

ISSN 2713-2730

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

# ВЕСТНИК

Набережночелнинского государственного  
педагогического университета

Выпуск посвящен XII Международному  
открытому педагогическому Форуму

**«ОБРАЗОВАНИЕ:  
РЕАЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ»**

16-17 мая 2024 года, Набережные Челны



**ПЕДАГОГИКА**   
**PEDAGOGY**

The Issue is Dedicated to The  
XII International Open Pedagogical Forum

**«EDUCATION:  
REALITIES AND PROSPECTS»**

May 16-17, 2024, Naberezhnye Chelny

# BULLETIN

of Naberezhnye Chelny  
state pedagogical University

**2 (50) 2024 СПЕЦВЫПУСК. ЧАСТЬ II**

УДК 334.7

Чикрин Д.Е., Пашин Д.М., Роднянский Д.В., Заппаров Б.А.

## STREAM<sup>3</sup>: прогрессорское образование в эпоху студенческого предпринимательства

Платформа университетского технологического предпринимательства (УТП) в своих целях ставит обеспечение взрывного роста студенческих технологических (в том числе deep-tech) стартапов - с 3% до 25%-30% от общего количества таких компаний по стране.

Для достижения указанной цели разворачиваются разнообразные программы стимуляции предпринимательской деятельности «на выходе»: от университетских стартап-студий до «точек кипения» и студенческих грантов.

Авторами в дополнение к данному подходу, на базе собственного и зарубежного опыта, предлагается внедрение механизмов стимуляции «на входе» - в формате внедрения STREAM<sup>3</sup> - образования (3R: Robotics, Reading and Research) в политехнических ВУЗ-ах как механизма массового формирования из студенческой среды визионеров-«прогрессоров», являющихся целевой аудиторией разворачиваемой платформы.

**Ключевые слова:** технологическое предпринимательство, политехническое образование, стартапы, инженерные школы, STEM, STEAM, STREAM, визионерство, прогрессорство.

**Dmitriy E. Chikrin, Dmitriy M. Pashin, Dmitriy V. Rodnyanskiy, Bulat A. Zapparov**

## STREAM<sup>3</sup>: progressive education in the era of student entrepreneurship

The University Technology Entrepreneurship Platform (UTP) aims to ensure the explosive growth of student technology (including deep-tech) startups - from 3% to 25%-30% of the total number of such companies in the country.

To achieve this goal, various programs are being launched to stimulate entrepreneurial activity "output": from university startup studios to "boiling points" and student grants.

The authors, in addition to this approach, based on their own and foreign experience, propose the introduction of stimulation mechanisms "at the entrance" - in the format of introducing STREAM<sup>3</sup> - education (3R: Robotics, Reading and Research) in polytechnic universities as a mechanism for mass formation from the student environment visionary "progressors" who are the target audience of the deployed platform.

**Keywords:** technological entrepreneurship, polytechnic education, startups, engineering schools, STEM, STEAM, STREAM, visionary, progressive.

Человеческая цивилизация находится на настоящий момент на стыке двух технологических укладов<sup>1</sup> - наступивших при этом на протяжении жизни одного поколения: 4-го (индустрии 4.0 - коньюмерской электроники и встраиваемых систем) и 5-го («эры машин», когнитивных и интеллектуальных технологий) [1,2].

Весомейшей причиной столь быстрой смены технологических укладов стала культура стартапов - малых предприятий, созданных молодыми визионерами - не пугающимися рисков, имеющих глубокую предметную экспертизу и создающих новые рынки.

Российская Федерация на текущий момент совершает научный, технологический и культурологический скачок исторического масштаба, для которого, впрочем, необходимо резко увеличить количество и качество таких молодых визионеров: с текущих 3%<sup>2</sup> до 25-30%<sup>3</sup>. Для достижения данной цели и была развернута платформа университетского технологического предпринимательства [3] (Здесь и далее - платформа УТП.).

#### **Платформа УТП - существующие методы стимуляции**

В рамках платформы УТП обеспечиваются мероприятия [3], позволяющие сформировать «воронку» и обеспечить достаточно высокую степень конверсии в стартапы:

1. Формирование воронки:

1.1. Массовый краткосрочный тренинг целевой аудитории.

2. Создание инфраструктуры:

2.1. Предпринимательские «точки кипения».

