler и др., 2020). Инженерное образование сегодня генерирует эти изменения, продвигает внедрение инноваций и технологий для развития промышленности. Именно инженерное образование способно перейти от проблемы к ее решению, иметь опережающий характер, предвосхищать грядущие перемены, определять тренды развития (V. McGowan и др., 2020). Профессиональные компетенции инженера, системное мышление, интеллектуальный потенциал, техническая грамотность позволяют ему работать в разных сферах, в том числе несвязанных напрямую с техникой. K. Edström (2020) подчеркивает «двойственную природу» инженерного образования, разделенную между его академической функцией распространения теоретических научных знаний и профессиональной функцией, ориентированной на промышленность и практику. Научная составляющая также играет чрезвычайно важную роль в истории инженерного образования и до сих пор считается доминирующей (D. Martin и др., 2021). В связи с этим необходима качественная подготовка технических специалистов и повышение технологической культуры всего общества, что обеспечит благоприятные условия для генерирования и восприятия новых инженерных решений и технологий для возвращения отечественной научной и инженерной элиты (Ю. Похолков, 2021).

На основе изучения научной литературы (V. Kondratyev и др., 2019, 2022), (A. Solodikhina и др., 2022; J. Kim, 2020; L. Plumanns, 2019; V. Garbuz, 2019; T. Sakuneka, 2019; B. Motyl, 2017), а также на основе обобщения всех процессов, которые происходят при развитии Индустрии 4.0 в Восточно-Казахстанской области, авторами выделены следующие вызовы перед системой высшего образования региона (табл. 1).

Таблица 1. Основные вызовы современной индустрии перед системой высшего образования региона

Последствия Индустрии 4.0	Вызовы Индустрии 4.0 перед системой высшего образования региона
Ускорение управленческих и производственных процессов	Длительные образовательные циклы
Сложность в прогнозировании технологического развития	Затруднительно составить компетенции инженера-выпускника
Разрушение привычных представлений о профессии и рабочем месте	Современная система высшего образования строго привязана к «классическим» представлениям о труде и профессии
Изменение структуры экономики, уменьшение промышленности и увеличение сектора услуг	Снижение потребности в профессиональном образовании по ранее востребованным профессиям
Возникновение новых профессий и расширение перечня навыков среднестатистических рабочих	Необходимость в организации повышения квалификации и профессиональной переподготовке
Учебные программы и методы обучения должны отражать новейшие технологии и требования рынка труда, быстрое обновление	Несоответствие между образовательными программами и изменениями, происходящими в современном мире
Запрос на развитие критического мышления и умения решать проблемы	Ограниченные ресурсы для обеспечения практико-ориентированного обучения
Примечание – Составлена авторами на основе литературных источников (Kondratyev и др., 2019, 2022; Solodikhina и др., 2022; Kim, 2020; Plumanns, 2019; Garbuz, 2019; Sakuneka, 2019; Motyl, 2017)	

Исходя из перечисленных выше вызовов, необходимо сконцентрировать усилия для выявления и решения проблем, связанных с подготовкой профессиональных кадров в региональных вузах при формировании профессиональных компетенций для Индустрии 4.0.

Методы

В ходе изучения теоретических аспектов исследования применялся метод поиска, систематизации и анализа научной литературы по теме исследования, при этом эмпирической базой послужили более десятка статей, докладов, отчетов и документов. Проанализированы следующие нормативно-правовые акты: Национальный проект «Качественное образование «Образованная нация»; Национальный проект «Технологический рывок за счет цифровизации, науки и инноваций»; Концепции развития высшего образования и науки в Республике Казахстан на 2023–2029 годы и др. Также изучен «Анализ потребности в кадрах на 2023–2025 годы», который был проведен совместно Министерством труда и социальной защиты населения Республики Казахстан с Национальной палатой предпринимателей «Атамекен», в ходе которого было опрошено 51,2 тыс. работодателей. В качестве источников статистических данных послужили вторичные данные информационно-аналитической системы «Талдау» Бюро Национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан.

Для проведения факторного анализа был использован автокорреляционный метод, который позволил оценить степень и направление зависимости между количеством выпускников вузов инженерных направлений подготовки и валовой добавленной стоимостью (ВДС) Восточно-Казахстанской области (ВКО) на душу населения по временным рядам с учетом возможного отставания по времени изменения ВДС на душу населения относительно выпуска инженеров. В рамках автокорреляционного анализа были построены смещенные ряды ВДС на душу населения с различными вариантами лагов, по которым рассчитаны коэффициенты автокорреляции.

Для определения значимых профессиональных компетенций, которые представители бизнеса выделяют при устройстве на работу авторами были проанализированы вакансии от прямых работодателей по инженерным профессиям на официальных сайтах Heand Hunter, Электронной бирже труда; Атласы новых профессий и компетенций Казахстана по горно-металлургическому комплексу, машиностроению, строительству, энергетике, информационным технологиям, а также Профессиональные стандарты. В результате анализа выделены пять компетенций: 1) основные фундаментальные знания по инженерному делу; 2) профессиональное инженерное мастерство; 3) степень владения организацией производства, проявление инициативы по ее совершенствованию; 4) организаторские и управленческие навыки, умение принимать решения в сложных экстремальных условиях; 5) активность участия в развитии инновационной деятельности. Для понимания векторов развития региональных вузов ВКО при подготовке квалифицированных кадров проведен опрос работодателей, который

определил уровень сформированности компетенций выпускников инженерных направлений подготовки. Его результаты отражают действительную оценку качества подготовки специалистов и позволяют принять необходимые управленческие решения по повышению качества высшего образования. Для участия в опросе были привлечены представители бизнеса региона, большинство респондентов занимали руководящую должность. Респондентам предлагалась следующая шкала: 0 — компетенция не проявлена / отсутствует; 1 — «ниже среднего»: компетенция находится в стадии развития; 2 — «средний уровень»; 3 — уровень «выше среднего»; 4 — хороший уровень; 5 — высокий уровень.

Проведено интервью сотрудников, преподавателей и студентов вузов для выявления причин, которые оказывают влияние на качество подготовки инженерных кадров в регионе при переходе предприятий на Индустрию 4.0.

В качестве научного метода применялся абстрактно-логический, с помощью которого сформулированы теоретические обобщения и выводы по исследованию.

Результаты

Экономика Казахстана представлена 19 видами экономической деятельности, которые в различных долях образуют экономику 20 регионов республики. Эффективное функционирование 9 видов экономической деятельности, что составляет 47,3 % от общего количества, требует качественной подготовки инженерных кадров. К таким видам деятельности относят горнодобывающую и обрабатывающую промышленность; сельское хозяйство; снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом; водоснабжение, строительство, транспорт, информацию и связь, профессиональную техническую деятельность.

Одним из крупнейших промышленных регионов Казахстана является Восточно-Казахстанская область с уникальной специализацией в сферах цветной металлургии, энергетики, геологоразведки. Экономическая специализация региона формирует не только характер промышленных производств, но и параметры рынка труда, которые, в свою очередь, определяют социально-экономическую стабильность области и ее районов. Таким образом, ключевая роль в развитии региональной экономики принадлежит именно инженерному образованию.

