

УДК 330.3

Проблемы коммерциализации
цифрового измерительного
трансформатора напряжения
и тока

**Ю. В. Вылгина, А. С. Шишова,
В. Д. Лебедев**

*Ивановский государственный энергетический
университет им. В. И. Ленина*

E-mail: anastasiy-shishov@yandex.ru

Обзорная статья

В статье исследуются состояние вопроса и проблемы коммерциализации инновационных разработок в электроэнергетике. Авторами выявлены особенности и специфика выведения инновационного продукта на рынок электрооборудования для предприятий электроэнергетики Российской Федерации. Статья посвящена вопросам оценки рыночных характеристик инновационной разработки «Цифровой измерительный трансформатор тока», формированию подхода к оценке ёмкости рынка в сегменте измерительных трансформаторов рынка электроэнергетического оборудования. Схема формирования оценочных показателей является частью разрабатываемой методики оценки эффективности внедрения инновационных технологий в электроэнергетике, способствующей решению проблем их коммерциализации.

Ключевые слова: инновационный продукт, цифровой измерительный трансформатор тока и напряжения, ёмкость рынка, рыночные показатели, оценка эффективности, инвестиционные риски

Problems of commercializing
innovative digital voltage and
current measuring transformer

**Yu. V. Vilgina, A. S. Shishova,
V. D. Lebedev**

Ivanovo State Power Engineering University

Review article

The paper studies the status of problems of commercializing innovative electric power engineering designs. The authors have identified the specific aspects of launching innovative products on the market for Russian electric power enterprise equipment. The paper is devoted to evaluating the market characteristics of an innovative “Digital voltage and current measuring transformer”, and determining an approach to evaluating market capacity for innovative products in the measuring transformer segment of the electric power equipment market. The scheme of formation of evaluation indicators is part of a method being developed to evaluate the efficiency of implementation of innovative technologies in the electric power industry to help resolve problems of commercialization.

Keywords: innovative product, digital voltage and current measuring transformer, market capacity; market indicators, assessment of efficiency, investment risks

Благодарности: Исследования выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» по теме «Разработка и исследование цифровых трансформаторов напряжения 110 кВ, основанных на фундаментальных физических законах с оптоэлектронным интерфейсом для учета электроэнергии в интеллектуальной электроэнергетической системе с активно-адаптивной сетью» (Соглашение № 14.574.21.0072 о предоставлении субсидии от 27 июня 2014 г., уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) RFMEFI57414X0072).

1. Введение

Одним из направлений модернизации электроэнергетики в настоящее время является внедрение активно-адаптивных сетей (Smart Grid), позволяющих существенно повысить надёжность электроснабжения потребителей, а также снизить эксплуатационные затраты за счет снижения энергопотерь и расхода энергоресурсов. Развитие Smart Grid (или интеллектуальных сетей) обусловлено следующими факторами: низкой надёжностью традиционных технологий управления в современных динамично изменяющихся условиях и их экономической и социальной неэффективностью, под которой авторами понимается снижение уровня жизни населения (подробнее термин рассматривается в [1; 2]).

Внедрение активно-адаптивных сетей предъявляет новые требования к производителям релейной защиты и релейному оборудованию в целом, что в конечном итоге должно обеспечивать экономическую эффективность реализации новых продуктов. Как было выявлено, ограниченный выбор инновационных продуктов на рынке обусловлен рядом причин, среди которых авторами наиболее ярко выделяется проблема сложности коммерциализации подобных продуктов, которые удовлетворяли бы требованиям концепции Smart Grid. К таким продуктам относится "Цифровой измерительный трансформатор тока и напряжения" (ЦТТН), который разработан авторским коллективом в Ивановском государственном энергетическом университете. Как и большинство инновационных разработок, исследуемый продукт испытывает сложности в рыночной реализации и не доходит до товарной стадии (стадии полноценного продукта). Для коммерциализации представленной разработки необходима организация производства (серийного или штучного в зависимости от продукта) и отработанная технология производства продукта, а, как показал анализ, инновационные разработки в электроэнергетике обладают специфическими чертами. Авторами выявлено, что понятие «инновационная разработка», содержащее «...конечный результат инновационной деятельности, получивший реализацию в виде нового или усовершенствованного продукта, реализуемого на рынке, нового или усовершенствованного технологического процесса, используемого в практической деятельности [3]», не совсем соответствует особенностям электроэнергетической отрасли. В связи с этим, сформированы отличительные свойства, которыми может обладать инновационная разработка, применяемая для электроэнергетического предприятия:

- 1) новизна;
- 2) завершённый характер продукта;
- 3) его практическая применимость;
- 4) последующая реализация на рынке (то есть способность коммерциализоваться).

Кроме того, выявлено, что в актуальных источниках литературы недостаточно конкретизированы подходы к оценке стадий развития инновационного продукта. Авторам на основе существующих методик удалось сформировать следующие важные для дальнейшей оценки проблем коммерциализации стадии развития инновационного продукта:

- 1) идея;
- 2) концепция;
- 3) модель прототипа;
- 4) работающий прототип;
- 5) полноценный продукт.