2.2. Университетские стартап-студии.

3. Запуск стартапов:

3.1. Прямое финансирование (студенческие гранты).

3.2. Косвенное финансирование (кэшбек бизнес-ангелам и займы инвесторам).

3.3. Повышение успешности (акселерационные программы).

На размер и качество входной воронки ориентированы лишь краткосрочные тренинги - являющиеся скорее паллиативом.

Другие типы рассмотренных мероприятий позволяют осуществить достаточно эффективную стимуляцию стартап-деятельности, но уже «на выходе». Таким образом, результативность всей программы УТП резко ограничивается размером и качеством именно «на входе».

Для принципиального изменения охвата аудитории - и значимого повышения качества «человеческого ресурса» авторами обеспечивается на базе своих образовательных структур<sup>4</sup> внедрение концепции «прогрессорского» - нового политехнического образования с значительным социокультурным и soft-skills-блоком: методологии STREAM<sup>5</sup>.

Указанная методология представляет собой развитие известных подходов STEM и STEAM, и в данном контексте рассмотрена в следующих разделах.

#### **Методология STEM и ее узкие места**

STEM-методология основана на формировании сквозного учебного плана политехнической направленности [4], направленного на обеспечение эквивалентного взноса 4-х образовательных континуумов (с фактическим исключением других активностей<sup>6</sup>):

- M - Mathematics: краеугольный камень STEM-образования. Сюда входят все дисциплины математического профиля: от алгебры и теории вероятностей до функционального анализа и теории игр.

- S - Science: именно сюда входят так называемые фундаментальные научные дисциплины естественнонаучного профиля и «наук о жизни»: от физики и астрономии до химии и биологии. Гуманитарные (включая философские, филологические и медицинские) науки не рассматриваются.

- T - Technology: прикладные дисциплины, пользующиеся базисом S и M - различные направления Computer Science, дизайн и конструирование, схемотехника и микроэлектроника и т.д.

- E - Engineering: конкретные реализации по предметным областям и субъектам исследования. Авиатехника, программирование IOS, гидросооружения и пр.

Основным преимуществом STEM-образования является глубочайшая политехническая предметная экспертиза, объединенная с тренировкой конвергентного<sup>6</sup> мышления [11].

1 От 3-го (компьютеров) до 5-го за 30 лет, в то время), как от 2-го (массового производства) до 3-го прошло порядка 100.

2 Стартапов, основанных в университетах

3 Показателей Европы и США

4 И предлагается другим!

5 В том числе изучения языков и физической подготовки

6 Детерминированного, направленного на решение конкретных проблем проверенными инструментами

Основной недостаток STEM заключается в его отрицании гуманитарной составляющей. Дело в том, что зачастую именно те, кто хочет получить политехническую экспертизу наиболее часто являются творческими людьми с дивергентным<sup>7</sup> мышлением [11]. Этот контингент обучающихся неизбежно страдает от отсутствия гуманитарной составляющей, включая философские, филологические, исторические и soft-skills дисциплины. В частности, это приводит к резкому падению заинтересованности входящего контингента (например, абитуриентов в ВУЗах) в инженерных и технических треках уже через несколько лет после их введения: сразу после получения обратной связи от выпускников<sup>8</sup>.

Вторым значимым недостатком классического STEM является неизбежная узость мышления выпускающихся специалистов<sup>9</sup>, связанный с фактическим отсутствием в учебных планах исторической ретроспективы и междисциплинарной связи между предметами. Такой подход позволяет получать хороших узких специалистов, но с искусственно завышенными барьерами перехода даже в смежные индустрии и-или области деятельности.

Третий недостаток STEM: в рамках данной методологии выпускаются специалисты, не руководители. Как показывают исследования в области психологии и бизнес-опросы [12,13], ценность технических навыков пропорционально снижается при продвижении по иерархической лестнице и сводится практически к нулю на высших руководящих позициях<sup>10</sup>, включая членов советов директоров любых компаний.

Четвертый недостаток STEM - как ни странно, ограниченный объем и качество входящей информации. Контингент STEM не приучен читать и использовать письменные источники неохотно, только в последнем приоритете в очереди источников получения информации. Это зачастую приводит к несбалансированным суждениям и неоптимальным (например, с точки зрения масштабируемости) решениям.