В ВКО виды экономической деятельности, для функционирования которых необходима подготовка инженерных кадров, на 61 % формируют валовую добавленную стоимость данного региона (табл. 2).

Таблица 2. Отраслевая структура ВКО по состоянию на 2022 год

Виды экономической деятельности	Валовая добавленная стоимость, млрд тенге	Удельный вес, %	Удельный вес накопленным итогом, %
1	2	3	4
Обрабатывающая промышленность	1045,8	28,5	28,5
Оптовая и розничная торговля; ремонт автомобилей и мотоциклов	626,27	17,1	45,6
Сельское, лесное и рыбное хозяйство	342,1	9,3	55,0
Горнодобывающая промышленность и разработка карьеров	246,9	6,7	61,7
Строительство	232,7379	6,4	68,1
Операции с недвижимым имуществом	193,0287	5,3	73,3
Транспорт и складирование	164,6262	4,5	77,8
Здравоохранение и социальное обслуживание населения	163,4355	4,5	82,3
Образование	141,7944	3,9	86,2
Государственное управление и оборона; обязательное социальное обеспечение	97,0096	2,6	88,8
Снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом	86,6351	2,4	91,2
Профессиональная, научная и техническая деятельность	80,5795	2,2	93,4
Предоставление прочих видов услуг	59,708	1,6	95,0
Финансовая и страховая деятельность	52,3757	1,4	96,4
Деятельность в области административного и вспомогательного обслуживания	44,1051	1,2	97,6

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Искусство, развлечения и отдых	34,3518	0,9	98,6
Предоставление услуг по проживанию и питанию	23,3174	0,6	99,2
Информация и связь	20,9406	0,6	99,8
Водоснабжение, сбор, обработка и удаление отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	8,0513	0,2	100,0
Итого	3663,767	100,0	

Примечание – Составлена авторами на основе данных Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, 2023

Для оценки динамики масштабов производства в реальном секторе экономики ВКО за основу взят показатель «Валовая добавленная стоимость в счете производства», который в целях проведения корректной оценки рассчитан на душу населения области и скорректирован на дефлятор ВДС. Результаты расчетов представлены в таблице 3. Выпуск студентов вузов инженерных направлений подготовки составляет по ВКО приблизительно 32 % от общего количества выпускников.

Таблица 3. Динамика ВДС на душу населения и выпускников вузов инженерных направлений подготовки по ВКО в период с 2000 по 2022 годы

Год	ВДС ВКО в счете производства, млн тенге	Дефлятор ВДС, %	ВДС в счете производства с учетом дефлятора, млн тенге	Среднегодовая численность населения, человек	ВДС на человека, тенге/чел	Темп роста	Выпуск студентов организаций высшего образования	Выпуск студентов инженерных направлений подготовки
2000	223134,3	116,4	191696,134	1507941	127 124,4		5884	1 883
2001	261320,1	109,7	238213,4	1490824	159 786,4	125,7	6119	1 958
2002	272379,1	105,6	257934,754	1474240	174 961,2	109,5	7145	2286
2003	311752,5	112,2	277854,278	1460671	190 223,7	108,7	7951	2544
2004	368593,1	117,1	314767,805	1448755	217 267,8	114,2	9552	3056
2005	438604,0	117,9	372013,571	1436638	258 947,3	119,2	11061	3539
2006	575474,6	121,2	474814,026	1427845	332 538,9	128,4	11802	3 777
2007	744204,7	114,8	648261,934	1420949	456 217,6	137,2	11523	3687
2008	828733,1	121,2	683773,185	1417574	482 354,5	105,7	13013	4 164
2009	939220,6	107,0	877776,262	1397472	628 117,2	130,2	12163	3 892
2010	1178122,4	118,6	993357,841	1398076	710 517,8	113,1	12225	3 912
2011	1521790,7	116,3	1308504,47	1396569	936 942,2	131,9	12503	4 001
2012	1710406,6	105,2	1625861,79	1394564	1 165 856,7	124,4	13240	4 237
2013	1932217,8	109,2	1769430,22	1394228	1 269 111,1	108,9	13156	4 210
2014	2147952,0	107,2	2003686,57	1394927	1 436 409,6	113,2	12426	3 976
2015	2204512,6	103,9	2121763,81	1395742	1 520 169,1	105,8	8002	2560
2016	2643626,6	113,0	2339492,57	1392794	1 679 711,8	110,5	7480	2393
2017	3002627,3	108,1	2777638,58	1386657	2 003 118,7	119,3	7165	2292
2018	3376381,6	108,3	3117619,21	1381136	2 257 286,2	112,7	7225	2312
2019	3767004,5	107,2	3513996,74	1374062	2 557 378,6	113,3	8248	2639
2020	4366174,8	105,8	4126819,28	1366697	3 019 556,8	118,1	8556	2737
2021	4793141,6	113,7	4215603,87	1360098	3 099 485,4	102,6	9640	3084
2022	3663739,3	118,4	3094374,41	731602	4 229 587,1	136,5	4073	1 303

Примечание – Составлена авторами на основе данных Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, 2023

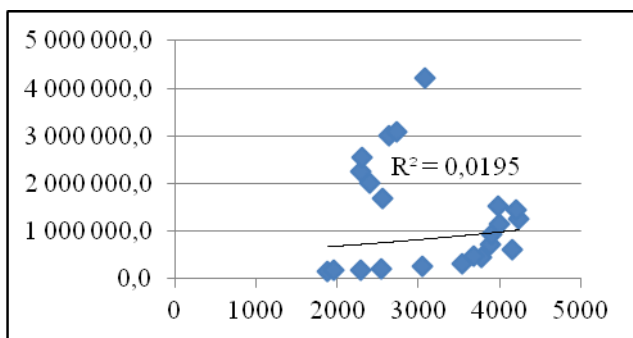
Для проведения факторного анализа построены смещенные ряды, результативный показатель — ВДС на душу населения (Y) — это макроэкономический показатель, который формируется под влиянием различных факторов (количество и качество трудовых ресурсов, материальной, финансовой, налоговой системой и т.д.). В исследовании построена корреляционная, парная модель, в качестве факторного признака выбрано количество выпускников вузов инженерных направлений подготовки (табл. 4).

