

**Ж.Т. Конурбаева**, к.э.н., ассоц. профессор

**С.Н. Суйеубаева\***, к.э.н., ассоц. профессор

**М.У. Рахимбердинова**, PhD, ассоц. профессор

*Восточно-Казахстанский технический университет им. Серикбаева,*

*г. Усть-Каменогорск, Казахстан*

\* – основной автор (автор для корреспонденции)

e-mail: ssuieubaeva@edu.ektu.kz

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ГОТОВНОСТЬ К ИНДУСТРИИ 4.0 И КАДРОВЫЕ ВЫЗОВЫ В ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ КАЗАХСТАНА

*В данной статье представлен анализ текущего состояния и перспектив развития технологий Индустрии 4.0 в Казахстане с акцентом на горно-металлургическую отрасль. Авторы рассматривают технологическую готовность предприятий к переходу на новые производственные уклады, а также анализируют барьеры, препятствующие внедрению передовых технологий. Исследование опирается на данные опросов среди инженеров и руководителей промышленных компаний, а также на статистические данные с платформ Epbek и HeadHunter. Выводы указывают на существенный разрыв между потребностью в высококвалифицированных специалистах и предложением на рынке труда, что является значительным препятствием для успешной реализации концепции Индустрии 4.0 в Казахстане. В статье также предложены рекомендации по улучшению готовности предприятий к внедрению инноваций и повышению уровня компетенций инженерного персонала. Сделан вывод, что экономика Казахстана продолжает эволюционировать, осваивая новые технологии и технологические уклады, что создает новые возможности для роста и развития. Для успешного перехода к Индустрии 4.0 Казахстану необходимо предпринять ряд шагов, включая совершенствование системы образования, повышение цифровой грамотности населения, развитие цифровой инфраструктуры, поддержку инноваций и создание благоприятной экономической среды. Отмечено, что Казахстан активно занимается модернизацией экономики и внедрением современных технологий, направленных на развитие 4, 5 и 6 технологических укладов. Инновационные и цифровые решения внедряются в первую очередь в городских центрах, однако традиционные отрасли, такие как нефтегазовая, горнодобывающая промышленность и сельское хозяйство, продолжают играть важную роль в экономике страны.*

**Ключевые слова:** *Индустрия 4.0, цифровизация, технологическая готовность, промышленная готовность, рынок труда, технологический уклад, искусственный интеллект.*

**Кілт сөздер:** *Индустрия 4.0, цифрландыру, технологиялық дайындық, өнеркәсіптік дайындық, еңбек нарығы, технологиялық құрылым, жасанды интеллект.*

**Keywords:** *Industry 4.0, digitalization, technological readiness, industrial readiness, labor market, technological decline, artificial intelligence.*

**JEL classification:** J24, O32, O34

**Введение.** В последние десятилетия мир переживает четвертую промышленную революцию, более известную как Индустрия 4.0, которая характеризуется массовым внедрением цифровых технологий и автоматизацией производственных процессов. Технологии, такие как Интернет вещей (IoT), большие данные, искусственный интеллект (AI), киберфизические системы (CPS) и роботизация, становятся неотъемлемой частью современной индустрии, трансформируя как производственные процессы, так и рынок труда. Развитие каждой промышленной революции меняла подходы не только к развитию техники и технологий, но и к формам занятости и качеству человеческого капитала, предъявляя новые требования к их технологической готовности и компетенциям работников. Индустрия 4.0 не является исключением. Создание качественно новой рабочей силы является актуальным вопросом во всем мире, в том числе и в Казахстане. По расчетам Всемирного банка 50% экономически активных граждан развитых стран заняты умственным трудом, так в США национальное богатство только на 5% составляют природные ресурсы, на 18% – производственные ресурсы, а основное место – 77% занимают знания и умение ими распорядиться. В Западной Европе соответствующие показатели – 23,3 и 74% соответственно [1]. Для Казахстана, с его развивающейся промышленной базой и экономикой, ориентированной на

сырьевой сектор, вопросы внедрения технологий Индустрии 4.0 становятся стратегически важными особенно актуальны в условиях реализации Послания Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Справедливый Казахстан: закон и порядок, экономический рост, общественный оптимизм» [2]. Очевидно, что отраслевая структура экономики Казахстана с доминированием добывающих отраслей и отраслей первичной переработки сдерживает развитие инноваций. А инновации играют решающую роль в долгосрочном развитии экономики страны и в сохранении необходимого уровня конкурентоспособности. Так как горнодобывающая и металлургическая отрасли, являются ключевыми секторами экономики страны, они в первую очередь должны адаптироваться к новым условиям, чтобы оставаться конкурентоспособными на мировом рынке. Однако этот переход сопряжен с рядом вызовов, таких как недостаточная цифровая готовность предприятий, нехватка квалифицированных кадров, финансовые барьеры и сложности с модернизацией существующих производств.