Авторами произведено разделение стадии «прототип» на две отдельные стадии, так как указанные этапы отражают специфику инновационных разработок в электроэнергетике, а именно лабораторный образец продукта (модель прототипа) предшествует экспериментальному образцу продукта (работающий прототип).

Этот факт позволил связать проблемы коммерциализации со следующими основными особенностями: сложность перехода со стадии 4 на стадию 5 (доведение до полноценного продукта на рынке электроэнергетики связаны с необходимостью прохождения ряда испытаний, сертификации продукта, опытной эксплуатации на

реальных электроэнергетических объектах), нет четкого представления о потребности клиента (отсюда сложность в обосновании практической применимости) и, как следствие, повышающиеся риски в коммерциализации объекта.

Под коммерциализацией инновационных разработок авторы понимают процесс выхода «разработки, готовой к производству» (промежуточная стадия между концепцией и полноценным продуктом¹) на рынок, который начинается после экспертизы рыночной реализуемости и заканчивается достижением поставленных оптимизационных целей, под которыми авторы понимают достижение точки безубыточности и получение прибыли.

Таким образом, коммерциализация инноваций в электроэнергетике возможна при условии привлечения инвестиций для реализации новаций на рынке из расчета участия инвестора в будущей прибыли в случае успеха реализации инновационного проекта. На наш взгляд, важным является анализ взаимодействия инноватора и инвестора при решении вопросов коммерциализации нового продукта, которые в процессе коммерциализации взаимодействуют на нескольких этапах, первый раз их интересы «сталкиваются» при поиске инвестиций (инноватор) и отборе проектов (инвестор). Для инноватора на данном этапе возникает проблема оценки эффективности реализации своего инновационного проекта, что сдерживает его развитие.

Авторами проведен анализ «периодов и этапов взаимодействия» инноватора и инвестора, в результате которого установлено смещение по времени (их участия) появления каждого из них в рассматриваемом виде деятельности (рис.1). Процесс выведения инновационного проекта на рынок является ключевым этапом инновационной деятельности, после чего (выведения на рынок) возможным результатом будет являться возмещение затрат разработчика (или владельца) инновационного продукта и получение им прибыли от своей деятельности.

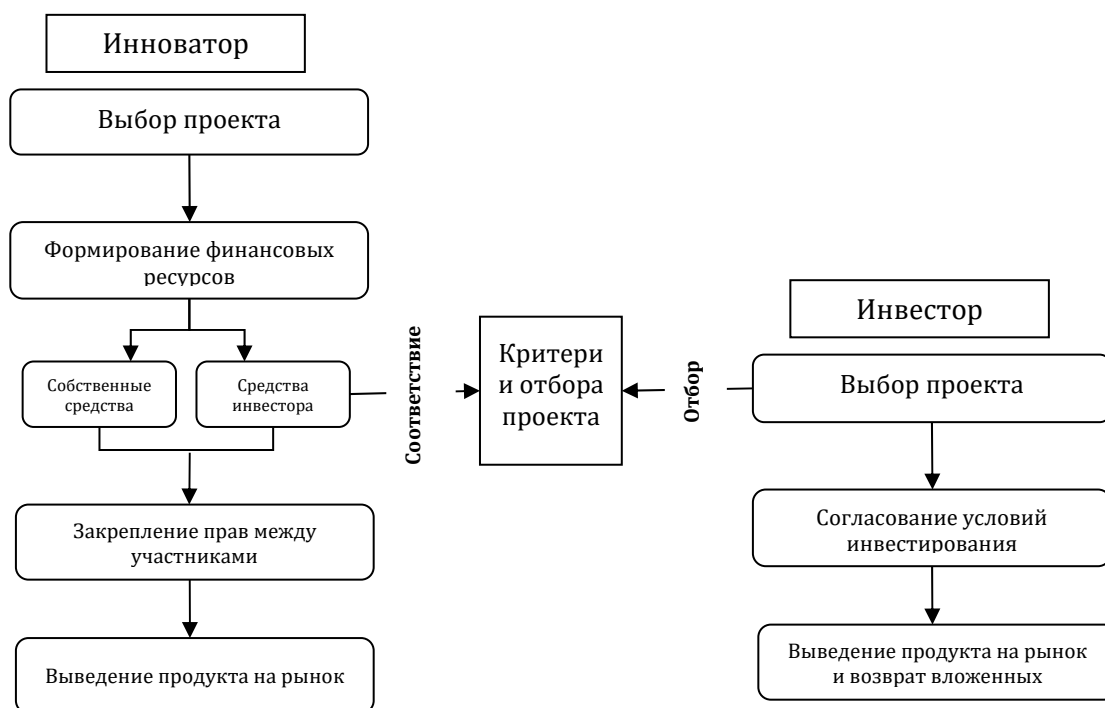


Рисунок 1. Взаимодействие инноватора и инвестора на первом этапе коммерциализации инновационного продукта

¹ Вылгина Ю. В., Шишова А. С. Особенности коммерциализации инновационных разработок в электроэнергетике // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2016. № 2. С. 74–79.