Таблица 4. Смещенные ряды ВДС на душу населения с различными вариантами лага

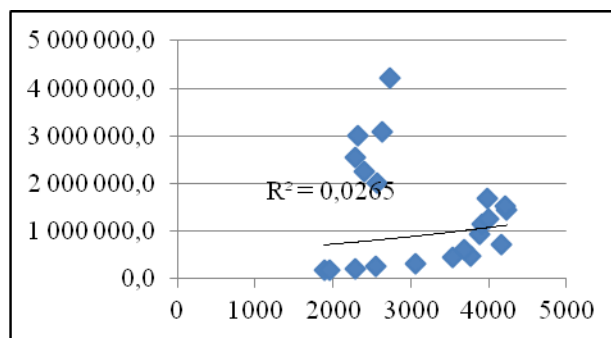
Выпуск студентов вузов инженерных направлений подготовки	ВДС на душу населения	Смещенные ряды ВДС на душу населения по ВКО							
		на 1 период	на 2 периода	на 3 периода	на 4 периода	на 5 периодов	на 6 периодов	на 7 периодов	на 8 периодов
1883	127 124,4	159 786,4	174 961,2	190 223,7	217 267,8	258 947,3	332 538,9	456 217,6	482 354,5
1958	159 786,4	174 961,2	190 223,7	217 267,8	258 947,3	332 538,9	456 217,6	482 354,5	628 117,2
2286	174 961,2	190 223,7	217 267,8	258 947,3	332 538,9	456 217,6	482 354,5	628 117,2	710 517,8
2544	190 223,7	217 267,8	258 947,3	332 538,9	456 217,6	482 354,5	628 117,2	710 517,8	936 942,2
3057	217 267,8	258 947,3	332 538,9	456 217,6	482 354,5	628 117,2	710 517,8	936 942,2	1 165 856,7
3540	258 947,3	332 538,9	456 217,6	482 354,5	628 117,2	710 517,8	936 942,2	1 165 856,7	1 269 111,1
3777	332 538,9	456 217,6	482 354,5	628 117,2	710 517,8	936 942,2	1 165 856,7	1 269 111,1	1 436 409,6
3687	456 217,6	482 354,5	628 117,2	710 517,8	936 942,2	1 165 856,7	1 269 111,1	1 436 409,6	1 520 169,1
4164	482 354,5	628 117,2	710 517,8	936 942,2	1 165 856,7	1 269 111,1	1 436 409,6	1 520 169,1	1 679 71,8
3892	628 117,2	710 517,8	936 942,2	1 165 856,7	1 269 111,1	1 436 409,6	1 520 169,1	1 679 711,8	2 003 118,7
3912	710 517,8	936 942,2	1 165 856,7	1 269 111,1	1 436 409,6	1 520 169,1	1 679 711,8	2 003 118,7	2 257 286,2
4001	936 942,2	1 165 856,7	1 269 111,1	1 436 409,6	1 520 169,1	1 679 711,8	2 003 118,7	2 257 286,2	2 557 378,6
4237	1 165 856,7	1 269 111,1	1 436 409,6	1 520 169,1	1 679 711,8	2 003 118,7	2 257 286,2	2 557 378,6	3 019 556,8
4210	1 269 111,1	1 436 409,6	1 520 169,1	1 679 711,8	2 003 118,7	2 257 286,2	2 557 378,6	3 019 556,8	3 099 485,4
3976	1 436 409,6	1 520 169,1	1 679 711,8	2 003 118,7	2 257 286,2	2 557 378,6	3 019 556,8	3 099 485,4	4 229 587,1
2561	1 520 169,1	1 679 711,8	2 003 118,7	2 257 286,2	2 557 378,6	3 019 556,8	3 099 485,4	4 229 587,1	
2394	1 679 711,8	2 003 118,7	2 257 286,2	2 557 378,6	3 019 556,8	3 099 485,4	4 229 587,1		
2293	2 003 118,7	2 257 286,2	2 557 378,6	3 019 556,8	3 099 485,4	4 229 587,1			
2312	2 257 286,2	2 557 378,6	3 019 556,8	3 099 485,4	4 229 58,1				
2639	2 557 378,6	3 019 556,8	3 099 485,4	4 229 587,1					
2738	3 019 556,8	3 099 485,4	4 229 587,1						
3085	3 099 485,4	4 229 587,1							
1303	4 229 587,1								

Примечание – Составлена авторами на основе данных Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, 2023

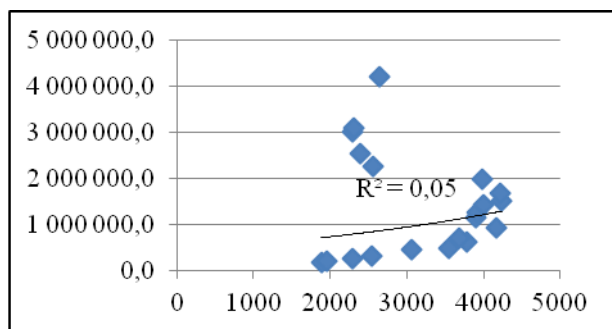
На рисунке 1 представлено поле корреляции между X и Y, смещенными от одного до восьми периодов, при этом коэффициент детерминации варьируется от 0,0195 до 0,8424, чем больше степень смещения, тем выше коэффициент детерминации. Коэффициент автокорреляции варьируется от 0,14 до 0,92.



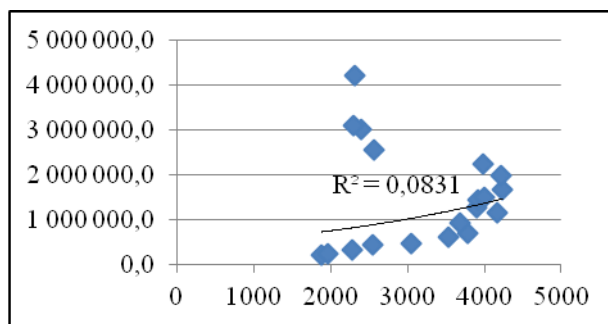
Поле корреляции между X и Y, смещенное на один период



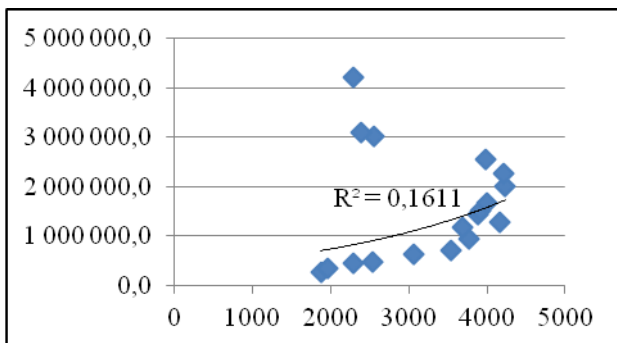
Поле корреляции между X и Y, смещенное на два периода



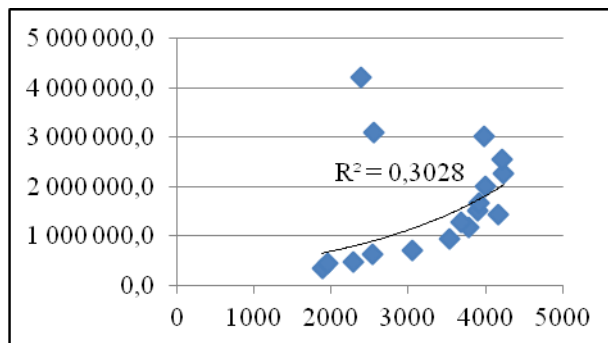
Поле корреляции между X и Y, смещенное на три периода



