

Классификация инструментов инвестиционной поддержки технологий интегрированных энергетических систем

Жуковский Ю.Л., кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

Булдыско А.Д., магистрант, Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

Халтурин А.А., магистрант, Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

Блинов А.М., кандидат экономических наук, доцент, Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

Крук М.Н., кандидат экономических наук, доцент, Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

Семенов А.С., кандидат технических наук, доцент, Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В данной статье представлена классификация ключевых технологий интегрированных энергетических систем, а также виды инструментов инвестиционной поддержки этих технологий. Проведен анализ ключевых технологий необходимых для перехода к интеллектуальным энергетическим системам с целью определения инвестиционной привлекательности. Определены взаимосвязи основных вызовов и свойств энергосистемы посредством технологических блоков. Сформирован перечень инвестиционной поддержки с учетом классификации технологий.

Ключевые слова: классификация инструментов поддержки, рынок технологий, энергопереход, устойчивое развитие, интегрированные энергетические системы.

Classification of investment instruments for supporting integrated energy systems technologies

Zhukovskiy Y.L., Candidate of Sciences in Technology, Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia

Buldysko A.D., magister, Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia

Halturin A.A., magister, Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia

Blinov A.M., Candidate of Sciences in Economy, Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia

Kruk M.N., Candidate of Sciences in Economy, Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia

Semenov A.S., Candidate of Sciences in Technology, Saint-Petersburg Mining University, Saint-Petersburg, Russia

Annotation. This article presents a classification of key technologies for integrated energy systems, as well as types of investment support tools for these technologies. The analysis of key technologies necessary for the transition to smart energy systems in order to determine investment attractiveness is carried out. The interconnections of the main challenges and the properties of the energy system through technological units are determined. A list of investment support has been compiled taking into account the classification of technologies.

Keywords: classification of investment support tools, the market for technologies, energy transfer, sustainable development, integrated energy systems.

Введение

Сегодня мир идет по пути цифровизации производств и массового внедрения современных высокотехнологичных средств, что является основой

четвертой промышленной революции, так называемой «Индустрия 4.0»¹. Проникновение информационных и цифровых технологий в экономическую и социальную сферы порождает множество новых рынков, услуг и бизнес-стратегий, что в обозримом будущем качественно преобразит энергетические рынки.

Результаты исследования

Проникновение технологий на всех уровнях жизни и экономики открывает окно новых возможностей, позволяя выйти странам на постиндустриальный уровень, являясь, как и ответом на глобальные вызовы человечеству (растущее население, энергопотребление, научно-технический прогресс, экология и климат, истощение неэнергетических ресурсов, износ инфраструктуры, децентрализация мира)², так и источником новых вызовов производствам, государству и бизнесу: использование интеллектуального и технологического потенциала, модернизация и трансформация отраслей необходимы и обязательны для устойчивого развития, а также для сохранения энергетической и, как следствие, государственной безопасности³. Также на настоящий момент такие изменения приводят к очень высокой неопределенности в отношении успеха различных технологических направлений, являющимися основой сдвига парадигмы в сторону интегрированных интеллектуальных систем электро-, тепло- и газоснабжения (энергетическая «система систем» или «EnergySoS»)⁴.

¹ Salleh Noor Azlina Mohd. Kasolang, Salmiah; Mustakim, Muhammad Azri; Kuzaiman, Nur Asiah. The Study on Optimization of Streamlined Process Flow Based on Delmia Quest Simulation in an Automotive Production System // Procedia Computer Science. – 2017, – Vol. 105. – pp. 191–196.

² Веселов Ф.В. Глобальные климатические инициативы: долгосрочные вызовы для энергетики России. URL: https://www.eriras.ru/files/270916-vybrosy_pg-veselov.pdf

³ Прогноз развития энергетики мира и России 2016. // ИНЭИ РАН–АЦ при Правительстве РФ – Москва, 2016. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/10585.pdf>

⁴ Проект энергостратегии Российской Федерации на период до 2035 года (редакция от 01.02.2017). URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1920>



Рис. 1 – Представление системы «EnergySoS»

Переход к «EnergySoS» позволит энергетике стать гарантом устойчивого развития при переходе к новому технологическому укладу благодаря интеграции различных энергоресурсов и средств распределенной энергогенерации, что позволит создать гибкую демократическую инфраструктуру обмена энергией. Расширение функциональных возможностей на основе интеграции невозможно без единой информационно-коммуникационной платформы, обеспечивающей контроль, управление, наблюдаемость обмена энергией и энергетическими торговыми сервисами⁵. Таким образом, энергетическая коллаборация и интеграция регуляторов способны нивелировать множество барьеров при энергетическом переходе и образовать единую законодательную, нормативную, социальную систему правил, формирующих безопасное, доступное и качественное обеспечение энергией всех участников.