#### **STEAM - недостаточный, но шаг вперед**

Основным принципом улучшений STEM является устранение описанных выше недостатков. Формированию следующей итерации - STEAM - значительно помогло репрезентативное исследование Роберта Рута-Бернштейна [7] о навыках и хобби Нобелевских лауреатов, членов Национальных академий наук и других значимых ученых. Так, по результатам исследования, соотношение количества специализаций респондентов - Нобелиатов в области ремесел и искусств к общему количеству респондентов превышает 0,9: абсолютное большинство Нобелевских лауреатов с 1905 по 2005 г.<sup>11</sup> являются профессиональными композиторами, писателями, художниками, скульпторами; при этом значительное количество их творений выставлялось на профильных выставках и пользовалось популярностью коллекционеров [9].

Полученный вывод был прост<sup>12</sup> - обеспечить добавление изящных искусств в STEM-программы.

Данный подход не является новым с середины 1-го тысячелетия до н.э. и древнегреческих гимнасиев, но полноценно снова стал внедряться лишь с 2010-2013-го года с основания конгресса STEAM, выдачи первых грантов на создание STEAM-ориентированных программ обучения и набора первых абитуриентов [10].

Тем не менее, STEAM-парадигма обеспечивает устранение только первых двух из обозначенных фундаментальных недостатков, и при этом добавляет новый - уменьшение качества подготовки специалистов, в связи с уменьшением профильных часов аудиторной нагрузки на каждый предмет (пятая специализация требует своего времени).

Необходимо заметить, что данная (новая!) проблема была связана с тем, что большинство STEM-программ ориентированы на аудиторную нагрузку и новые виды

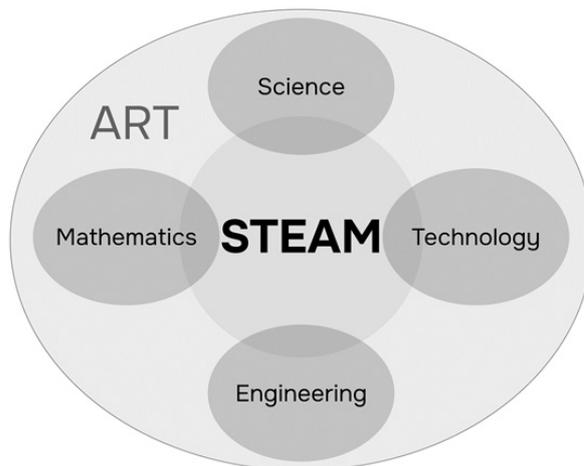


Рисунок 1 - STEAM-образование

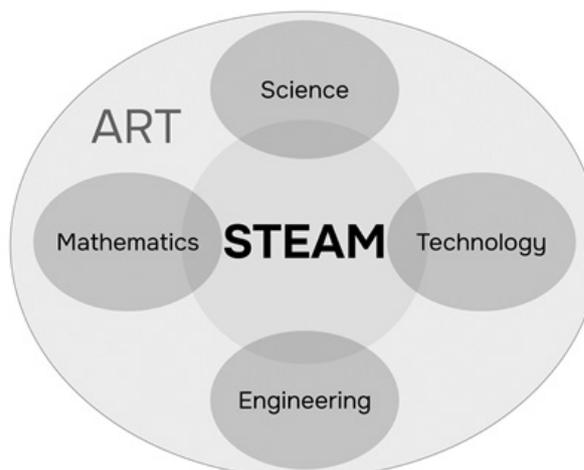


Рисунок 2 - STEAM-образование

<sup>7</sup> Вероятностно-ассоциативным, направленным на достижение целевого результата различными подоптимальными способами, в том числе посредством изменения самой постановки проблемы

<sup>8</sup> Подтверждается многочисленными исследованиями в странах с массовым STEM-образованием, таких как Южная Корея и США, например [5,6]

<sup>9</sup> Что можно процитировать знаменитой фразой М.В. Ломоносова: «Народ, не знающий своего прошлого, не имеет будущего»

<sup>10</sup> За исключением CEO и CTO deep-tech стартапов

<sup>11</sup> Таков интервал исследования Рута-Бернштейна

<sup>12</sup> Хотя и не очевиден. Пусть гении разбираются в искусстве, но позволит ли обучение искусству формировать новых гениев?