Таким образом, процесс коммерциализации инновационного продукта на рынке электроэнергетики замедляется вследствие отсутствия объективных инструментов оценки эффективности и сложности прогнозирования финансовых результатов, а также обусловлен следующими проблемами:

- 1) необходимостью доказательства целесообразности внедрения инновационного продукта;
- 2) неадекватной оценкой конкурентной среды;
- 3) сложностью поиска канала сбыта;
- 4) затруднениями в конечной оценке экономической эффективности реализации инновационного проекта.

Разработка методики оценки эффективности внедрения инновационных технологий позволит снизить уровень сложности прогнозирования финансовых результатов, что актуально для электроэнергетики, так как отрасли свойственны длительные сроки окупаемости инвестиций, что формирует риск для инвестора. Внешняя среда порождает необходимость решения накопившихся вопросов, связанных с технической и экономической сторонами функционирования активно-адаптивных сетей. Таким образом, своевременные инновационные решения будут способствовать достижению определенного уровня развития электроэнергетики, который позволит говорить о его принципиально новой роли на уровне государства в области повышения стабильности, надежности и безопасности электроснабжения.

Важной компонентой Smart Grid являются цифровые подстанции, которые включают в себя комплекс релейной защиты и измерительные трансформаторы. Они формируются в аналоговых, оптических и цифровых решениях. Оптические и цифровые трансформаторы авторами отнесены к новому типу измерительных трансформаторов, аналоговые – к традиционному типу.

Сфера измерительных трансформаторов нового типа, удовлетворяющих требованиям активно-адаптивных сетей, только начинает развиваться, но требования, формируемые концепцией интеллектуальных сетей для элементной базы, уже существуют. Для подтверждения данного факта авторами был проведен анализ данных информационного агентства Thomson Reuters, в результате которого было установлено, что за последние 8 лет получено всего 654 патента в сфере измерительных трансформаторов, которые используются в релейной защите (рост количества охраняемых документов в данной области связан с тем, что существующие на рынке традиционные измерительные трансформаторы не соответствуют требованиям внедряемой концепции Smart Grid и имеют высокий уровень морального износа). Однако уровень патентования в этом направлении достаточно низок, учитывая, что всего в информационной базе Thomson Reuters на середину ноября 2015 года насчитывалось 99 млн патентов¹.

Проведенный анализ позволяет авторам сделать вывод о том, что в электроэнергетике сфера измерительных трансформаторов имеет потенциал по развитию инновационных проектов и ЦТТН является полноценным рыночным продуктом. Проблема заключается в том, что для реализации новых разработок необходимы финансовые вложения в них, а также пилотные площадки на электроэнергетических объектах.

Статья посвящена оценке рыночных характеристик инновационного продукта "Цифровой измерительный трансформатор тока и напряжения", представлено авторское видение решения проблем выведения разработки на рынок электрооборудования для предприятий электроэнергетики Российской Федерации.

2. Постановка вопроса: Особенности коммерциализации инновационных разработок в электроэнергетике

Одной из особенностей коммерциализации в электроэнергетике является то, что инновационные разработки очень слабо продвигаются на рынок. Одним из решений, которое может быть востребовано на рынке является «Цифровой комбинированный трансформатор тока и напряжения» (ЦТТН), который был разработан с целью решения

¹ Патентная база Thomson Reuters. URL: <https://www.thomsoninnovation.com>.

технологических проблем существующих измерительных трансформаторов. С 2013 года активно ведется патентование технических решений (получено более 10 патентов на данный инновационный продукт). Однако данная разработка испытывает проблемы с дальнейшей реализацией. Авторами предлагается научный вклад в разработку механизмов продвижения инновационного продукта на рынок электроэнергетического оборудования в сегменте измерительных трансформаторов.

Одним из главных рыночных драйверов представляемого продукта можно считать тот факт, что ЦТТН предназначен для измерения тока и напряжения в электроэнергетической системе нового поколения Smart Grid, включает инновационную датчиковую систему, основанную на базовых физических принципах, высоковольтный и низковольтный электронные модули [4; 5; 6; 7]. Кроме того, в ЦТТН реализована уникальная возможность резервирования данных об измерениях для различных групп потребителей. Данные конкурентные преимущества должны быть реализованы на рынке, формируемым сетевыми компаниями и промышленными предприятиями, и выражены в следующих потребностях (требованиях):

- 1) соответствие техническим требованиям инновационной концепции «Smart Grid» [8];
- 2) снижение уровня шумов;
- 3) исключение феррорезонансных явлений;
- 4) повышение энергоэффективности и снижение энергопотерь [9];
- 5) повышение интенсивности внедрения инноваций [10].

На основе существующих потребностей субъектов рынка происходит формирование задач для компаний-производителей электрооборудования. Для выполнения представленных требований следует разрабатывать элементы инновационной базы таким образом, чтобы части построения системы опережали развитие самой системы. При реализации данного подхода возможно непрерывное (постоянное) усовершенствование системы. Таким образом, формируется «клиентоориентированная» рыночная среда, и наработок в этом направлении выявлено немного. Например, на основании проведенного исследования отчета компании Deloitte [11] и механизма ранжирования основными задачами на сегодняшний день для электроэнергетических компаний могут являться:

- оптимизация структуры генерирующих мощностей;
- внедрение концепции «Smart Grid» и получение преимуществ от их использования;
- поддержка распределенной генерации, основанной на возобновляемых источниках энергии;
- трансформация взаимодействия с клиентами;
- повышение операционной эффективности, снижение затрат;
- превращение нормативного регулирования в фактор создания стоимости;
- интернационализация;
- исследование новых моделей и способов управления;
- оптимизация управления персоналом.