Эти вызовы влияют на развитие ключевых технологий (табл. 1), на базе которых будет осуществляться переход к интеллектуальным системам энергоснабжения. Они разбиты на 8 блоков⁶:

⁵ Огороков В.Р., Волкова И.О. Интеллектуальные энергетические системы: технические возможности и эффективность. // Академия энергетики. – № 3. – 2010. – С.74-82.

⁶ Составлено автором на основании изученных научных источников

- Возобновляемая энергетика (ВИЭ)
- Информационные технологии
- Цифровые технологии
- Материаловедение и оборудование
- Энергосбережение
- Невозобновляемая энергетика
- Транспортная инфраструктура
- Аккумуляция

Таблица 1

Ключевые технологии

	Название блока технологий	Название технологий*
БТ1	Возобновляемая энергетика	Т1. Сетевая ветроэнергетика; Т2. Малая распределенная генерация ВИЭ; Т3. Сетевая фотовольтаика; Т4. Мини- и микро- гидроэнергетика; Т5. Технологии преобразования вторичных ресурсов в электроэнергию; Т6. Водородная энергетика;
БТ2	Информационные технологии	Т7. Прогнозное техническое обслуживание и ремонт; Т8. Интеллектуальная диагностика электрооборудования; Т9. Большие данные и машинное обучение; Т10. Интернет вещей; Т11. Распределенный реестр; Т12. Информационная безопасность;
БТ3	Цифровые технологии	Т13. Интеллектуальные датчики; Т14. Интеллектуальный учет; Т15. Активно-адаптивные электрические сети Т16. Интеллектуальные системы автоматизации и управления; Т17. Беспилотные летательные комплексы; Т18. Микросети и агрегация спроса; Т19. 5G связь; Т20. Energy Harvesting; Т21. Цифровые двойники; Т22. Augmented reality; Т23. Цифровая подстанция.
БТ4	Материаловедение и оборудование	Т24. Новые конструкционные материалы; Т25. Высокотемпературная сверхпроводимость; Т26. Кабели и провода; Т27. Силовая электроника; Т28. Коммутационное оборудование.

BT5	Энергосбережение ⁷	T29. Энергоэффективное производство; T30. Энергоэффективное оборудование; T31. Энергетический менеджмент.
BT6	Невозобновляемая энергетика	T32. Чистый уголь T33. Увеличение нефтеотдачи; T34. Технологии освоения тяжело извлекаемых запасов; T35. Использование газ, в том числе сжиженного; T36. Парогазовые установки; T37. Распределенная энергетика T38. Атомная энергетика
BT7	Транспортная инфраструктура	T39. Электротранспорт; T40. Водородный транспорт; T41. Газомоторное топливо; T42. Vehicle-to-grid
BT8	Аккумуляция	T43. Технологии локальных накопителей; T44. Гидроаккумуляция; T45. Тепловая аккумуляция; T46. Сжатый воздух; T47. Подземные хранилища газа; T48. Сверхпроводниковые магнитные накопители; T49. Электрохимические накопители; T50. Кинетические накопители; T51. Суперконденсаторы; T52. Водород.

В ходе исследования осуществлен поиск компаний-лидеров рынка для каждого из направлений (блоков) ключевых технологий из табл. 1 с целью проведения оценки влияния технологических трендов на приобретаемые свойства технологий (рис. 2).

Для каждой из представленных технологий сформирована аксиологическая взаимозависимость с соответствующим свойством «Системы систем», и согласно экспертным оценкам, распределены весовые коэффициенты влияния: отсутствие влияния; слабое; умеренное; существенное; сильное. Таким образом, полученная модель обеспечивает возможность воспроизведения прогнозных оценок на спрос технологических направлений, доминирующих в ближайшее десятилетие. С учетом взаимосвязи с глобальными вызовами (слева) превалирующая характеристика представленных технологий обусловлена и с точки зрения устранения

⁷ Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Жуковский Ю.Л. Методы и средства повышения уровня энергосбережения и энергоэффективности на горных предприятиях // Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева. – 2015. – №5(114). – С.25-30.