контента - прежде всего с аудиальным восприятием (короткие и длинные видео) [8].

Тем не менее, специалисты, прошедшие обучение по STEAM-парадигме обладают значительно более высокими уровнями эмоционального интеллекта<sup>13</sup> и креативности<sup>14</sup>, что позволяет считать правильным выбранный вектор развития.

### STREAM<sup>3</sup> - прогрессорское образование

В мировой практике на смену STEAM начинает приходиться концепция STREAM, обеспечивающая обратное включение чтения как доминирующего вида контента. Современные исследования показывают, что читающие люди, тщательно (письменно!) перерабатывающие прочитанную информацию более склонны к образованию сложных ассоциативных цепочек, распознаванию и синтезу сложных паттернов в профильных областях [15].

Авторами предлагается создание комплексной парадигмы STREAM<sup>3</sup>, обеспечивающей устранение оставшихся 3-х недостатков STEAM-образования:

- Максимизацию количества технически подготовленных лиц, склонных к образованию стартапов<sup>15</sup> в наиболее популярной на сегодняшний день сфере (1R - Robotics & AI) - посредством введения унифицированного одноименного блока дисциплин.

- Обучение навыкам скоростного чтения информации, осознанной деконцентрации - и повышенной концентрации внимания длительное время; входа в потоковые состояния. Одновременно практикуется значительное повышение доли учебной нагрузки в формате самостоятельно выполняемых проектов с значительным количеством литературных источников<sup>16</sup> (2R - Reading & wRiting).

- В рамках третьего R предлагается создание студенческих конструкторских бюро и реновация сети политехнических лицеев<sup>17</sup>, с увязкой деятельности обучающихся с актуальным перечнем НИОКР и вовлечением 100% контингента студентов в проектные команды с поддержкой со стороны инженеров-экспертов и менторов в области технологического предпринимательства. Необходимым элементом здесь является введение унифицированного блока soft-skills дисциплин во все направления подготовки (включая наиболее известные бизнес-методики, труды в области логики, философии, системного мышления, финансово-экономической грамотности и защиты интеллектуальной собственности). Совокупность данных подходов приводит к 3R - Research & disRupt.

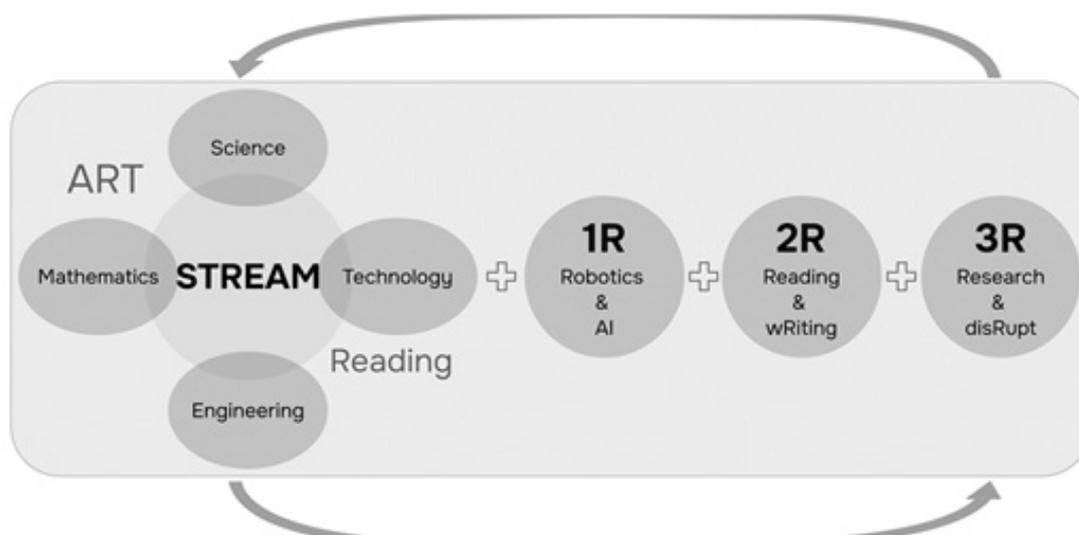


Рисунок 3 - STREAM и STREAM<sup>3</sup>-образование

### R1 - Robotics & AI

Робототехника представляет собой опору одновременно сразу трех технологических укладов - от Индустрии 3.0<sup>18</sup> до Индустрии 5.0<sup>19</sup>

В свою очередь, набор технологий ИИ представляет собой непосредственно суть Индустрии 5.0.