Характеристики ЦТТН соответствуют новым задачам, которые стоят перед производителями электроэнергетического оборудования – производителями измерительных трансформаторов. Использование ЦТТН направлено на сокращение потерь в электрических сетях (коммерческих потерь), что отражает экономическую выгоду для потребителя. Также он может быть реализован на различных электроэнергетических и промышленных объектах и разрабатывается на несколько классов напряжения (6–35 кВ, 110–220 кВ и 500–750 кВ), характеризующие рыночные сегменты.

Сегмент 6–3 кВ является наиболее крупным и включает в себя наибольшее число предприятий-потребителей в электроэнергетике и промышленности. Сегменты 110–22 кВ и 500–75 кВ включают потребителей, относящихся только к электроэнергетической отрасли. Таким образом, можно подтвердить реальную востребованность представленного продукта и выразить его характеристики через требования, которые формируют различные категории потребителей.

Проанализировав различные источники научной и статистической отчетности, авторами конкретизированы требования к новым продуктам и результаты коммерциализации от их использования с точки зрения их полезности для потребителя (табл. 1). В частности, одним из направлений развития рынка является внедрение интеллектуальных сетей. Связь «направление развития рынка – формируемое требование потребителя – характеристика продукта, его удовлетворяющая» указывает на наличие рыночных механизмов, которые влияют на результаты коммерциализации. Некоторые исследователи [12] выделяют следующие требования для новых систем: надежность, экономичность, безопасность, взаимоотношения с окружающей средой. Помимо классического понимания, требования для новых систем описываются технологическими составляющими.

Таблица 1

**Направления развития рынка и характеристика продукта в сегменте
измерительных трансформаторов**

№	Направление развития рынка	Требование	Характеристика требуемого продукта	Результат коммерциализации	Вопросы (проблемы) коммерциализации
1.	Внедрение «интеллектуальных» сетей и получение преимуществ от их использования [13]	Работа цифровых стандартов	Поддерживает цифровую передачу данных по протоколу МЭК 61850	Надежность, безопасность, снижение негативного воздействия на окружающую среду	Концепция активно-адаптивных сетей в РФ реализуется только на отдельных пилотных площадках. Сложность оценки рыночных показателей
2.	Поддержка распределенной генерации, основанной на возобновляемых источниках энергии	Необходимость измерения постоянного тока	Измеряет постоянный ток и аperiодическую составляющую	Снижение затрат на технологическое обслуживание, снижение коммерческих потерь, надежность, безопасность	Оценка преимуществ перед существующими решениями. Оценка экономической целесообразности внедрения разработки
3.	Повышение операционной эффективности (снижение затрат)	Поиск резервов снижения затрат и повышения эффективности	Позволяет снижать коммерческие потери в 2–3 раза и затраты на технологическое обслуживание на 10–15 %	Снижение затрат на технологическое обслуживание, снижение коммерческих потерь, надежность	Сложность оценки экономической эффективности и оценки прогнозных показателей

Авторами предлагается схема, отражающая классификацию укрупненных потребительских выгод от использования ЦТТН (рис. 2) в электроэнергетических компаниях, к которым относятся экономичность от внедрения и использования продукта, степень надежности и безопасности, а также результат влияния инновационного продукта на окружающую среду и общество.