обостряющихся проблем в интегрированных энергетических системах отдельных регионов⁸. Данный подход (рис. 2) позволяет проследить, на каких из свойств «EnergySoS» отразится влияние приведенных вызовов⁹. Кроме того, через экономическую и социальную сферы выявлено воздействие вызовов на 8 технологических блоков. Определить соответствующие качественные свойства системы для вклада в динамику конкретного вызова позволяет обратная последовательность.

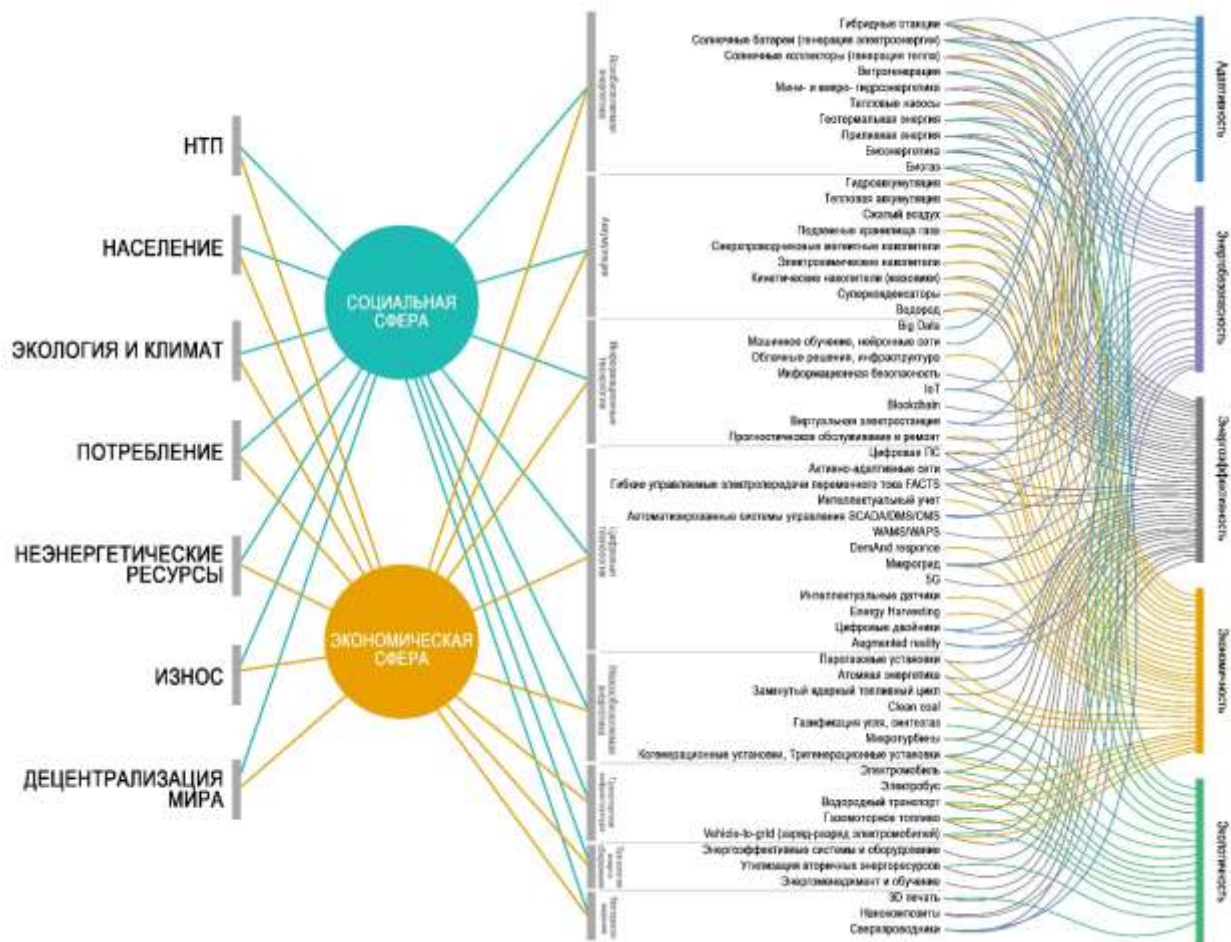


Рис. 2 – Взаимосвязь технологий и причин их появления

Все технологии представлены на диаграмме цикла зрелости¹⁰ по состоянию на 2018 г., которая учитывает неравномерность проникновения технологий по времени и позволяет оценить временной промежуток между

⁸ Яковлева Э.В., Сизякова Е.В., Иванов П.В., Жуковский Ю.Л., Пудкова Т.В. Анализ перспектив регионального развития интеллектуальных энергетических систем // Российский Экономический Интернет-Журнал. – 2018. – №2. – С.107.