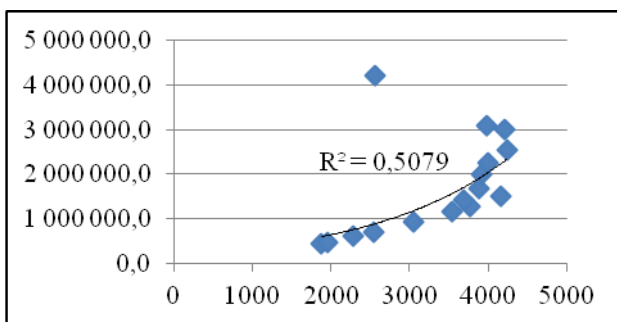
Поле корреляции между X и Y, смещенное на четыре периода



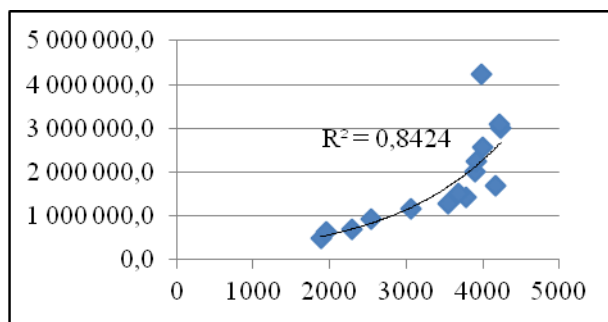
Поле корреляции между X и Y, смещенное на пять периодов



Поле корреляции между X и Y, смещенное на шесть периодов



Поле корреляции между X и Y, смещенное на семь периодов



Поле корреляции между X и Y, смещенное на восемь периодов

Рисунок 1. Поле корреляции между выпуском инженерных кадров и смещенными значениями ВДС (лаг от 1 до 8 периодов)

Примечание – Составлен авторами на основе данных Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, 2023.

Корреляционный анализ показал:

- 1) расположение точек говорит о том, что направление связи между рассматриваемыми переменными — прямое, то есть рост числа выпускников вузов инженерных направлений подготовки приводит к росту ВДС и наоборот;
- 2) значительный разброс точек определяет, что результирующий показатель (X) зависит от большого количества факторов, однако наблюдается некоторая концентрация точек, в которой прослеживается закономерность;
- 3) изменение ВДС из-за изменения выпуска происходит на один–два периода позже.

Обсуждение

Эмпирическая база исследования состояла из результатов онлайн анкетирования, проведенного среди представителей бизнеса Восточно-Казахстанской области, принявших на работу выпускников технических направлений подготовки. Выборка состояла из 187 респондентов, в роли которых выступали работодатели всех уровней управления. Для подтверждения надежности исследования рас-

считан коэффициент Альфа Кронбаха, который составил 0,89 и не превысил 0,7. Для более глубокой оценки согласованности мнений работодателей рассчитывался коэффициент конкордации, который представляет собой общий коэффициент ранговой коррекции для группы. Коэффициент конкордации равен 0,83, мнение экспертов близко к сильному.

Среди опрошенных представителей бизнеса отмечено, что на 35 % предприятий региона планируют техническое перевооружение, автоматизацию процессов, цифровизацию или иную модернизацию производства в связи с развитием Индустрии 4.0 0,57 % экспертов считают, что для становления выпускника вуза как специалиста достаточно двух–трех лет, 43 % считают, что для адаптации специалиста необходимо три года и более. Среднее значение при анкетировании — 3,9 лет. Для примера, чтобы называться инженером в Японии, выпускнику вуза недостаточно иметь диплом. Выпускник не менее семи лет должен отработать по специальности и два года из этого срока — в должностях, позволяющих принимать инженерные решения. Затем претендент сдает дополнительный экзамен, и специальная комиссия выносит решение о включении его в Национальный реестр инженеров-профессионалов (О.В. Топоркова, 2016). Например, лицензированные инженеры, имеющие статус «Professional Engineer», являются элитной группой в США, при этом для получения данного статуса опыт практической работы на предприятии, как правило, составляет минимум четыре года. 69 % экспертов-руководителей видят перспективы карьерного роста для оцениваемых специалистов, по мнению 31 % опрошенных такой возможности нет. Среднее значение — 1 балл.

В качестве иллюстрации приведена оценка сформированных профессиональных компетенций выпускников инженерных направлений и ожидаемого уровня профессионализма работодателями (рис. 2).

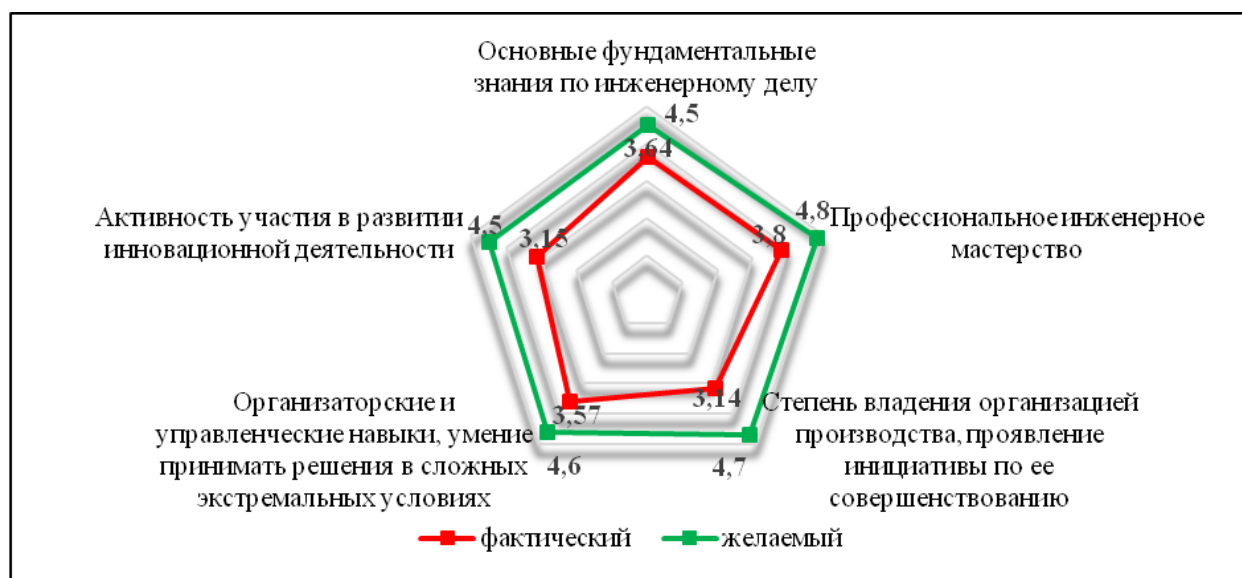


Рисунок 2. Результаты опроса работодателей

Примечание – Составлен авторами на основе опроса работодателей Восточно-Казахстанской области, 2023.

В соответствии с рисунком 2 определено, что:

1. Около 62 % экспертов оценили компетенцию «Основные фундаментальные знания по инженерному делу» у выпускников соответственно 4 и 5 баллов; оценки в 1, 2 и 3 балла были выставлены 38 % экспертов. Среднее значение 3,64 балла.