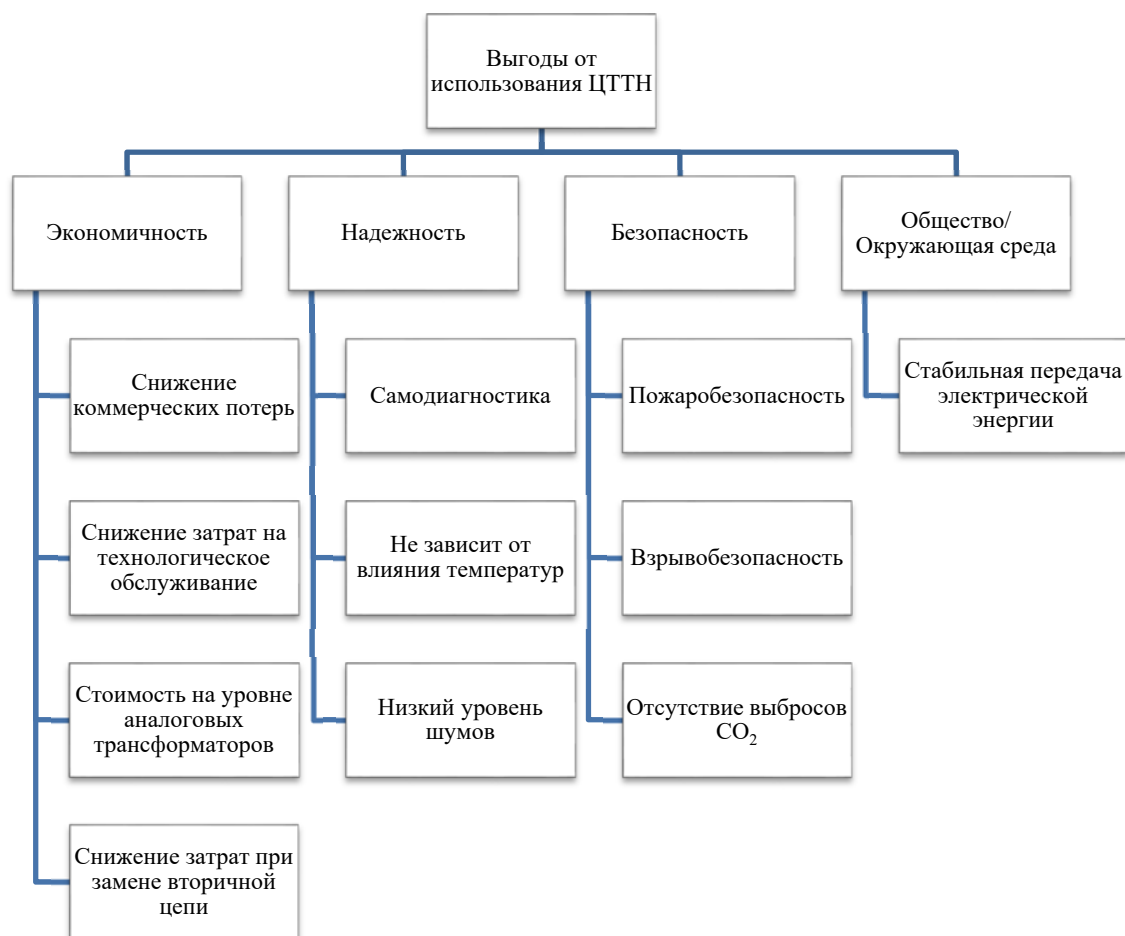


Рисунок 2. Схема потребительских выгод от использования ЦТТН

Проведенный авторами анализ выявил, что в текущий момент времени на рынок выводятся в основном решения, которые удовлетворяют определенной совокупности критериев, а такие критерии, как «Общество/Окружающая среда» (отражает безопасность (степень безопасности) для окружающей среды и общества), «Экономичность» (отражает способы получения экономических выгод от использования продукта), реализуются в малой степени. Указанные критерии являются важными для потребителя при выборе продукта.

Потребитель основывает свой выбор не только на выгодах, рассматриваемых на рис. 2, но и проводит сравнение по техническим и экономическим показателям продукта относительно аналогичных продуктов на рынке. Рынок измерительных трансформаторов является конкурентным, поэтому следует провести конкурентный анализ предлагаемого инновационного продукта с существующими аналоговыми электромагнитными трансформаторами тока и напряжения и оптическими трансформаторами, разрабатываемыми сторонними компаниями. Сравнение представлено в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительный продуктовый анализ существующих на рынке измерительных трансформаторов

Наименование продукта	Стадия жизненного цикла	Стадия продукта	Соответствие Smart Grid	Экономия на обслуживании	Широкий динамический диапазон	Погрешность от температуры и вибраций	Цена / стоимость владения
Оптические трансформаторы	Опытная эксплуатация	4	Да	Нет	Нет	Присутствует	Высокая
Цифровые трансформаторы	В разработке	3–4	Да	Есть	Да	Отсутствует	Средняя
Аналоговые трансформаторы	В продаже	5	Нет	Нет	Нет	Присутствует	Средняя

Примечание: Аналоговые трансформаторы (стадия полноценного продукта) – основной продукт рынка, с которым приходится конкурировать, поэтому сравнение проводится относительно них.

Аналоговые трансформаторы в России сейчас занимают почти весь рынок измерительных трансформаторов. На данный момент в России оптические и цифровые разработки находятся на начальном этапе своего внедрения на рынок, в то время как аналоговые продукты находятся на спаде жизненного цикла, поэтому будет происходить их замена в связи с новыми техническими требованиями. Оптические трансформаторы начинают завоевывать рынок, но они не удовлетворяют некоторым требованиям потребителей. Цифровой трансформатор имеет улучшенные характеристики по сравнению с существующими решениями на рынке, данный продукт может быть интересен для государственных и частных инвесторов, конечных потребителей, которыми являются предприятия электроэнергетической отрасли и крупные промышленные предприятия. Поэтому цифровые трансформаторы могут занять определенную нишу на этом рынке. В этой связи необходимо провести сравнение с другими решениями в этом направлении.

Сложилось так, что на российском рынке основными конкурентами являются зарубежные разработки Altea B.V. и ABB (авторами такие трансформаторы отнесены к группе нетрадиционных). Однако вопросы «импортозамещения» не обошли стороной анализируемый рынок. Сравнение с зарубежными аналогами представлено в Таблице 3.