⁹ Буддыско А.Д., Жуковский Ю.Л. Исследование влияния глобальных вызовов на свойства интеллектуальных энергетических систем // Современные образовательные технологии в подготовке специалистов для минерально-сырьевого комплекса. – СПб.: Санкт-Петербургский горный университет. – 2018. – С.1073-1079.

¹⁰ Zhukovskiy, Y., Koteleva, N. A method of definition of life-cycle resources of electromechanical equipment. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 124 (2016) 012172.

научным открытием (запуском технологии) и массовым внедрением (выходом на плато продуктивности).

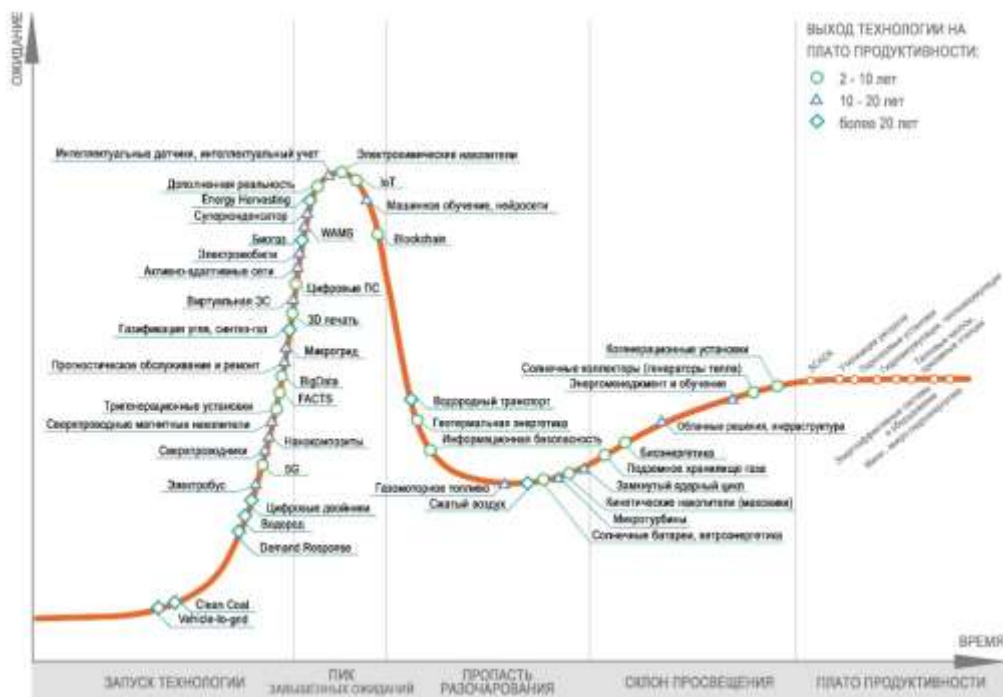


Рис. 3 – Цикл зрелости ключевых технологий¹¹

Инструменты инвестиционной поддержки представлены на рисунке 4:

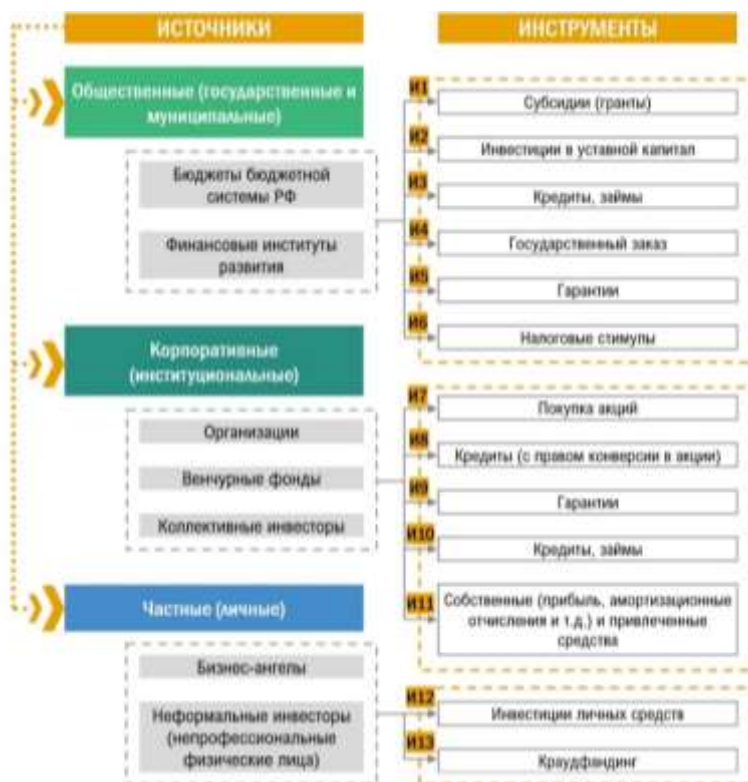


Рис. 4 – Инструменты инвестиционной поддержки, включая источники финансирования

¹¹ Разработано автором по методике: Garther. URL: – <https://www.gartner.com/en>

Результаты классификации технологий и необходимых инвестиционных инструментов поддержки развития технологий представлены на рисунке 5. По оси абсцисс откладывается спрос на технологии на внутреннем и внешнем рынке в перспективе до 2030 года. В отрицательной области находятся технологии, спрос на которые в мире будет сокращаться, а в положительной – увеличиваться, что значит, чем выше спрос, тем ниже риски при инвестировании. Расположение по оси ординат характеризует дотационную финансовую и законодательную поддержку. В положительной области находятся технологии, требующие поддержки в основном на этапе выхода на рынок, в отрицательной области находятся технологии, требующие поддержки на всем жизненном цикле. Размеры пузырьков характеризуют нормированную значимость данной технологии для перехода к «EnergySoS». Стоит отметить, что данная классификация сделана при сценарии умеренно высоких цен на углеводороды в период до 2030 года.