**Обзор литературы.** Качественный и количественный обзор литературы по Индустрии 4.0 охватывает широкий спектр тем, включая технологии, концепции, вызовы и возможности, связанные с этой новой промышленной революцией. Во многих зарубежных и казахстанских источниках Индустрия 4.0 описывается как интеграция цифровых технологий, Интернета вещей (IoT), больших данных, искусственного интеллекта (AI) и автоматизации в производственные процессы. В частности, на основе теории экономических циклов Курки и Вилениуса [3], концепций Кузнеца [4] и Шумпетера [5] основана теория смены технологического уклада или набора технологий, характерных для определенного уровня экономического развития. Переход от одного образа жизни к другому сопровождается появлением новых технологий, преобразованием производства, повышением производительности труда, усложнением экономических отношений и обновлением продукции.

Среди изученной литературы была также затронута тема человеческого капитала в условиях Индустрии 4.0, где внедрение новых технологий оказывает влияние как на сотрудников, так и на организации. Кагерманн и его коллеги утверждают, что успешная реализация концепции Индустрии 4.0 в промышленности требует эффективного использования возможностей коммуникационных технологий и инновационных решений для ускорения развития производственных процессов. Aghion P. [7] изучил, как уровень образования влияет на экономический рост в США. На основе исследований Acemoglu D. [8], он создал модель эндогенного роста, в которой показал, что образование «высокого уровня» способствует внедрению технологических инноваций в производство, тогда как образование «низкого уровня» облегчает их имитацию. В эпоху Индустрии 4.0 люди активно участвуют во всех этапах производственной системы: как разработчики, работники и потребители промышленных товаров. Потребности и требования каждого участника процесса должны быть интегрированы в систему, которая передает эти запросы всем заинтересованным сторонам [9]. Vandenbussche J. и его коллеги [10] отмечают, что влияние различных типов человеческого капитала на экономический рост зависит от уровня технологического развития страны. В условиях быстрой трансформации и возрастающей зависимости от современных технологий [11] актуален вопрос о том, как эти изменения влияют на характер труда, занятость, а также на методы и подходы к управлению человеческими ресурсами в современных компаниях. Проблема компетенций требует комплексного подхода, включающего три уровня: управленческий, производственный и профессиональный [12]. Barcenilla-Visús S. и López-Rueyo C. [13] в своем исследовании оценили модель влияния человеческого капитала на инновационное и технологическое развитие в 28 странах ЕС. Они пришли к выводу, что для стимулирования экономического роста через инновации требуется специфический вклад человеческого капитала, который измеряется индексом когнитивных навыков. Обзор существующих теоретических подходов позволяет определить новые компетенции и характеристики человеческого капитала, как процесса расширения человеческого выбора на протяжении всей жизни, достижения более высокого уровня благосостояния.

**Основная часть.** Основной гипотезой исследования является идея о том, что предприятия и производственные компании Республики Казахстан заинтересованы во внедрении технологий Индустрии 4.0, так как это обеспечивает переход к новым переделам и повышает их конкурентоспособность на рынке. Для подтверждения выдвинутой гипотезы был проведен анализ статистических данных сайтов Enbek и HeadHunter. Отмечается, что по анализу рынка спроса на рабочую силу в инженерных кадрах наблюдается существенный перевес в сторону традиционных

и базовых инженерных компетенций, которые обеспечиваются через рабочие профессии – ТИПО. Авторами рассматривается потребность в рабочей силе на примере горнодобывающей промышленности. Новый спрос на рабочую силу рассчитан на основании прогнозируемых показателей развития соответствующих отраслей с применением эконометрических подходов по оценке ретроспективных взаимосвязей между численностью наемных работников и факторами индикаторами развития отрасли [14].

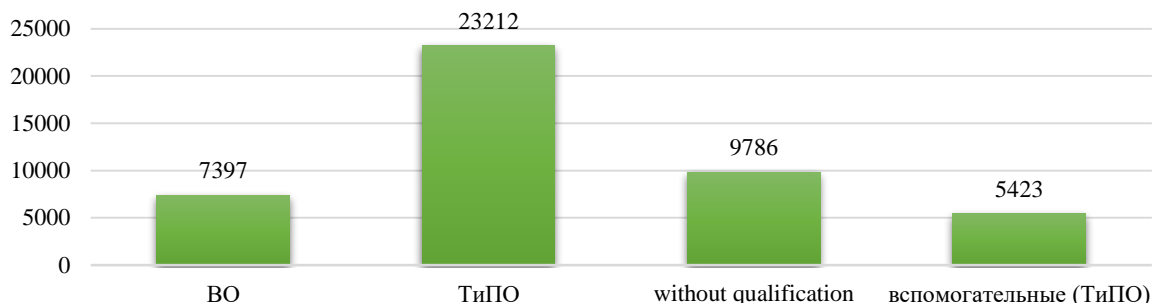


Рисунок 1. Наиболее востребованные профессии 2023-2030 гг Горнодобывающая промышленность (базовая потребность), чел.

Примечание: составлено авторами на основе источника [14]

Данные, полученные в результате прогноза Enbek.kz. Показана потребность в ГМК на 2020-2030 гг. о значительном спросе специалистов с квалификацией выпускника ТиПО. Спрос на специалистов в анализируемый период составит 23 212 человек, что на 15 815 человек (см. рисунок 1) больше чем в специалистах с инженерными компетенциями выпускниками вузов. Совокупно спрос на специалистов «без квалификации» и «вспомогательные специалисты» в отрасли ГМК составляет 15 209 человек [14].