2. 33 % экспертов оценили профессиональное инженерное мастерство наивысшими баллами, при этом 36 % опрошенных отметили недостаточные навыки у специалистов. Среднее значение — 3,8 балла.

3. 3 % экспертов оценили степень владения организацией производства, проявление инициативы по ее совершенствованию как качество, проявляющееся активно всегда, в 5 баллов. 57 % экспертов оценили в 3–4 балла, около 40 % экспертов дали оценки в 1–2 балла. Среднее значение — 3,14 балла при максимальных 5-ти баллах.

4. Организаторские и управленческие навыки, умение принимать решения в сложных экстре-

мальных условиях 54 % экспертов оценили как низкие (1–2 балла), однако при этом 46 % экспертов оценили свыше 3 баллов. Среднее значение балла — 3,57.

5. Мнения экспертов по вопросу активности участия специалиста в инновационной деятельности распределились следующим образом: 70 % оценили данную компетенцию в 1–3 балла, однако при этом 30 % оценили данное качество высшими оценками. Среднее значение балла — 3,15.

В ходе исследования была проведена оценка степени соответствия фактического ($P_{факт}$) и желаемого ($P_{жел}$) уровня сформированности значимых профессиональных компетенций по формуле 1, результаты которой представлены в таблице 5:

$$U_k = \frac{(P_{факт} - P_{жел})}{P_{жел}}. \quad (1)$$

Результаты проведенного исследования показывают, что выпускники вузов по инженерным направлениям обладают невысокими навыками в сфере активности участия специалиста в инновационной деятельности и в степени владения организацией производства, проявления инициативы по ее совершенствованию.

Таблица 5. Оценка степени соответствия фактического и желаемого уровня сформированности компетенций

Компетенции	Уровень сформированности компетенций
Основные фундаментальные знания по инженерному делу	0,19
Профессиональное инженерное мастерство	0,21
Степень владения организацией производства, проявление инициативы по ее совершенствованию	0,33
Организаторские и управленческие навыки, умение принимать решения в сложных экстремальных условиях	0,22
Активность участия в развитии инновационной деятельности	0,30
<i>Примечание – Составлена авторами на основе опроса работодателей Восточно-Казахстанской области, 2023</i>	

При стабильности этого положения в перспективе неизбежно снижение уровня национального человеческого капитала, депрофессионализация кадров и уменьшение социально-экономического потенциала развития региона. Получается, вузы стоят перед непростой задачей: ввести совокупные требования бизнеса в образовательный процесс.

Представителями предприятий в анкете были названы три приоритетные проблемы, сдерживающие модернизацию промышленного сектора с переходом региональных предприятий на Индустрию 4.0:

- отставание в области автоматизации и роботизации сложных технологических процессов;
- дефицит инженерных кадров для высокотехнологичного производства;
- снижение роста научного потенциала в приоритетных направлениях.

На основе интервью сотрудников, преподавателей и студентов вузов, а также исследований авторов выявлены причины, которые оказывают влияние на качество подготовки инженерных кадров в регионе, среди которых:

- устаревшие технологии обучения. Как правило, существующий образовательный процесс нацелен на освоение известных фактов. Развитию у обучающихся практических навыков и способностей к самостоятельной работе уделяется недостаточное внимание;
- устаревшая материально-техническая база. Уровень технологического оснащения ведущих предприятий региональных отраслей экономики значительно выше, чем у вузов. В свою очередь, невозможно достичь требуемого уровня подготовки выпускников вуза без аналогичного оснащения;
- старение профессорско-преподавательского состава. Из-за невысоких заработных плат молодые преподаватели получает степень PhD и уходит из образовательного процесса;
- отток большей части (61 %) студентов по техническим направлениям в вузы Алматы и Астаны, причем это обычно самая талантливая молодежь;
- доступность инженерного образования за счет увеличения количества государственного образовательного заказа на технические направления, при этом снижение его статуса, так как зачастую техническое направление выбирают в качестве дополнительной альтернативы по остаточному принципу;

– низкий проходной балл при поступлении, при этом по некоторым направлениям гранты вовсе не осваиваются. Например, в 2023 году по направлению В062 — «Механика и металлообработка» — 0,43 человека на место; В071 — «Горное дело и добыча полезных ископаемых» — 0,68»; В065 — «Транспортная техника и технологии» — 0,88; В074 — «Градостроительство, строительные работы и гражданское строительство» — 1,2; В059 — «Коммуникации и коммуникационные технологии» — 1,2; В062 — «Электротехника и энергетика» — 1,25;

– слабая физико-математическая подготовка в школах. Дополнительная трата времени на чтение лекций по данным дисциплинам первокурсникам школьной программы.

Стоит отметить тот факт, что промышленность Восточно-Казахстанской области в ближайшие годы в целом будет подвержена существенному давлению локальных и глобальных трендов. С целью сохранения конкурентоспособности промышленности и повышения привлекательности региона для населения руководителям предприятий придется готовиться к ответу на вызовы времени. Технологическая модернизация экономики Казахстана в рамках Индустрии 4.0 без модернизации инженерного образования, которое должно базироваться на лучших традициях мирового опыта, не произойдет.

При модернизации инженерного образования под развитие Индустрии 4.0 в области выделены:

сильные стороны: исторически сложившееся размещение технических университетов в промышленных регионах РК; практико-ориентированная подготовка инженерных кадров; возможность развития прикладной науки с градообразующими предприятиями региона; региональная диверсификация абитуриентов и т.д.;

слабые стороны: неразвитые социально-экономические условия в регионе; устаревание материально-технической базы вузов; непопулярность выбора инженерных направлений и т.д.;

возможности: рост вовлеченности индустрии в образовательный процесс; глобализация академического рынка / унификация международных стандартов; переход на модель науки «фундаментальная–прикладная–коммерциализация»; растущий спрос на инженеров с компетенциями под Индустрию 4.0 на рынке труда;

угрозы: отток научно-педагогических кадров и абитуриентов с высоким уровнем подготовки в мегаполисы страны и за границу; «старение» научно-педагогических кадров и инженерных кадров на производстве; недостаточный уровень профессиональных компетенций у выпускников инженерной подготовки кадров.

Заключение

В силу продолжающегося технологического прогресса и постоянных изменений в мире науки и техники инженерное образование продолжает эволюционировать и адаптироваться к новым вызовам и требованиям рынка труда. Подготовка инженерных кадров в регионах — это задача как системы высшего образования, так и бизнеса в целом, так как конечным потребителем результатов этого образования является работодатель. Важно отметить тенденцию по формированию работников новой формации, обученных и адаптированных к практической деятельности в условиях Индустрии 4.0. Текущие реалии диктуют кадрам осваивать новые компетенции.

Разработаны предложения по совершенствованию инженерного образования для обеспечения Восточно-Казахстанского региона высококвалифицированными кадрами:

Внедрить систему мониторинга и анализа демографической ситуации региона с точки зрения подготовки инженерных кадров. Система позволит определять потребности в инженерных специалистах, планировать образовательные программы, сотрудничать с образовательными учреждениями и прогнозировать изменения в инженерной сфере.