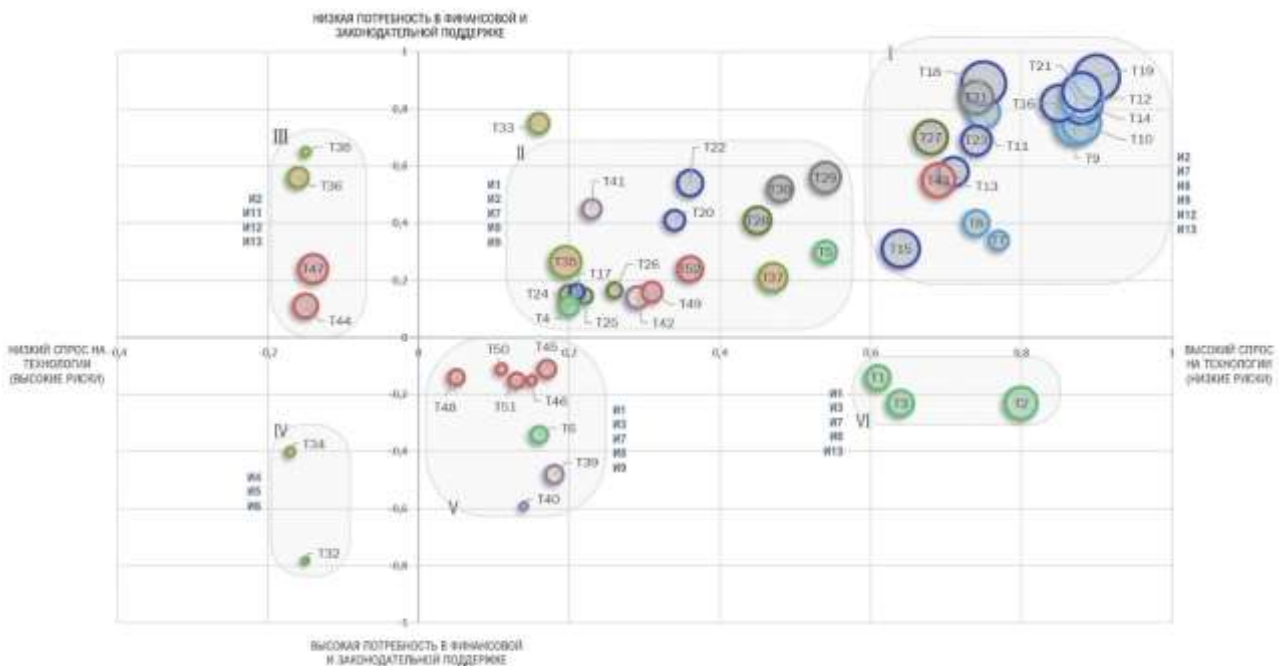


Рис. 5 – Классификация технологий по уровню спроса и необходимости финансовой и государственной поддержки с указанием необходимых инвестиционных инструментов

В результате классификации все технологии распределились в шести областях:

Область I – технологии, спрос на которые будет значительным как на внутреннем, так и на внешнем рынках. При этом поддержка компаниям в развитии технологий будет необходима на ранних стадиях. После выхода на рынок молодые компании способны генерировать прибыль при отсутствии законодательной и финансовой поддержки. Все технологии данной области являются приоритетными для поддержки, поскольку в большинстве направлений этой области на данный момент существует «окно возможностей», при котором есть все шансы выйти на глобальный рынок¹². Сами по себе технологии данной области впоследствии могут стать локомотивом для технологий в других областях, поскольку представляют собой результаты инновационных разработок. Инвестиционные инструменты данных технологий:

- Венчурные фонды – именно этот инструмент будет основным инвестором в таких случаях;
- Коллективные инвесторы – инвестиционные фонды (паевые и акционерные), кредитные союзы, пенсионные фонды, страховые организации, общества взаимного страхования. Основная роль сводится к дополнительному источнику ресурсов для венчурных фондов;
- Система 3F. FFF (Family, Friends & Fools) – (семья, друзья и «доверчивые») частные инвесторы, вкладывающие личные средства на самой ранней стадии разработки проекта;
- Краудинвесторы (акционерный краудфандинг) – группа заинтересованных частных инвесторов, в том числе независимых физических лиц или непрофессиональных инвесторов, готовых вкладывать собственные средства в новые проекты через специализированные интернет-платформы.

¹² Распределённая энергетика в России: потенциал развития. // Энергетический центр бизнес-школы “Сколково”, ИНЭИ РАН, НТЦ ЕЭС. URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_DER-3.0_2018.02.01.pdf

Область II – данные технологии ожидает увеличение спроса, однако в основном он будет обусловлен внутренним спросом РФ и стран Евразийского экономического союза. Основная поддержка компаниям этой области должна быть ориентирована на государственно-частное партнерство. Инвестиционные инструменты данных технологий:

- Гранты и субсидии. Безвозмездная субсидия организациям, предприятиям, физическим лицам в денежной или натуральной форме на проведение научных или других исследований. В РФ реализуются такими институтами развития и органами государственного управления, как РАН, РФФИ, фонд развития Инновационного центра Сколково. Российским организациям предусмотрена господдержка на компенсацию части затрат на проведение НИОКР по приоритетным направлениям гражданской промышленности с установленным порядком и условиями предоставления на конкурсной основе из федерального бюджета;

- Венчурные фонды;
- Коллективные инвесторы в виде пенсионных фондов, страховых организаций, паевые и акционерные фонды.

Область III – самодостаточные технологии спрос на которые обусловлен только региональными предпосылками с высоким риском понижения спроса, однако для РФ данные технологии имеют приоритетное значение, поскольку в них представлены компании-лидеры, которые являются локомотивом для большинства других секторов промышленности. Инвестиционные инструменты:

- Собственные средства организаций (амортизационные отчисления, прибыль и т.д.) – привлеченные, либо заемные средства: продажа акций, целевые поступления, банковские и коммерческие кредиты на различной основе и пр.;

- Бюджетное финансирование.