Рисунок 2. Прогнозный спрос на рабочую силу в секторе ГМК

Примечание: составлено авторами на основе источника [14]

Таким образом, самый крупный индустриальный сектор экономики РК, ГМК – на долю которого приходится 8,7% ВВП, по прогнозам экспертов Enbek будет готов трудоустроить порядка 7 семи тысяч инженеров в секторе ГМК. По рабочим специальностям ожидается спрос в размере 28 625 человек (23 212+5 423), это говорит о том что в целом данный сектор нуждается в рабочих профессиях, производственные процессы в больше степени не автоматизированы, и далеки от индустрии 4.0 [14]. Анализ базы данных «HeadHunter», крупнейшей российской компании интернет-рекрутмента, выявил в Горнодобывающем секторе общее количество открытых технических вакансий, которое по статистическим данным сайта составляет 159, причем рассматриваются вакансии различных ГМК отрасли по различным регионам Казахстана. Наиболее высокое количество вакансий наблюдается в городе Алматы, что может быть связано с его статусом

крупнейшего города и экономического центра страны. Другие регионы, такие как Астана и Актобе, также имеют значительное количество вакансий [15].

Распределение открытых вакансий по территории республики представлено на рисунке ниже. В городе Алматы насчитывается 65 открытых вакансий горнодобывающей промышленности. На втором месте город Астана – 33 открытые вакансии [15].

Статистика по средней заработной плате вакансий горнодобывающей промышленности показала, уровень в 315 тысяч тенге в месяц по стране. Наиболее высокая предлагаемая заработная плата составляет 400 тысяч тенге в Улытауском районе, городе Жезказган. В Абайском районе уровень средней заработной платы на рынке предложений составляет 390 тысяч тенге, однако там всего 1 вакансия. В городе Алматы и Шымкенте уровень предлагаемой заработной платы составляет 350 тысяч тенге. Наибольшее количество специалистов, требуемых на технические вакансии размещенных на сайте HeadHunter, являются супервайзер производственного участка, а также инженера-сметчики [15]. Кроме того, представлена информация с «требованиями» к каждой вакансии и необходимым опытом работы: «нет опыта», «от 1 до 3», «от 3 до 6», «более 6». В категории «нет опыта» 34 записи из которых в 8 случаях нужен диплом о высшем образовании, т.е. речь идет о неквалифицированной рабочей силе.

Основное количество записей составляет категория «От 1 до 3» составляет 101 запись, из которой по требованиям компании только в 38 объявлениях требуется «Наличие обязательного ВО». ( $101 - 38 = 63$ ) **63 вакансии** нацелены на поиск специалистов без ВО, требуется среднее специальное образование. Категория от «от 3 до 6» в 90% требуется высшее образование.  $38+8+89+13=148$  записей из 230, 64% (148 записей) требуется наличие высшего образования. Таким образом, платформа указывает спрос на специалистов в режиме реального времени в секторе ГМК, где в большинстве вакансий требуется наличие высшего образования в сфере ГМК. Следующая выборка направлена на выявление самих вакансий и требований к ним со стороны работодателей. Эти данные нам позволят оценить реальные требования работодателей для инженеров в секторе ГМК, что позволит учитывать эти данные модели инженерного образования. Из проведенного анализа следует следующий вывод: по данным «Enbek» прогноз на спрос в специалистах средне-профессиональных компетенций составит 28 625 человек. Индустриальный скачок с кадрами ТиПО, предприятия не сделают.

Наиболее актуальные данные рынка представлены на базе крупнейшего интернет-рекрутмента «HeadHunter». Анализ данных по ГМК сектору указывает на то что большая часть вакансий - это инженерные кадры с наличием диплома 64% (148 записей). Статистические отчеты сайта «Enbek» настаивают на том, что нужны ТиПО (лоббирование грантов на колледж). Однако индустрия заинтересована в: специалистах (список уникальных вакансий из НН - 230 записей); требование наличие опыта и высшего образования; описание необходимых компетенций. Эти данные указывают на то, что компании заинтересованы в высококвалифицированных специалистах, которые будут принимать активное участие по переходу производства к Индустрии 4.0. Эта информация является подтверждением второй гипотезы, так как данные двух разных сервисов/источников разные, а, следовательно, нет единого мнения и способа оценки потребности в кадровых специалистах. На основании результатов анализа рынка труда по востребованным профессиям была сформирована анкета, целью которой является оценить готовность рынка труда к внедрению технологий Индустрии 4.0. Данная анкета, основанная на лучших мировых практиках диагностики технологической оснащенности и производственных возможностей предприятия. Опрос позволит не только оценить уровень используемых в настоящее время технологий на производстве, но и выявить существующие барьеры, а также определить требования производства к техническому перевооружению и необходимым компетенциям инженерного персонала. Применение данной анкеты в рамках комплексного исследования позволит получить всестороннюю оценку текущего технологического уровня предприятия и сформировать рекомендации по дальнейшему развитию производственных систем в соответствии с концепцией Индустрии 4.0. Анкетирование проводилось среди руководящего состава инженерных работников крупных промышленных компаний с целью получения информации о текущих трендах, вызовах и потребностях в инженерной области. И выявление спроса на специалистов представленные в форсайт-исследованиях которые изучены, исследовательской группой.