Усилить профориентационную работу с абитуриентами в соответствии с кадровыми потребностями приоритетных отраслей региона. Предлагается ГУ «Управление образованием ВКО» создать центр профессиональной ориентации в одном из вузов ВКО, включив не только профориентаторов вузов, но и представителей от градообразующих предприятий.

Развивать взаимодействие модели ТиПО и ВПО в регионе для реализации качественной организации непрерывного образования. Это помогает обучающимся получить более качественное образование и развить необходимые навыки для успешной карьеры.

Усилить взаимодействие и вовлеченность работодателей региона в образовательный процесс путем проведения практической подготовки обучающихся на предприятиях региона, приглашения для ведения лекций, мастер-классов ведущих специалистов предприятий, проведения ярмарки вакансий и профессиональных форумов, которые позволят задуматься студентам о профессиональной карьере,

знакомства профессорско-преподавательского состава с производственной деятельностью предприятий с целью корректировки структуры учебных курсов и т.д.

Актуализировать образовательные программы для формирования современных компетенций инженера по основным отраслям промышленности региона, которые позволят ему эффективно справляться с вызовами реального мира и участвовать в миссии устойчивого развития отраслей промышленности региона.

Поддерживать и стимулировать научно-исследовательскую деятельности студентов и преподавателей для развития инноваций и создания новых технологических решений в регионе.

Развивать международное сотрудничество и обмен опытом с мировыми вузами. Это позволит учиться на лучших практиках, привлекать иностранных студентов и преподавателей, а также расширять горизонты для студентов и выпускников.

Поддерживать стартапы среди студентов и выпускников. Это способствует развитию инновационной экосистемы и созданию новых рабочих мест в регионе.

Обновлять и развивать материально-техническую базу вузов, создавать центры трансфера технологий и инноваций для обеспечения современными условиями обучения и проведения практических занятий, а также внедрения результатов научно-исследовательской работы в реальную экономику региона.

Перечисленные выше предложения помогут развить инженерное образование в Восточно-Казахстанской области, обеспечивая регион квалифицированными кадрами и способствуя его конкурентоспособности на мировом рынке, что подтверждает концептуальную идею исследования.

Система подготовки кадров Восточно-Казахстанской области в ближайшем будущем (5–10 лет), как и во всем мире, будет изменяться под влиянием конкуренции интернационализационных процессов и глобализации, всеобщего проникновения цифровых технологий в образовательный процесс и реальный сектор экономики. Это ставит задачу перед системой высшего образования по пересмотру видения и трансформации подходов в реализации образовательных программ по подготовке инженерных кадров в соответствии с актуальными требованиями и современными тенденциями рынка труда.

Благодарности

Авторы хотели бы поблагодарить представителей бизнеса Восточного Казахстана за поддержку этого исследования комментариями и советами, а также за то, что приняли участие в онлайн-анкетировании и поделились с нами своим мнением.

Работа выполнялась в рамках грантового финансирования по научным и (или) научно-техническим проектам на 2022–2024 годы МОН РК АР14870449 — «Национальная модель опережающего инженерного образования и ее роль в технологической модернизации Казахстана».

Список литературы

- Berge, M. In Search of the new Engineer: Gender, age, and Social Class in Information About Engineering Education / M. Berge, E. Silfver, A. Danielsson // European Journal of Engineering Education. — 2019. — No. 44 (5). — P. 650–665.
- Carberry, A.R. The Impact of Culture on Engineering and Engineering Education / A.R. Carberry, B.D. Baker // In Cognition, Metacognition, and Culture in Stem Education: Learning, Teaching and Assessment, edited by Y.J. Dori, Z.R. Mevarech, D.R. Baker. — New York: Springer International Publishing. — 2018. — P. 217–239.
- Eberhard, B. Smart Work: The Transformation of the Labour Market due to the Fourth Industrial Revolution (I4.0) / B. Eberhard, M. Podio, A.P. Alonso, E. Radovica, L. Avotina, L. Peiseniece, M.C. Sendon, A.G. Lozano, J. Solé-Pla // International Journal of Business & Economic Sciences Applied Research. — 2017. — No. 10 (3). — P. 47–66.
- Edström, K. Academic and professional values in engineering education: Engaging with history to explore a persistent tension / K. Edström // Engineering Studies. — 2018. — Vol. 10. — No. 1. — P. 38–65.
- Edström, K. Integrating the academic and professional values in engineering education — Ideals and tensions / K. Edström // Technical universities: past, present and future. — Springer. — 2020. — P. 145–164.
- Garbuz, V. The trend of higher engineering education towards achieving technological development / V. Garbuz, P. Topala // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. — 2019.
- Geschwind, L. Technical universities: A historical perspective / L. Geschwind, A. Broström // Technical universities. — Springer. — 2020. — P. 15–26.

- Kim, J. Education, skill training, and lifelong learning in the era of technological revolution: a review / J. Kim, C.-Y. Park // *Asian Pacific Economic Literature*. — 2020. — Vol. 34. — Issue 2. — P. 3–19.
- Kondratyev, V.V. Development and Implementation of the Module “Engineering, Education and Pedagogy in Industry 4.0” in the Structure of the Curriculum “Innovative Pedagogy for Teachers of Engineering Universities” (iPET) / V.V. Kondratyev, U.A. Kazakova, M.N. Kuznetsova // In book: *Mobility for Smart Cities and Regional Development — Challenges for Higher Education*. — 2022.
- Leifler, O. Curriculum integration of sustainability in engineering education — a national study of programme director perspectives / O. Leifler, J. Dahlin // *International Journal of Sustainability in Higher Education*. — 2020. — No. 5. — P. 877–894.
- Martin, D. Ethics is a disempowered subject in the engineering curriculum / D. Martin, G. Bombaerts, A. Johri // In H.-U. Heiss, H.-M. Jarvinen, A. Mayer, A. Schulz (editors) // *Proceedings — SEFI 49th Annual Conference: Blended Learning in Engineering Education: challenging, enlightening and lasting?* — 2021. — P. 357–365.
- McGowan, V.C. Engineering Education as the Development of Critical Sociotechnical Literacy / V.C. McGowan, P. Bell // *Science & Education*. — 2020. — No. 29. — P. 981–1005.
- Motyl, B. How will Change the Future Engineers’ Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey / B. Motyl, G. Baronio, S. Uberti, D. Speranza, S. Filippi // *Procedia Manufacturing*. — 2017. — P. 1501–1509.
- Plumanns, L. How to become an entrepreneur? Fostering entrepreneurial thinking of engineers / L. Plumanns, D. Janssen, R. Vossen, F. Hees, I. Isenhardt // *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*. — April. — 2019.
- Sakuneka, T. Industry 4.0 competencies for a control system engineer / T. Sakuneka, A. Marnewick, J.-H. Pretorius, // *IEEE Technology and Engineering Management Conference, TEMSCON*. — 2019.
- Solodikhina, A. Developing an innovator’s thinking in engineering education / A. Solodikhina, M. Solodikhina // *Education and Information Technologies*. — 2000. — Vol. 27. — Issue 2. — P. 1–16
- Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://stat.gov.kz>.
- Кондратьев, В.В. Инженерное образование: трансформации для Индустрии 4.0 (обзор конференции) [Текст] / В.В. Кондратьев, М.Ф. Галиханов, П.Н. Осипов, Ф.Т. Шагеева, А.А. Кайбияйнен // *Высшее образование в России*. — 2019. — Т. 28, №12. — С. 105–122.
- Концепция развития высшего образования и науки Республики Казахстан на 2023–2029 годы. Утверждена Постановлением Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2023 года № 248. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000248>.
- Назарова, И.Р. Инженерное образование: от неопределенности к устойчивому развитию [Текст] / И.Р. Назарова // *Гуманит. вестн.* — 2018. — № 12 (74).
- Похолков, Ю.П. Концепция развития инженерного образования в современных условиях [Текст] / Ю.П. Похолков // *Engineering education*. — 2021. — № 30. — С. 96–107.
- Саясат, Н. Выступление. Министр науки и высшего образования РК встретился с населением Акмолинской области / Н. Саясат. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://primeminister.kz/ru/news/reviews/mon-rk-udelyaet-pervostепенное-znachenie-modernizacii-regionalnyh-vuzov-s-nurbek-3192636>.
- Токаев, К.-Ж. Выступление Главы государства на заседании Национального совета по науке и технологиям при Президенте. — 2023 / К.-Ж. Токаев. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://akorda.kz/ru/glava-gosudarstva-provel-zasedanie-nacionalnogo-soveta-po-nauke-i-tehnoloiyam-pri-prezidente-123834>.
- Топоркова, О.В. Подготовка специалистов в области техники и технологии в Японии [Текст] / О.В. Топоркова // *АНИ: педагогика и психология*. — 2016. — Т. 5, № 4(17). — С. 272–275.