Область IV – технологии, востребованные локально, очень высокий риск существенного понижения спроса и необходимости постоянных дотаций, при

этом значимость этих направлений для перехода к интеллектуальным энергетическим системам мала. Поддержка может быть в основном от государства с позиции обеспечения энергетической безопасности страны на длительной перспективе. Инвестиционные инструменты данных технологий:

- Государственный заказ – применим отдельными проектами органов исполнительной власти. За счет продажи продукции предоставляет возможность инновационной компании получить средства для развития. Первоочередной задачей является создание предпосылок перехода на инновационный тип развития через вовлечение большего количества предприятий в инновационную деятельность, стимулируя спрос на инновационную продукцию, а также влияя на вложения государственных средств в российскую экономику;

- Налоговое стимулирование благоприятно в целях перенаправления в сторону перспективных отраслей экономики внутренних потоков капитала;

- Государственные гарантии по кредитам, либо облигационным займам на выполнение финансирования общегосударственных инвестиционных проектов.

Область V – в данной области сконцентрировались транспортные технологии и некоторые виды аккумуляции. Значимость для перехода к новой энергетической парадигме – средняя, спрос хотя и будет положительным, однако скорее всего будет поддерживаться только на внутреннем рынке за счет государственной поддержки. Инвестиционные инструменты данных технологий:

- Гранты и субсидии;
- Венчурное финансирование;
- Коллективные инвесторы;
- Кредиты и займы на особых (льготных) условиях – такие кредиты предоставляются на ранних стадиях проекта ФГАУ «РФТР». На стадии внедрения и промышленного производства могут быть предоставлены средства

АО «Роснано» в качестве сопутствующего инструмента в общем объеме финансирования проекта.

Область VI – технологии распределенной и сетевой возобновляемой энергетики играют существенную роль для «EnergySoS» и на горизонте до 2030 года на них будет значительный спрос, особенно на внешних рынках. Поскольку риск не занять существенные позиции на внешних рынках высокий, поддержка данных технологий рассматривается с позиции исключения импортозависимости и наращивания отечественного опыта и технологий в этих сферах. Инвестиционные инструменты:

- Гранты и субсидии;
- Венчурное финансирование;
- Коллективные инвесторы;
- Краудинвесторы;
- Государственные гарантии по кредитам, либо облигационным займам

на выполнение финансирования общегосударственных инвестиционных проектов.

Заключение

Таким образом, вызовы и тренды современного мира требуют развития и массового внедрения высоких технологий во все сферы деятельности государства. Этот процесс невозможен без достаточного вливания финансовых средств, которое может быть осуществлено, в том числе за счёт инвестиций. В данной статье проведен анализ и классификация технологий с учетом как государственных, так и частных инвестиционных инструментов, используемых для поддержки высокотехнологичных средств, с описанием этих инструментов и примерами использования.

Библиографический список

1. Абрамович Б.Н., Сычев Ю.А., Жуковский Ю.Л. Методы и средства повышения уровня энергосбережения и энергоэффективности на горных

предприятиях // Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева. – 2015. – №5(114). – С.25-30.

2. Булдыско А.Д., Жуковский Ю.Л. Исследование влияния глобальных вызовов на свойства интеллектуальных энергетических систем // Современные образовательные технологии в подготовке специалистов для минерально-сырьевого комплекса. – СПб.: Санкт-Петербургский горный университет. – 2018. – С.1073-1079.

3. Веселов Ф.В. Глобальные климатические инициативы: долгосрочные вызовы для энергетики России // ИНЭИ РАН: Конференция УгольЭко. Москва, сентябрь 2016. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: https://www.eriras.ru/files/270916-vybrosy_pg_veselov.pdf

4. Окорочков В.Р., Волкова И.О. Интеллектуальные энергетические системы: технические возможности и эффективность. // Академия энергетики. – № 3. – 2010. – С.74-82.

5. Прогноз развития энергетики мира и России 2016. // ИНЭИ РАН–АЦ при Правительстве РФ – Москва, 2016. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/10585.pdf>

6. Проект энергостратегии Российской Федерации на период до 2035 года (редакция от 01.02.2017) // Министерство энергетики РФ. [электронный ресурс]. – Режим доступа. – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1920>

7. Распределённая энергетика в России: потенциал развития. // Энергетический центр бизнес-школы «Сколково», ИНЭИ РАН, НТЦ ЕЭС. Москва, январь 2018. [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_En eC_DER-3.0_2018.02.01.pdf

8. Яковлева Э.В., Сизякова Е.В., Иванов П.В., Жуковский Ю.Л., Пудкова Т.В. Анализ перспектив регионального развития интеллектуальных энергетических систем // Российский Экономический Интернет-Журнал. – 2018. – №2. – С.107.