**Целевая аудитория опроса:** главные инженера, мастера цехов, управленческий инженерный аппарат промышленных предприятий, которые являются потребителями специалистов инженерного профиля.

**Обоснование фокус-группы опроса:** выборка обусловлена представителями инженерного персонала из различных отделов и уровней компаний, для получения максимально разносторонней обратной связи. Экспертность данной целевой аудитории позволит понять проблемы отрасли.

**Инструменты сбора данных:** для сбора информации мы применили анкету, содержащую как открытые, так и закрытые вопросы, а также вопросы, оцениваемые по шкале Лайкерта. Это позволит нам получить как качественные, так и количественные данные.

**Процедура проведения:** Анкетирование проходило в форме онлайн-опроса (Ссылка на анкету: <https://forms.gle/dRohwqCRcM66moGc8>). Участникам были также разосланы письма с просьбой пройти анкетирование.

**Конфиденциальность и этичность:** все ответы анонимны и конфиденциальны, полученная информация была использована исключительно в целях исследования.

**Охват:** В опросе приняли участие компании со всей территории Казахстана, занимающиеся производством, добычей, строительством и другими сферами где работают специалисты инженерного профиля.

**Период проведения:** 1 этап - рассылки по списку 1-4 осуществлялся в период с 27 по 29 мая; 2 этап - повторная рассылки и дополнительно по списку 5 с 14 июля по 20 июля.

Количество респондентов составило более 2000 человек, на данный момент собрано результатов по 79-ти респондентам, различных секторов промышленного производства Республики Казахстан. Вводная часть анкеты, информирует респондента о цели анкетирования, в рамках какого исследования проводится опрос, а также указываются эл. адреса участников опроса. Наибольшая часть аудитории - 64,9% - горнометаллургическая отрасль (51 респондент), строительством занимается 5,2% аудитории (4 респондента), 2,6% пришлось на машиностроение (2 респондента).

Уже с первого вопроса анализ распределения аудитории по отраслям напоминает распределение отраслевой экономики по уровню занятости или ВВП, где данные отрасли являются лидерами в Казахстане. Разделение подразделений подтверждает статистику занятого населения в Республике. Респондентов, относящихся к металлургическому подразделению наибольшее количество – 46,8% (37 человек). В производстве задействовано 20,3% (16 человек), обогащение и переработка -10,1% (8 человек), 5,1% - экология (4 человека). Должности респондентов распределились следующим образом: руководящие должности по одному специалисту, больше всех инженеров-технологов -21,5% (17 респондентов), 6,3% - мастера (5 респондентов). Две трети опрошенных (71,3% суммарно) – это опытные работники со стажем от 15 лет и более. Это служит отверждением их экспертности.

Наибольшая часть респондентов проголосовала за внедрение современных технологий, а также автоматизацию технических процессов.

Среди предложений по усовершенствованию в горнометаллургической и деревообрабатывающей отраслях распространено включение технологических, и управленческих аспектов. Такие как:

1. Внедрение новых технологий

- Автоматизация и роботизация: Использование автоматизированных систем управления и роботов для повышения производительности и безопасности.

- Данные и аналитика: Внедрение систем сбора и анализа данных (IoT, Big Data) для оптимизации процессов и предсказания неисправностей.

- 3D-печать: Применение аддитивных технологий для создания прототипов или деталей.

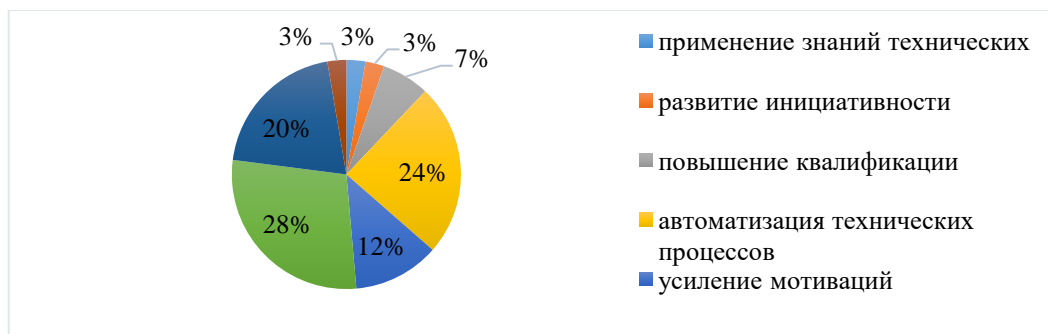


Рисунок 3. Структура ответов по направлениям совершенствования производства в отрасли

Примечание: составлено авторами

## 2. Энергоэффективность

- Оптимизация процессов: Анализ и улучшение энергетической эффективности производственных процессов.

Возобновляемые источники энергии: Использование солнечных, ветровых или гидроэнергетических решений для снижения зависимости от ископаемых источников.

### 3. Устойчивое развитие

- Экологические технологии: Внедрение технологий по утилизации отходов и снижению выбросов.

- Циркулярная экономика: Разработка процессов, способствующих повторному использованию материалов.

### 4. Обучение и развитие персонала

- Повышение квалификации: Организация тренингов и семинаров по новым технологиям и методам работы.