Таблица 3

Сравнительный анализ технических характеристик, существующих на зарубежном рынке измерительных и цифровых трансформаторов

Наименование модели/ продукта	Smart Grid	Точность	Класс напряжения	Изоляция	Измерение постоянного тока	Страна-разработчик
Нетрадиционные трансформаторы ABB	Нет	0.2 s	До 24 кВ	элегаз	Нет	Швеция – Швейцария
Нетрадиционные трансформаторы Altea B.V. CVS-0	Нет	0.2 s	6–35 кВ	масло	Нет	Нидерланды
Цифровые трансформаторы ИГЭУ	Да	0.1 s	6–220 кВ	твердотельная	Да	Россия

Таким образом, в результате продуктового сравнения, можно сделать вывод о возможности дальнейшего развития данного инновационного проекта. Но, как и большинство инновационных разработок, ЦТТН находится на стадии «Работающий прототип». На данный момент возникает сложность перевода разработки на следующую конечную стадию в сегменте измерительных трансформаторов рынка электроэнергетического оборудования. Это связано со сложностью обоснования практической применимости для потребителей, в связи с этим повышаются риски в коммерциализации объекта. Поэтому объемы инвестиций из негосударственного сектора находятся «...на не удовлетворяющем инноватора уровне»¹.

Авторами были выявлены «рамочные» ориентиры, характеризующие тенденции развития инновационных разработок, которые следует учитывать при коммерциализации проектов в электроэнергетике. В этой связи были конкретизированы возможные риски для инвесторов, осуществляющих вложения финансовых ресурсов в проекты² (табл. 4).

Таблица 4

Формирование «рамочных» ориентиров для принятия решения инвесторами

«Рамочный» ориентир	Возможные риски
Доля инновационной продукции в России в общем выпуске составляет 9% (против ~15% в странах-лидерах), показатель не растет за последние 3 года	Вероятность недополучения финансовых ресурсов
Производительность труда по экономике России в целом более чем в два раза отстает от стран-лидеров	Нет положительной динамики, высокая вероятность изменения в утверждённых инвестиционных проектах
Производительность труда в России в несырьевых отраслях на 18 % ниже, чем по экономике в целом	Низкая отдача на инвестиции (ниже 25 %) ^{3,4}
Результаты российских инноваций обладают низкой конкурентоспособностью – 0,4 % доля России в общем мировом экспорте высокотехнологичных товаров, наблюдается позитивная динамика (в 2010 г. доля России составляла 0,21 %)	Сложность продвижения на зарубежных рынках, высокие затраты на продвижение, «слабый маркетинг» в электроэнергетической отрасли
Сложность четкого описания структуры затрат на инновации и оценки качества и эффективности этих затрат	«Непрозрачность» финансовых результатов, сложность прогнозирования
Заинтересованность частного сектора в инновациях остается на низком уровне по сравнению с развитыми странами	Отсутствие реальных инвестиционных проектов на российском рынке

¹ «Энергетика. Нефть. Газ». Приложение № 85 от 19.05.2015. С. 15.

² «Национальный доклад об инновациях 2015».

URL: <http://www.rusventure.ru/ru/programm/analytics/>

³ Норма доходности для инвесторов в электроэнергетической отрасли составляет 25%. Источник: Грехов А. Создание условий для финансирования объектов генерации в период реформирования электроэнергетики // ЭнергоРынок. — 2005. — № 8. URL: <http://www.e-m.ru/er/2005-08/22772/>

⁴ Абрамов А. Инвестиции в энергетику. URL: <http://www.e-m.ru/er/2005-10/22828/>

Для повышения инвестиционной привлекательности инновационных проектов в электроэнергетике следует снижать выявленные риски. При анализе причин сложившейся ситуации авторами установлено, что на каждом этапе развития инновационного продукта инноватор и инвестор преследуют свои цели, реализация которых вызывает некоторые риски для каждого из участников инновационного процесса. В литературе встречается различное понимание идентификации и способов снижения рисков, авторское видение этого направления для разных стадий развития инновационного продукта приведено в виде матрицы, представленной в табл. 5.

Таблица 5

Стадии развития инновационного продукта и риски для участников инновационного процесса

Направление оценки	Стадия развития инновационного продукта				
	Идея	Концепция	Модель прототипа	Работающий прототип	Полноценный продукт
Цели инвестора	Отдача на вложенный капитал				
Характеристика риска для инвестора	«Непрозрачность» финансовых результатов, сложность прогнозирования		Низкая отдача на инвестиции		Вероятность недополучения вложенных средств, сложность продвижения на рынках, высокие затраты на продвижение, недостаточно развитый «маркетинг» в электроэнергетической отрасли
Цели инноватора	Продвижение продукта на рынок, коммерциализация продукта				
Характеристика риска для инноватора	Высокая вероятность отсутствия заинтересованности со стороны рынка		Продукт не решает «проблемы» клиента	Сложность перевода на следующую стадию	Сложность коммерциализации и продвижения на рынок
Степень разработанности в науке и практике	Сложность оценки результата		Присутствует в отдельных направлениях		Присутствует, слабая степень проработанности оценочных показателей

Проведенный анализ позволил сформировать перечень факторов, на основе которых инвесторы принимают решение о выборе продуктов в электроэнергетической отрасли для вложения средств:

- 1) возврат инвестиций с приемлемой доходностью для инвестора¹;
- 2) наличие конкурентоспособной технологии;
- 3) удовлетворение характеристик продукта требованиям рынка (в области замены составляющих российскими деталями (импортозамещения));
- 4) профессиональный уровень команды разработчиков;
- 5) наличие охранных свидетельств интеллектуальной собственности.