Не зря именно «Три закона робототехники» Азимова - посвященные правилам функционирования<sup>20</sup> роботов являются самой обсуждаемой концепцией - фундаментальным набором если не аксиом, то начального

13 Эмоциональный интеллект

14 Так называемая модель 4 С от Бегетто и Кауфмана

15 CEO и фаундеров - техлидов

16 Курсовых и семестровых работ

17 По аналогии с программой прорывных инженерных школ для системы высшего образования

18 Как средство промышленной автоматизации

19 Как аппаратная платформа когнитивных систем

20 Преимущественно антропоморфных

приближения для всех создаваемых наборов правил взаимодействия человека, роботов и интеллектуальных программных систем.

В рамках данного блока дисциплин предлагается следующий унифицированный набор предметов, являющийся «общеобразовательным» для инженеров нового технологического уклада:

1. Телекоммуникационные системы.
2. Системы автоматизированного проектирования.
3. Теория машин и механизмов.
4. АИС и АСУ ТП.
5. Основы конструирования и аддитивные технологии.
6. Промышленный дизайн.
7. Индустриальные языки программирования.
8. Основы робототехнических ОС.
9. Цифровая обработка сигналов.
10. Цифровая электроника и основы схемотехники.
11. Системы сенсорики и осязания.
12. Нейросети и генеративные платформы.
13. Биоморфные и коллаборативные робототехнические системы.
14. Основы машинного обучения, Big Data и Data Mining.
15. Этика и философия ИИ.

Указанный объем курсов является необходимым и достаточным если не для создания нового Figure One<sup>21</sup>, то для запуска, программирования и модернизации AR600<sup>22</sup>. А дальше, как известно: дорогу осилит идущий.

## R2 - Reading & wRiting

Один из основных трендов современного образовательного контента - перевод всего, что только можно, в формат видео. Собственно говоря, это кажется вполне логичным - доминирующим форматом контента является видеоконтент, а значительная доля данного видеоконтента: короткими видео, до 15-20 минут.

Почему? Да потому что «поколению Тик-Ток» трудно удержать концентрацию более 20 минут.

Таким образом, мы приходим к трем основным проблемам видеоконтента для образования:

1. Объем информации, фиксируемый пользователем, слишком мал по своей длительности. 15-20 минут это даже не школьный урок - и тем более не университетское занятие. Ответ на данную проблему в большинстве случаев достаточно специфичен: ужимание и симплификация контента. Вероятно, это хорошо работает в сфере младшего школьного и дошкольного образования. В ВУЗе этот подход является абсолютно недопустимым.

2. Скорость подачи информации. Скажем так - теоретически можно ускорить запись в 1,5 раза без сильных изменений понятности изложения. Тем не менее - за 1,5 часовую запись больше контента, чем стандартные 5-7 страниц конспекта занятия изучить невозможно: 5-7 страниц контента за это время и даются. Эта проблема решается приблизительно так же, как и предыдущая: упрощением материала.

3. Практическая невозможность детального поиска информации. На настоящий момент только начинают развиваться технологии автоматизированной генерации субтитров<sup>23</sup>, о поиске же внутри видео какой-то концепции, особенно технического видео - не может идти и речи;

подобные инструменты только создаются: и они максимально далеки от совершенства<sup>24</sup>.

Настоящий ответ на данные вопросы достаточно прост, как и показано в 7 и 15: ориентация на традиционный текстовый контент (Reading), но с определенными дополнениями:

1. Должны преподаваться и непрерывно практиковаться в рамках занятий методики быстрого чтения \ погружения в текстовый материал<sup>25</sup>.

2. Должны преподаваться и также непрерывно практиковаться навыки быстрого ассоциативного контентного поиска.

3. Должны преподаваться навыки свободного чтения (без словаря) и понимания технической литературы на английском языке: так называемый английский для инженеров<sup>26</sup>.

Тренированный специалист в состоянии найти и изучить в час до нескольких десятков статей: собственно говоря, если для упрощения допустить, что контент каждой статьи может быть изложен за одно занятие - ускорение получения контента достигает 10-ков раз.