- Менторство и обмен опытом: Создание программ менторства для молодых специалистов.

### 5. Улучшение проектирования

- Системный подход: Использование методов системного проектирования для комплексного подхода к разработке новых продуктов и процессов.

- Моделирование и симуляция: Применение CAD/CAM систем для более точного проектирования и тестирования.

### 6. Управление проектами

- Гибкие методологии: Внедрение Agile или Lean методов для повышения гибкости и скорости реагирования на изменения.

- Управление рисками: Разработка стратегий по оценке и минимизации рисков на всех этапах проекта.

### 7. Инновации и исследования

- Исследовательские программы: Участие в научных исследованиях и разработках новых материалов или технологий.

- Сотрудничество с университетами: Партнерство с образовательными учреждениями для совместных исследований и разработки новых решений.

Эти направления могут помочь инженерам в горнометаллургической и деревообрабатывающей отраслях повысить эффективность, безопасность и устойчивость своих процессов.

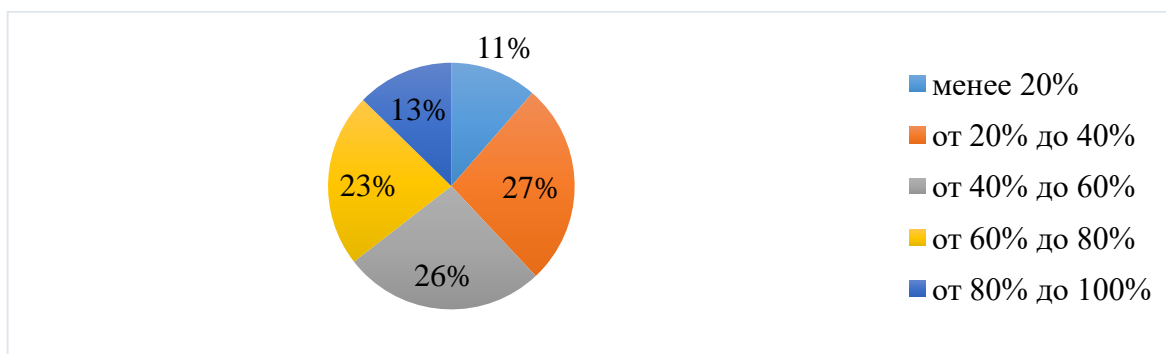


Рисунок 4. Оценка готовности подразделения к техническому перевооружению

Примечание: составлено авторами

В ходе проведения опроса учитывалось мнение аудитории, на сколько их подразделение готово к техническому перевооружению. 26,6% анкетированных показали готовность к техническому перевооружению между от 20% до 40% и от 40% до 60%. 18 участников считают готовность от 60% до 80%. 9 участников считают, что готовность их подразделения менее 20% и только 10 респондентов выбрали от 80% до 100%. Таким образом можно предположить, что готовность по техническому перевооружению составляет от 20% до 60%, что в большей степени зависит от специфики работы специалиста, который давал данную оценку. Касаемо вопроса о барьерах, которые могут препятствовать развитию Индустрии 4.0 наибольшая часть аудитории считает препятствием финансовые ограничения – 57,5%. Недостаток квалифицированных специалистов – 53,8%. Также важным моментом является старая система и инфраструктура компании/

подразделения – 36,3%. Таким образом 28,7% кадров нуждается в переобучении, что явно показывает на острый недостаток квалифицированных специалистов в этой сфере.

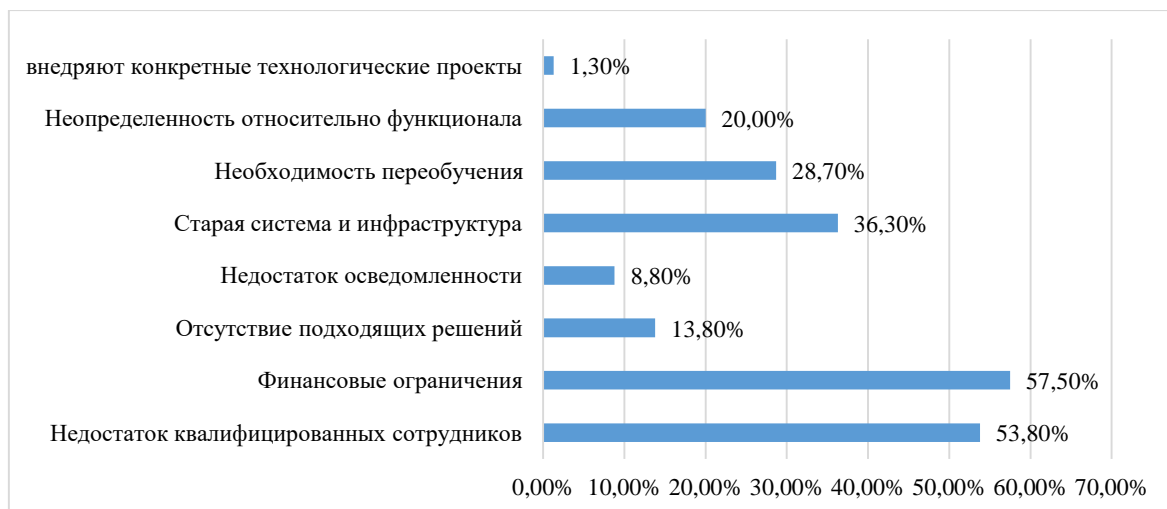


Рисунок 5. Основные выявленные препятствия по внедрению технологии Индустрии 4.0

Примечание: составлено авторами

Таким образом, ниже представим основные барьеры по внедрению технологии Индустрии 4.0:

1. Отсутствие стратегического видения: Почти все компании не имеют точной тактики для внедрения технологий Индустрии 4.0, что может привести к малопродуктивному использованию ресурсов.