В настоящее время нет универсальной методики, с помощью которой можно определить емкость (объем) рынка для инновационного продукта в электроэнергетике в стоимостном и натуральном выражении. Кроме того, для снижения риска недополучения финансового результата необходимы объективные оценочные данные о рынке. Целями оценки объема рынка также являются:

- целесообразность работы на рынке (степень его привлекательности);
- скорость возврата инвестиций;
- перспективы работы на рынке.

¹Абрамов А. Инвестиции в энергетику. URL: <http://www.e-m.ru/er/2005-10/22828/>

Таким образом, для достижения результатов коммерциализации, необходимо формировать и обрабатывать первоначальные данные, которые используются в моделях оценки параметров экономической эффективности реализации инновационных продуктов в электроэнергетике, позволяющей снижать риск как для инвестора, так и для инноватора. Но барьером для оценки параметров экономической эффективности на данный момент является отсутствие в различных источниках данных, которые служили бы основой для анализа.

3. Оценка ёмкости рынка для сегмента измерительных трансформаторов

Проведенный анализ показал, что для различных продуктов обычно используются различные методики расчета ёмкости рынка. Авторами выделены следующие факторы, которые осложняют процесс оценки емкости рынка для инновационного продукта для предприятий электроэнергетики:

- разные подходы к оценке рынков B2C, B2B, B2G;
- закрытость источников информации;
- неоднородность ресурсов;
- степень достоверности информации.

Кроме того, существует разные подходы к данной проблематике. По мнению авторов, изложенный в труде Ю. М. Савинцева подход отражает реальные показатели состояния рынка силовых трансформаторов:

- 1) данные о вводе новых генерирующих мощностей;
- 2) данные о росте электропотребления;
- 3) данные о строительстве новых жилых и промышленных объектов;
- 4) статистические и прогнозные данные об изменении энергопотребления и о состоянии ввода в строй жилья.

Но на наш взгляд, представленный алгоритм не может быть адаптирован в первоначальном виде для рассматриваемого инновационного продукта. Мы обосновываем это тем, что количество измерительных трансформаторов не зависит от мощности энергетического объекта в отличие от силовых трансформаторов, а также количество измерительных трансформаторов на каждой подстанции варьируется.

Авторами была сформирована взаимосвязь расчета годовой ёмкости рынка измерительных трансформаторов, представленная на рис. 3:



Рисунок 3. Взаимосвязь расчетных показателей для оценки годовой ёмкости рынка измерительных трансформаторов

Формула для расчета емкости рынка может быть представлена в следующем виде:

$$\text{Ёмкость рынка} = \text{КПС} * \text{ДПС} * \text{КТ} * \text{КИТ} * \text{КЗТ}, \quad (1)$$

где:

КПС – количество подстанций;

ДПС – доля подстанций, срок службы которых свыше 25 лет (так как оборудование рассчитано на данный срок, его можно считать нормативным сроком службы измерительных трансформаторов);

КТ – среднее количество трансформаторов по классам напряжения;

КИТ – средний коэффициент износа трансформаторов;

КЗТ – коэффициент замены измерительных трансформаторов в год.

Основные характеристики, позволяющие определить емкость рынка измерительных трансформаторов, систематизированы авторами в табл. 6.

Таблица 6

Основные характеристики рынка измерительных трансформаторов

Характеристика	Сегмент рынка		
	6–35 кВ	110–220 кВ	Свыше 220 кВ
Технологии	Аналоговые Цифровые	Аналоговые Оптические Цифровые	Аналоговые Оптические Цифровые
Ежегодный рост рынка [14]	2 %		
Средний износ трансформаторов [15]	60 %		
Количество подстанций [15]	447 676	Оценка по данным сегментам не производилась	
Доля подстанций, срок службы которых свыше 25 лет [15]	48 %		
Среднее количество трансформаторов ¹	100		
Коэффициент замены измерительных трансформаторов в год ²	5,08 %		

В результате оценки рынка выявлено, что ежегодный объем рынка трансформаторов тока и напряжения по классу напряжения 6–35 кВ в России оценивается ежегодно в 12–14 млрд рублей. При этом около 70 % покупаемых измерительных трансформаторов являются зарубежными. Темпы роста рынка составляют 2% ежегодно, что связано с вводом новых энергетических мощностей, реконструкцией существующих станций и подстанций и реализацией концепции интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью. С учетом того, что около 60% всех измерительных трансформаторов выработали свой ресурс, необходимо выводить на рынок инновационный продукт, что будет способствовать повышению надежности и стабильности электроснабжения государства.