Упрощать текстовый контент также не требуется: достаточно дать ссылку на более простой для понимания источник в списке литературы.

Технологии поиска в текстовой информации - вообще основа современной сети Internet: от поисковых систем Google и Yandex, до Bing с встроенным ChatGPT и умного браузера Arc.

Тем не менее - развитые способности к чтению определяют лишь часть мозаики: недостающие элементы обеспечиваются путем значительного повышения частоты и содержательности семестровых и курсовых работ,

21 Антропоморфный робот, созданный в коллаборации OpenAI и Figure AI

22 Антропоморфный робот производства самого известного российского робостартапа - компании «Андроидная Техника»

23 На YouTube она полноценно была внедрена только в 2023 г.

24 Самые развитые на текущий момент - Clipy, Transcribe совершенно не понимают контекст запроса в любой технической лекции

25 Например, методика деконцентрации О.Г. Бахтиярова, методики вхождения в «состояние потока», навыки работы с таймером По-модоро и пр.

26 Как это ни печально, на настоящий момент в значительном количестве областей объем такой литературы достигает 90%.

что приводит в свою очередь к значительной развитости навыка изложения своих мыслей - wRiting. Большинство специальных курсов каждый семестр предлагается заканчивать подобной работой: но с предложением наиболее успешающим студентам сформировать собственные темы (в сотрудничестве с преподавателем). Как показывает многолетняя практика такого сквозного (через 2 и более семестры) преподавания одним преподавателем различных дисциплин - от теории систем и системного анализа до беспилотной техники и теории информации и кодирования: указанный подход значительно повышает:

- субъективную заинтересованность и удовлетворенность студентов.
- процент выбора преподавателя указанных курсов в качестве научного руководителя.
- процент поступления в магистратуру и аспирантуру.
- общую интегральную оценку за диплом<sup>27</sup>

#### Research & disRupt

Research в рамках представляемой парадигмы STREAM3 на текущий момент представляет собой преимущественно проектную работу в рамках так называемых СКБ - студенческих конструкторских бюро, работающих совместно с опытными инженерами над решениями задач индустрии: комплексными НИОКР и производственными заказами.

В состав СКБ отбирается высший (по успеваемости профильных предметов) квартал студентов - для которых практическая часть обучения и часть лекционной нагрузки заменяется на обучение на базе реальных заданий от заказчиков. Подобное погружение позволяет максимально «окунуть» будущих специалистов в специфику решаемых проблем, показать важность их деятельности и решить значительную сторону задач силами стажирующегося персонала.

Кроме СКБ авторами предлагается дальнейшее расширение уже «воронки воронки» - количества изначально подготовленных абитуриентов в рамках МКБ (молодежного-школьного конструкторского бюро, работающих в зеркальных лабораториях в параллель с действующими СКБ) и т.н. малых ПИШ: реновированных колледжей и политехнических лицеев, обеспечивающих профильную подготовку в синхронизации с учебными планами ВУЗов.

Переходя к disRupt - авторами предлагается единый soft-skills-блок, обеспечивающий старт мышления технологических предпринимателей:

1. От pre-Seed до Единорога - анатомия стартапов.
2. Теория систем и системный анализ.
3. Инновационный менеджмент и маркетинг инноваций.
4. Интеллектуальные права и право новых технологий.
5. Основы системной инженерии и проектной деятельности.
6. Экономика и бизнес-планирование для инженеров.
7. Управление карьерой и собственное целеполагание.
8. 42 - автостопом по утопиям и антиутопиям.
9. Компьютерные игры и стрессоустойчивое проектирование.
10. Теория решения изобретательских задач.
11. Основы тайм-менеджмента и эффективное планирование.
12. Реальные технологии: от колеса до сотового телефона.

Необходимо заметить, что преподавание указанных дисциплин обязано осуществляться специалистами с бизнес или управленческим бэкграундом, в противном случае их эффективность будет в лучшем случае сомнительной - в худшем случае приведет к формированию некорректных практик и резкому снижению мотивации студенческого контингента.

Разработанная образовательная парадигма при ее должной реализации способна обеспечить достаточно массовую подготовку молодых визионеров с уникальным сочетанием дивергентного и конвергентного мышления, одновременно являющихся глубокими специалистами в технических областях, находящихся на острие прогресса Индустрии 5.0: «прогрессоров»<sup>28</sup>, выпускающихся в России XXI-го века.