2. Недостаток квалифицированных кадров: для эффективного внедрения новых технологий необходимы специалисты с соответствующими навыками, таких как работа с данными, программирование и управление проектами.

3. Высокие затраты на внедрение: Первоначальные инвестиции в новые технологии могут быть большими, что может отпугнуть компании, особенно малый и средний бизнес.

4. Сопротивление изменениям: Сотрудники и руководство могут быть не готовы к изменениям, связанным с внедрением новых технологий, что может привести к внутреннему сопротивлению.

5. Проблемы с интеграцией: Новые технологии часто требуют интеграции с существующими системами, что может быть сложным и дорогостоящим процессом.

6. Безопасность данных: Увеличение количества подключенных устройств и систем создает новые риски для безопасности данных, что может вызывать опасения у многих крупных и средних компаний.

7. Недостаток стандартов: Отсутствие общепринятых стандартов и протоколов может сильно затруднить взаимодействие между технологиями и системами.

8. Культурные барьеры: В некоторых организациях может отсутствовать культура новых инноваций и открытости к новым технологиям, что затрудняет их эффективное внедрение.

9. Регуляторные ограничения: Законодательные и регуляторные барьеры могут замедлить процесс внедрения новых технологий.

10. Неопределенность в ROI (возврат инвестиций): Компании не могут быть уверены в том, что инвестиции в технологии Индустрии 4.0 принесут ожидаемую ими отдачу, что может привести к большим колебаниям в принятии решений.

Преодоление этих препятствий требует комплексного подхода, включая обучение сотрудников, разработку стратегии внедрения, а также активное участие руководства компании.

Выделены факторы, которые по мнению респондентов, затрудняют внедрение технологий Индустрии 4.0. Финансовые ограничения – 60%, недостаток квалифицированных специалистов – 58,8%, старые системы и инфраструктура – 55% это наиболее влиятельные факторы по итогам анкетирования.

**Заключение.** Промежуточные результаты показали то, что средневысокими показателями соответствия технологий Индустрии 3.0 + проявление Индустрии 4.0 явился уровень цифровизации процессов стратегического управления, финансами, аналитики. Так на уровне операционного

менеджмента и производственных либо технических процессов отмечается средний уровень цифровой зрелости — это средние показатели соответствия анализируемых технологий Индустрии 3.0. Например, отдельные процессы HR (диагностика компетенций, обучение и развитие персонала) а также все предметные поля логистики представлены низким уровнем цифровой зрелости. Это показатель полного несоответствия стандартам Индустрии 3.0. Современная экономика Казахстана продолжает технологически развиваться, что открывает новые возможности для роста и развития. В условиях перехода на Индустрию 4.0 нашей стране нужны квалифицированные инженеры, которые могут воплотить новые идеи, проектировать и разрабатывать новую технику и технологии. На европейском рынке труда новые профессии уже не первый день котируются. Таким образом данное направление только начинает набирать обороты и в Республике Казахстан. Государственная поддержка является важным аспектом развития своевременной подготовки инженерных кадров для высокотехнологичных отраслей экономики Казахстана. Так сделано заключение о том, что экономика Казахстана продолжает активно развиваться, переходя на новые технологии, что открывает приоритетные возможности для роста и развития экономической системы. С целью перехода к Индустрии 4.0 важно предпринимать ряд мер, таких как улучшение развития уровней образования и цифровой грамотности населения, цифровой инфраструктуры, а также поддержка инноваций и создание благоприятного экономического окружения. В стране активно внедряются инновационные технологии и цифровые решения. При этом сохраняются традиционные отрасли экономики, такие как нефтегазовая, горнодобывающая и сельское хозяйство. Если рассматривать 4 технологический уклад который присутствует в таких отраслях, как информационные технологии, электроника, производство автомобилей и иных транспортных средств, а также в производстве сельскохозяйственной техники.