О.К. Денисова¹, А.Х. Машекенова²

^{1,2} Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен, Қазақстан

¹denokkas@mail.ru, ²assiya173@mail.ru

¹ <https://orcid.org/0000-0001-7899-500X>, ² <https://orcid.org/0000-0003-3556-3033>

Scopus Author ID: ¹57208010188, ² Scopus Author ID57209837078

Инженерлік білім Шығыс Қазақстан облысының Индустрия 4.0 дамуының негізгі ресурсы ретінде

Аңдатпа:

Мақсаты: Шығыс Қазақстан облысында Индустрия 4.0 дамуы жағдайында инженерлік білім берудің өзекті мәселелерін анықтау және аймақты тиісті кәсіби құзыреттіліктері бар кадрлармен қамтамасыз ету үшін оны жетілдіру жөнінде ұсыныстар әзірлеу.

Әдісі: Ғылыми әдебиеттерді іздеу, жүйелеу және шолу зерттеудің теориялық базасын қамтамасыз етті; 2000 жылдан 2022 жылға дейінгі деректер негізінде жүргізілген талдау жоғары оқу орындарының инженерлік дайындық бағыттары түлектерінің саны мен Шығыс Қазақстан облысының жан басына шаққандағы жалпы қосылған құн арасындағы байланысты анықтады. Облыстың 187 жұмыс берушісінің онлайн-сауалнамасы кәсіби құзыреттіліктің қалыптасу деңгейін анықтауға мүмкіндік берді; профессорлық-оқытушылық құраммен, қызметкерлермен, студенттермен сұхбатта жоғары оқу орындары түлектерінің қажетті кәсіби құзыреттіліктерін алуына кедергі келтіретін мәселелерді көрсетті.

Қорытынды: Инженерлік білім беруді жетілдіру — аймақтың технологиялық әлеуетін арттыру мәселесін шешудің негізгі шарты. Аймақтың дамуы инженерлік бағыттағы жоғары оқу орындары түлектерінің санына ғана емес, сонымен қатар оларда қалыптасқан құзыреттілік деңгейіне де байланысты. Түлектер орта есеппен алғанда төрт жылдың ішінде жұмыс берушілердің қалыптасқан құзыреттіліктерін, яғни талаптарын меңгеруі керек. Технологиялардың жылдам өзгеру жағдайында бұл кезең тым ұзақ, сондықтан жоғары оқу орындары кадрларды даярлау тәсілдерін тұрақты негізде қайта қарауы қажет.

Тұжырымдама: Инженерлік кадрларды даярлайтын жоғары оқу орындары аймақтың әлеуметтік-экономикалық дамуында маңызды рөл атқарады. Жоғары оқу орындарын басқару жүйесіне инженерлік білім беруді жетілдіру бойынша авторлардың ұсыныстарын енгізу білікті кадрларды даярлауды қамтамасыз етуге және Шығыс Қазақстан облысының ғана емес, Қазақстанның басқа да аймақтарының тұрақты дамуына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: инженерлік білім, аймақтың жоғары оқу орындары, түлек, жұмыс беруші, кәсіби құзыреттер, индустрия 4.0, жалпы қосылған құн.

O. Denisova¹, A. Mashekenova^{2*}

^{1,2}D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Kazakhstan

¹denokkas@mail.ru, ²assiya173@mail.ru

¹<https://orcid.org/0000-0001-7899-500X>, ²<https://orcid.org/0000-0003-3556-3033>

¹Scopus Author ID: ¹57208010188, ²Scopus Author ID57209837078

Engineering education as a key resource for the development of Industry 4.0 in the East Kazakhstan region

Abstract:

Object: to identify current problems in engineering education in the context of the development of Industry 4.0 in the East Kazakhstan region and to develop proposals for its improvement to ensure the region has professionals with corresponding professional competencies.

Methods: the search, systematization, and review of scientific literature provided the theoretical basis for the research. The analysis conducted on the basis of data from 2000 to 2022 revealed a relationship between the number of graduates of universities of engineering training and the gross value added per capita of the East Kazakhstan region. An online survey of 187 employers in the region allowed us to determine the level of formation of professional competencies. Interviews with staff, faculty, and students revealed the problems that prevent graduates from obtaining the necessary professional competencies.

Findings: elevating the standards of engineering education stands as an essential prerequisite for effectively addressing the imperative of augmenting the technological prowess within the region. The progress of the region hinges not solely on the quantity of graduates in engineering disciplines but also on the caliber of competencies they have acquired. On average, graduates require up to four years to meet employer expectations regarding developed competencies. Given the swiftly evolving technological environment, this timeframe proves excessive, compelling universities to consistently reassess their methodologies for workforce readiness.

Conclusions: educational institutions specializing in the training of engineering professionals wield substantial influence in the socio-economic advancement of the region. Integration of the authors' recommendations for enhancing engineering education into the university management system will streamline the cultivation of adept professionals, fostering sustainable development not only in the East Kazakhstan region but also in other areas of Kazakhstan.

Keywords: engineering education, regional university, graduate, employer, professional competencies, Industry 4.0, gross value added.

References

Berge, M., Silfver, E., & Danielsson, A. (2019). In Search of the new Engineer: Gender, age, and Social Class in Information About Engineering Education. *European Journal of Engineering Education*, 44 (5), 650–665. Doi:10.1080/03043797.2018.1523133.