9. Garther [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://www.gartner.com/en>
10. Salleh Noor Azlina Mohd. Kasolang, Salmiah; Mustakim, Muhamammad Azri; Kuzaiman, Nur Asiah. The Study on Optimization of Streamlined Process Flow Based on Delmia Quest Simulation in an Automotive Production System // *Procedia Computer Science*. – 2017, – Vol. 105. – pp. 191–196.
11. Zhukovskiy, Y., Koteleva, N. A method of definition of life-cycle resources of electromechanical equipment. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 124 (2016) 012172.
12. Zhukovskiy Y.L., Korolev N.A., Babanova I.S., Boikov A.V. The prediction of the residual life of electromechanical equipment based on the artificial neural network. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. "Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering - Power Supply of Mining Companies" 2017. C. 032056.
13. Zhukovskiy Y.L., Starshaia V.V., Batueva D.E., Buldysko A.D. Analysis of technological changes in integrated intelligent power supply systems // *Innovation-based development of the mineral resources sector: challenges and prospects – 11th Conference of the Russian-German Raw Materials, 2018 11th. 2019*, pp. 249-258.

References

1. Abramovich B.N., Sychov Y.A., Zhukovskiy Y.L. Methods and means of increasing the level of energy saving and energy efficiency in mining enterprises // *Kuzbass State Technical University n.a. T.F. Gorbachev*. – 2015. – №5(114). – Pp.25-30.
2. Buldysko A.D., Zhukovskiy Y.L. Study of the impact of global challenges on the properties of intelligent energy systems // *Modern educational technologies in the training of specialists for the mineral resource complex*. – Saint Petersburg: Saint-Petersburg Mining University. – 2018. – Pp.1073-1079.
3. Veselov F.V. Global Climate Initiatives: Long-Term Challenges for Russia's Energy Sector // *The Energy Research Institute of the Russian Academy of*

Sciences: CoalEco Conference. Moscow, September 2016. [Electronic resource] – Access mode. – URL: https://www.eriras.ru/files/270916-vybrosy_pg-veselov.pdf

4. Okorokov V.R., Volkova I.O. Intelligent Energy Systems: Technical Capabilities and Efficiency // Academy of Energy, № 3, 2010.– Pp.74-82.

5. Forecast for the development of energy in the world and Russia 2016. // The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences – Analytical Center under the government of the Russian Federation – Moscow, 2016. [Electronic resource] – Access mode. – URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/10585.pdf>

6. The energy strategy project of the Russian Federation for the period until 2035 (edition from 01.02.2017) // Ministry of Energy of the Russian Federation. [Electronic resource] – Access mode. – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1920>

7. Distributed energy in Russia: development potential. // Energy Center of Skolkovo Business School, The Energy Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Scientific and Technical Center of United power Systems. Moscow, January 2018. [Electronic resource] – Access mode. – URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_En eC_DER-3.0_2018.02.01.pdf

8. Yakovleva E.V., Sizyakova E.V., Ivanov P.V., Zhukovskiy Y.L., Pudkova T.V. Анализ перспектив регионального развития интеллектуальных энергетических систем // Российский Экономический Интернет-Журнал. – 2018. – №2. – Pp.107.

9. Garther [Electronic resource] – Access mode. – URL: <https://www.gartner.com/en>

10. Salleh Noor Azlina Mohd. Kasolang, Salmiah; Mustakim, Muhamammad Azri; Kuzaiman, Nur Asiah. The Study on Optimization of Streamlined Process Flow Based on Delmia Quest Simulation in an Automotive Production System // Procedia Computer Science. – 2017, – Vol. 105. – Pp. 191–196.

11. Zhukovskiy, Y., Koteleva, N. A method of definition of life-cycle resources of electromechanical equipment. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 124 (2016) 012172.

12. Zhukovskiy Y.L., Korolev N.A., Babanova I.S., Boikov A.V. The prediction of the residual life of electromechanical equipment based on the artificial neural network. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. «Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering – Power Supply of Mining Companies» 2017. C. 032056.

13. Zhukovskiy Y.L., Starshaia V.V., Batueva D.E., Buldysko A.D. Analysis of technological changes in integrated intelligent power supply systems // Innovation-based development of the mineral resources sector: challenges and prospects – 11th Conference of the Russian-German Raw Materials, 2018 11th. 2019, pp. 249-258.