В отраслях железнодорожного транспорта, строительства, производства пластмасс и композитов, а также в энергетике только начинаются внедряться технологии пятого уклада. Технологии шестого уклада внедряются в таких отраслях, как производство экологически чистых топлив, биотехнологии, производство роботов и автоматизированных систем управления, а также в производстве продуктов, основанных на искусственном интеллекте (ИИ). Таким образом, для того чтобы успешно справиться с вызовами Индустрии 4.0 населению придется улучшать навыки, которые в практике сложно или же невозможно заменить автоматизацией. К таким важнейшим и актуальным навыкам относятся: креативность, критическое мышление, способность к обучению и адаптации, коммуникативные навыки, умение работать в команде и умение решать сложные проблемы. Важно также инвестировать в образование и профессиональное развитие, чтобы люди могли адаптироваться к изменяющимся требованиям рынка труда. Кроме того, важно создавать условия для переквалификации и обучения новым навыкам, чтобы люди могли успешно конкурировать на рынке труда в эпоху цифровой трансформации. Исследование выполнено при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках реализации проекта программно-целевого финансирования BR21882257 «Создание национальной модели инженерного образования в контексте реализации целей устойчивого развития».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Всемирного банка. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2021/10/27/measuring-the-wealth-of-nations>
2. Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Справедливый Казахстан: закон и порядок, экономический рост, общественный оптимизм». [Электронный ресурс] – URL: <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-spravedlivyy-kazahstan-zakon-i-poryadok-ekonomicheskij-rost-obshchestvennyy-optimizm-285014>
3. Sofi Kurki, Markku Wilenius. Organisations and the sixth wave: Are ethics transforming our economies in the coming decades? // *Futures*. – 2015. – Volume 71. – P. 146-158. DOI:10.1016/j.futures.2014.09.001
4. Simon Kuznets. Schumpeter's business cycles // *The American Economic Review*. – 1940. – Volume 30(2). – P. 257-271.
5. Schumpeter J.A. Business cycles: A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist



process // McGraw-Hill. – 1939. – P. 430-444.

6. Kagermann H., Lukas W.D., Wahlster W. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution // VDI nachrichten. – 2011. – Volume 13. – № 1. – P. 2-3.

7. Aghion P. et al. The effects of entry on incumbent innovation and productivity // The Review of Economics and Statistics. – №1. - Volume 91. – 2009. – P. 20-32. DOI:10.1162/rest.91.1.20

8. Acemoglu D. Technical change, inequality, and the labor market // Journal of economic literature. – 2002. – Volume 40. – №1. - P. 7-72.

9. Kinzel H. Industry 4.0—Where does this leave the Human Factor? // Journal of Urban Culture Research. – 2017. – Т. 15. – №. 1. – P. 70-83.

10. Vandenbussche J., Aghion P., Meghir C. Growth, distance to frontier and composition of human capital // Journal of economic growth. – 2006. – №2. – Volume 11. – P. 97-127.

11. Bejtkovský J., Rózsa Z., Mulyaningsih H.D. A phenomenon of digitalization and E-recruitment in business environment // Polish Journal of Management Studies. – 2018. – Т.18. – № 1. – P. 58-68.

12. Erol S. et al. Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production // Procedia CiRp. – 2016. – P. 13-18. – DOI:10.1016/j.procir.2016.03.162.

13. Barcenilla-Visús S., López-Pueyo C. Inside Europe: human capital and economic growth revisited // Empirica. Volume 45. – №4. – 2018. – P. 821-847.

14. Официальный сайт Электронной биржи труда Республики Казахстан Enbek.kz. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.enbek.kz/ru/analytical-data/5308>

15. Официальный сайт электронного поиска работы и рекрутинга Headhunter. [Электронный ресурс] – URL: <https://hh.kz/>

## REFERENCES

1 Oficial'nyj sajt Vsemirnogo banka. [The official website of the World Bank] [Elektronny resurs] – URL: <https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2021/10/27/measuring-the-wealth-of-nations>. [in Russian].

2 Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana «Spravedlivyj Kazahstan: zakon i porjadok, jekonomicheskij rost, obshhestvennyj optimizm». [The message of the Head of State Kassym-Jomart Tokayev to the people of Kazakhstan "Fair Kazakhstan: law and order, economic growth, public optimism"] [Elektronny resurs] – URL: <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-spravedlivyy-kazahstan-zakon-i-poryadok-ekonomicheskij-rost-obshchestvennyy-optimizm-285014> [in Russian].

3 Sofi Kurki, Markku Wilenius. Organisations and the sixth wave: Are ethics transforming our economies in the coming decades? // Futures. – 2015. – Volume 71. – P. 146-158. DOI:10.1016/j.futures.2014.09.001

4 Simon Kuznets. Schumpeter's business cycles // The American Economic Review. – 1940. – Volume 30(2). – P. 257-271.

5 Schumpeter J. A. Business cycles: A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process // McGraw-Hill. – 1939. – P. 430-444.

6 Kagermann H., Lukas W. D., Wahlster W. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution // VDI nachrichten. – 2011. – Volume 13. – № 1. – P. 2-3.

7 Aghion P. et al. The effects of entry on incumbent innovation and productivity // The Review of Economics and Statistics. – №1. - Volume 91. – 2009. – P. 20-32. DOI:10.1162/rest.91.1.20

8 Acemoglu D. Technical change, inequality, and the labor market // Journal of economic literature. – 2002. – Volume 40. – №1. – P. 7-72.

9 Kinzel H. Industry 4.0—Where does this leave the Human Factor? // Journal of Urban Culture Research. – 2017. – Т. 15. – №. 1. – P. 70-83.

10 Vandenbussche J., Aghion P., Meghir C. Growth, distance to frontier and composition of human capital // Journal of economic growth. – 2006. – №2. – Volume 11. – P. 97-127.

11 Bejtkovský J., Rózsa Z., Mulyaningsih H.D. A phenomenon of digitalization and E-recruitment in business environment // Polish Journal of Management Studies. – 2018. – Т.18. – № 1. – P. 58-68.