- Carberry, A., & Baker, D. (2018). The Impact of Culture on Engineering and Engineering Education. In book *Cognition, Metacognition, and Culture in Stem Education*, Edited by Dori, Y.J. Mevarech, Z. R. & D. R. Baker, New York: Springer International Publishing, 217–239. Doi:10.1007/978-3-319-66659-4_10.
- Eberhard, B., Podio, M., Alonso, A. P., Radovica, E., Avotina, L., Peiseniece, L., Sendon, M. C., Lozano, A. G., & Solé-Pla J. (2017). Smart Work: The Transformation of the Labour Market due to the Fourth Industrial Revolution (I4.0). *International Journal of Business & Economic Sciences Applied Research*, 10 (3), 47–66. Doi:10.25103/ijbesar.103.03.
- Edström, K. (2018). Academic and professional values in engineering education: Engaging with history to explore a persistent tension. *Engineering Studies*, 10(1), 38–65. Doi: org/10.1080/19378629.2018.1424860.
- Edström, K. (2020). Integrating the academic and professional values in engineering education — Ideals and tensions. *Technical universities: past, present and future*. Geschwind, L., Broström, A. & Larsen, K. Ed., 1st ed.: Springer Nature, 145-164. Doi: 10.1007/978-3-030-50555-4_8.
- Garbuz, V., & Topala, P. (2019). The trend of higher engineering education towards achieving technological development. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Doi: 10.1088/1757-899X/591/1/012090.
- Geschwind, L., & Broström, A. (2020). Technical universities: A historical perspective. *Technical universities*. Springer, Chapter 2, 15–26. Doi: 10.1007/978-3-030-50555-4_2.
- Kim J., & Park, C.-Y. (2020). Education, skill training, and lifelong learning in the era of technological revolution: a review. *Asian Pacific Economic Literature*, 34, 3–19. Doi:10.1111/apel.12299.
- Kontsepsiia razvitiia vysshego obrazovaniia i nauki Respubliki Kazakhstan na 2023–2029 gody. Utverzhdena Postanovleniem Pravitelstva Respubliki Kazakhstan ot 28 marta 2023 goda No. 248 [The concept of development of higher education and science of the Republic of Kazakhstan for 2023–2029. Resolution No. 248 of the Government of the Republic of Kazakhstan dated March 28, 2023 was approved]. Retrieved from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000248> [in Russian].
- Kondratyev, V.V., Galikhanov, M.F., Osipov, P.N., Shageeva, F.T., & Kaybiyaynen, A.A. (2019). Inzhenernoe obrazovanie: transformatsii dliia Industrii 4.0 (obzor konferentsii) [Engineering Education: Transformation for Industry 4.0 (Conference Results Review)]. *Vysshee obrazovanie v Rossii — Higher Education in Russia*, 28(12), 105–122. Doi:10.31992/0869-3617-2019-28-12-105-122 [in Russian].
- Kondratyev, V.V., Kazakova, U.A., & Kuznetsova, M.N. (2022). Development and Implementation of the Module “Engineering, Education and Pedagogy in Industry 4.0” in the Structure of the Curriculum “Innovative Pedagogy for Teachers of Engineering Universities” (iPET). In book: *Mobility for Smart Cities and Regional Development - Challenges for Higher Education*. Doi: 10.1007/978-3-030-93907-6_68.
- Leifler, O., & Dahlin, J. (2020). Curriculum integration of sustainability in engineering education — a national study of programme director perspectives. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 5, 877–894. Doi:10.1108/IJSHE-09-2019-0286.
- Martin, D. A., Bombaerts, G., & Johri, A. (2021). Ethics is a disempowered subject in the engineering curriculum. In H.-U. Heiss, H.-M. Jarvinen, A. Mayer, & A. Schulz (Eds.). *Proceedings - SEFI 49th Annual Conference: Blended Learning in Engineering Education: challenging, enlightening and lasting?* 357–365. European Society for Engineering Education (SEFI). Retrieved from <https://www.sefi.be/wp-content/uploads/2021/12/SEFI49th-Proceedings-final.pdf>.
- McGowan, V.C., & Bell, P. (2020). Engineering Education as the Development of Critical Sociotechnical Literacy. *Science & Education*, 29, 981–1005. Doi:10.1007/s11191-020-00151-5.
- Motyl, B., Baronio, G., Uberti, S., Speranza, D., & Filippi S. (2017). How will Change the Future Engineers’ Skills in the Industry 4.0 Framework? A Questionnaire Survey. *Procedia Manufacturing*, 1501–1509.
- Nazarova, I.R. (2018). Inzhenernoe obrazovanie: ot neopredelennosti k ustoiчивому razvitiuu [Engineering education: from uncertainty to sustainable development]. *Gumanitarnyi vestnik — Humanities Bulletin*, 12 (74). DOI: 10.18698/2306-8477-2018-12-584 [in Russian].
- Plumanns, L., Janssen, D., Vossen, R., Hees, F., & Isenhardt, I. (2019). How to become an entrepreneur? Fostering entrepreneurial thinking of engineers. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON*. Doi:10.1109/EDUCON.2019.8725031.
- Poholkov, Yu.P. (2021). Kontsepsiia razvitiia inzhenernogo obrazovaniia v sovremennykh usloviakh [Concept for the development of engineering education in modern conditions]. *Engineering education*, 30, 96-107 [in Russian].
- Sajasat, N. Vystuplenie. Ministr nauki i vysshego obrazovaniia RK vstretilsia s naseleniem Akmolinskoi oblasti [Speech of the Minister of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, he met with the population of Akmola region]. Retrieved from <https://primeminister.kz/ru/news/reviews/mon-rk-udelyaet-pervostepennoe-znachenie-modernizacii-regionalnyh-vuzov-s-nurbek-3192636> [in Russian].
- Sakuneka, T., Marnewick, A. & Pretorius, J.-H. (2019). Industry 4.0 competencies for a control system engineer. *IEEE Technology and Engineering Management Conference (TEMSCON)*. Doi:10.1109/TEMSCON.2019.8813717.
- Solodikhina, A., & Solodikhina, M. (2000). Developing an innovator’s thinking in engineering education. *Education and Information Technologies*, 27(2), 1–16. Doi: 10.1007/s10639-021-10709-7.
- Tokaev, K.-Zh. Vystuplenie Glavy gosudarstva na zasedanii Natsionalnogo soveta po nauke i tekhnologii pri Pre-

zidente [Speech by the Head of State at a meeting of the National Council for Science and Technology under the President. 2023]. Retrieved from <https://akorda.kz/ru/glava-gosudarstva-provel-zasedanie-nacionalnogo-soveta-po-nauke-i-tehnologiyam-pri-prezidente-123834> [in Russian].

Топоркова, О.В. (2016). Podgotovka spetsialistov v oblasti tehniki i tekhnologii v Yaponii [Training specialists in techniques and technologies in Japan]. *Azimut nauchnykh issledovaniy: pedagogika i psikhologiya — Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology*, 5, 4(17), 272–275 [in Russian].