Для внедрения разработанной парадигмы авторами были проведены разработка и лицензирование трех принципиально новых образовательных программ:

- Разработчик ИИ и когнитивных систем
- Архитектор ИТС и роботизированных платформ
- Робототехника и искусственный интеллект

Впервые полномасштабное внедрение STREAM3 планируется с сентября 2024 г. в рамках образовательного гранта - Института Искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии.

<sup>27</sup> По опыту одного из авторов - Чикрина Д.Е.: из более 100 дипломников с 2008 г. на «хорошо» защитилась лишь одна: остальные на «отлично»

<sup>28</sup> Аркадий и Борис Стругацкие, Полдень, XXI век

## Литература:

1. J. Barata, I. Kayser «Industry 5.0 - Past, Present and Near Future».
2. R. Wolniak «Industry 5.0 - characteristic, main principles, advantages and disadvantages».
3. Платформа университетского технологического предпринимательства : Федеральный проект. – URL: <https://univertechpred.ru/>.
4. «Science, Technology, Engineering and Mathematics: education and training strategy», веб-ресурс правительства Шотландии <http://bit.ly/STEMstrategy>.
5. N-H Kang «A review of the effect of integrated STEM or STEAM education in South Korea».
6. D.A. Morales, J. Ortiz-Revilla «STEM vs. STEAM education and student creativity: a systematic literature review».
7. H.T.T. Nguyen, S. Sivapalan and P.H. Hiep «The Transformation from STEM to STREAM Education at Engineering and Technology Institutions of Higher Education».
8. O. Strutyńska, M. Umryk «Learning Startups as a Project based Approach in STEM Education».
9. R. Root-Bernstein and others «Arts Foster Scientific Success: Avocations of Nobel, National Academy, Royal Society and Sigma Xi Members».
10. M.H. Land «Full STEAM Ahead: The Benefits of Integrating the Arts Into STEM».
11. Гилфорд, Дж. П. Природа человеческого интеллекта/ Дж. П. Гилфорд. Нью-Йорк.:МакГроу-Хилл, 1967.- С. 67-68
12. Л.М. Кроль Эмоциональный интеллект лидера/ Альпина Паблишер: Бизнес
13. Д. Гоулман Эмоциональный интеллект в работе/ Манн, Иванов и Фербер, 2023 г.
14. С.Л. Бут, Д. Медоуз Сборник игр для развития системного мышления / Просвещение, 2007 г.

## Об авторах:

**Чикрин Дмитрий Евгеньевич**, доктор технических наук, профессор, директор Института искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии Казанского федерального университета, Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия

**Пашин Дмитрий Михайлович**, доктор технических наук, профессор, проректор по цифровой трансформации и инновационной деятельности Казанского федерального университета, Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия

**Роднянский Дмитрий Владимирович**, доктор экономических наук, доцент, заместитель директора по образовательной деятельности Института искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии Казанского федерального университета, Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия

**Заппаров Булат Айратович**, кандидат экономических наук, профессор, заведующий кафедрой технологического предпринимательства, заместитель директора по научной деятельности Института искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии Казанского федерального университета, Казанский федеральный университет, г. Казань, Россия, [bulat.zapparov@gmail.com](mailto:bulat.zapparov@gmail.com)

## About the authors:

**Dmitriy E. Chikrin**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Institute of Artificial Intelligence, Robotics and Systems Engineering, Kazan Federal University, Kazan Federal University, Kazan, Russia

**Dmitriy M. Pashin**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-Rector for Digital Transformation and Innovation, Kazan Federal University, Kazan Federal University, Kazan, Russia

**Dmitriy V. Rodnyanskiy**, Doctor of Economics, Associate Professor, Deputy Director for Educational Activities of the Institute of Artificial Intelligence, Robotics and Systems Engineering, Kazan Federal University, Kazan Federal University, Kazan, Russia

**Bulat A. Zapparov**, Candidate of Economics, Associate Professor, Head of the Department of Technological Entrepreneurship, Deputy Director for Scientific Activities of the Institute of Artificial Intelligence, Robotics and Systems Engineering, Kazan Federal University, Kazan Federal University, Kazan, Russia