12 Erol S. et al. Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production // Procedia CiRp. – 2016. – P. 13-18. DOI:10.1016/j.procir.2016.03.162.

13 Barcenilla-Visús S., López-Pueyo C. Inside Europe: human capital and economic growth revisited

// Empirica. Volume 45. – №4. – 2018. – P. 821-847.

14 Oficial'nyj sajt Jelektronnoj birzhi truda RK Enbek.kz. [The official website of the Electronic Labor Exchange of the Republic of Kazakhstan] [Elektronny resurs] – URL: <https://www.enbek.kz/ru/analytical-data/5308> [in Russian].

15 Oficial'nyj sajt jelektronnogo poiska raboty i rekrutinga Headhunter. [The official website of electronic job search and Headhunter recruitment] [Elektronny resurs] – URL: <https://hh.kz/> [in Russian].

**Конурбаева Ж.Т., Суйеубаева С.Н., Рахимбердинова М.У.**

#### **ИНДУСТРИЯ 4.0-ГЕ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТАУ-КЕН МЕТАЛЛУРГИЯ САЛАСЫНДАҒЫ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ДАЙЫНДЫҒЫ МЕН КАДРЛЫҚ СЫН-ТЕГЕУРІНДЕР**

##### **Аңдатпа**

Бұл мақалада тау-кен металлургия саласына баса назар аударып, Қазақстандағы Индустрия 4.0 технологияларының ағымдағы жай-күйі мен даму перспективаларына талдау ұсынылған. Авторлар кәсіпорындардың жаңа өндірістік құрылымдарға көшуге технологиялық дайындығын қарастырады, сондай-ақ озық технологияларды енгізуге кедергі келтіретін кедергілерді талдайды. Зерттеу инженерлер мен өнеркәсіптік компаниялардың басшылары арасындағы сауалнама деректеріне, сондай-ақ Enbek және HeadHunter платформаларындағы статистикаға негізделген. Қорытындылар жоғары білікті мамандарға қажеттілік пен еңбек нарығындағы ұсыныс арасындағы елеулі алшақтықты көрсетеді, бұл Қазақстанда Индустрия 4.0 тұжырымдамасын табысты іске асыруға айтарлықтай кедергі болып табылады. Мақалада сонымен қатар кәсіпорындардың инновацияларды енгізуге дайындығын жақсарту және инженерлік персоналдың құзыреттілік деңгейін арттыру бойынша ұсыныстар ұсынылған. Қазақстан экономикасы жаңа технологиялар мен технологиялық құрылымдарды игере отырып, дамуын жалғастыруда, бұл өсу мен даму үшін жаңа мүмкіндіктер туғызады деген қорытындыға келді. 4.0 индустриясына табысты көшу үшін Қазақстанға білім беру жүйесін жетілдіру, халықтың цифрлық сауаттылығын арттыру, цифрлық инфрақұрылымды дамыту, инновацияларды қолдау және қолайлы экономикалық орта құруды қоса алғанда, бірқатар қадамдар жасау қажет. Қазақстан экономиканы жаңғыртумен және 4, 5 және 6 технологиялық құрылымдарды дамытуға бағытталған заманауи технологияларды енгізумен белсенді айналысатыны атап өтілді. Инновациялық және цифрлық шешімдер ең алдымен қалалық орталықтарда енгізілуде, алайда мұнай-газ, тау-кен өнеркәсібі және ауыл шаруашылығы сияқты дәстүрлі салалар ел экономикасында маңызды рөл атқаруда.

**Konurbayeva Z., Suyebayeva S., Rakhimberdinova M.**

#### **TECHNOLOGICAL READINESS FOR INDUSTRY 4.0 AND PERSONNEL CHALLENGES IN THE MINING AND METALLURGICAL INDUSTRY OF KAZAKHSTAN**

##### **Annotation**

This article presents an analysis of the current state and prospects for the development of Industry 4.0 technologies in Kazakhstan with an emphasis on the mining and metallurgical industry. The authors consider the technological readiness of enterprises to transition to new production patterns, as well as analyze the barriers preventing the introduction of advanced technologies. The study is based on survey data among engineers and executives of industrial companies, as well as statistical data from the Enbek and HeadHunter platforms. The conclusions indicate a significant gap between the need for highly qualified specialists and the supply on the labor market, which is a significant obstacle to the successful implementation of the concept of Industry 4.0 in Kazakhstan. The article also offers recommendations to improve the readiness of enterprises to introduce innovations and increase the level of competence of engineering personnel. It is concluded that the economy of Kazakhstan continues to evolve, mastering new technologies and technological patterns, which creates new opportunities for growth and development. For a successful transition to Industry 4.0, Kazakhstan needs to take a number of steps, including improving the education system, increasing digital literacy of the population, developing digital infrastructure, supporting innovation and creating a favorable economic environment. It was noted that Kazakhstan is actively engaged in the modernization of the economy and the introduction of modern technologies aimed at the development of 4, 5 and 6 technological structures. Innovative and digital solutions are being implemented primarily in urban centers, but traditional industries such as oil and gas, mining and agriculture continue to play an important role in the country's economy.