Проведенный анализ позволил авторам выявить, что в настоящее время всего на конец 2015 года в замене нуждается около 13 млн измерительных трансформаторов тока и напряжения по классу напряжения 6–35 кВ. По мнению авторов, полученные данные будут применяться для обоснования оценки эффективности коммерциализации данного продукта. Также расчет емкости рынка будет способствовать снижению рисков для инвесторов при коммерциализации инновационного продукта.

¹ Экспертная оценка.

² Источник: коэффициент рассчитан авторами.

4. Выводы

Авторами установлены следующие тенденции развития инновационных продуктов в электроэнергетике:

1. Осложненный процесс коммерциализации инновационных разработок в электроэнергетике в силу сложности:

- перехода инновационных разработок на стадию «Готовый продукт»;
- прогнозирования рыночных показателей инновационных продуктов;
- привлечения частных инвестиций;
- процессов прогнозирования рыночных показателей и коммерческих потоков.

2. Снижение инвестиционной активности инвесторов в связи с повышением прямых и косвенных рисков.

3. Необходимость обновления устаревающих основных фондов, удовлетворяющих требованиям проектов повышения энергоэффективности и снижения энергопотерь:

- повышение технологических и экономических требований к новым продуктам на рынке;
- недостаточное количество инновационных решений на рынке, удовлетворяющих требованиям потребителей.

Разработанная схема формирования показателей и оценка емкости рынка измерительных трансформаторов является основной для дальнейшей разработки методики оценки рыночных индикаторов инновационных продуктов в электроэнергетике.

Таким образом, несмотря на перечисленные риски, у российских инвесторов есть реальная возможность реализации инновационных проектов. В целом перспективных разработок и технологий, которые можно было бы воплотить в виде реального инновационного продукта, достаточно много. Основная проблема, отмеченная авторами, заключается в сложности прогнозирования развития макропоказателей и отсутствии навыков внедрения и вывода продуктов на рынок, то есть в вопросах коммерциализации. В этом плане отставание настолько значительно, что нельзя обойтись без зарубежного опыта.

Ссылки / Reference

- [1] Концепция интеллектуальных энергосистем и возможности ее реализации в российской электроэнергетике / И. О. Волкова, В. Р. Окорочков, Р. В. Окорочков, Б. Б. Кобец. М.: Изд-во ИНПРАН, 2011. 65 с.
- [2] Савина Н. В. Инновационное развитие электроэнергетики на основе технологий Smart Grid: учебное пособие / сост. Н.В. Савина. Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2014. 136 с.
- [3] ГОСТ Р 54147-2010 «Стратегический и инновационный менеджмент. Термины и определения».
- [4] Гречухин В. Н., Лебедев В. Д. Цифровой комбинированный трансформатор тока и напряжения на базе стандартного трансформатора напряжения // «Известия ВУЗов. Электромеханика» специальный выпуск. — 2010 г. — с. 98–99.
- [5] Lebedev V. D., Yablokov A. A. Research of the metrological characteristics and voltage transformer with open core antiresonance properties // Applied Mechanics and Materials. —2015. № 698. Pp. 160–167.
- [6] Лебедев В. Д., Яблоков А. А. К вопросу создания модели измерительного трансформатора напряжения с разомкнутым магнитопроводом // Материалы Международной научно-технической конференции «СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ» (XVII Бенардосовские чтения). Т. I «Электроэнергетика». Иваново: ФГБОУ ВПО Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина (29–31 мая 2013 г.). С. 170–172.

- [7] Lebedev V., Shuin V., Yablokov A., Filatova G. Modeling of measuring current and voltage transformers in dynamic modes // Proceedings of International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems (MEACS). Tomsk, Russia (16–18 Oct. 2014). Pp. 1–7.
- [8] Miceli R. Energy Management and Smart Grids // *Energies*. 2013. № 6. p. 2262–2290.
- [9] ГОСТ Р ИСО 50001:2012 «Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению» (ISO 50001:2011 «Energy management systems – Requirements with guidance for use»).
- [10] Мольский А. В., Рябин Т. В. Система управления энергоэффективностью // *Энергия единой сети*. 2015.0 № 3(20). С. 4–14.
- [11] Будущее мировой электроэнергетики. Подготовка к новым возможностям и угрозам // Отчет Deloitte. — 2015. — с. 22
- [12] Livieratos S., Vogiatzaki V.-E., Cottis P. G. A Generic Framework for the Evaluation of the Benefits Expected from the Smart Grid // *Energies*. 2013. № 6. p. 988–1008.
- [13] De Nooij M., Koopmans C., Bijvoet C. The value of supply security: The costs of power interruptions: Economic input for damage reduction and investment in networks // *Neth. EnergyEcon*. 2007. №29. p. 277–295.
- [14] Схема и программа развития ЕЭС России на 2014–2020 гг.
URL: http://soups.ru/fileadmin/files/laws/orders/sipr_ups/sipr_ups_14-20.pdf.
- [15] Положение ОАО «РОССЕТИ» о единой технической политике в электросетевом комплексе. URL: http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/ETP_FSK_EES_2014_02_06.pdf.
- [16] Колибаба В. И., Ямпольский Ю. П., Самок С. Г. Особенности принятия инвестиционных и финансовых решений в электроэнергетике // *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*. 2008. № 3-1 (58). С. 163–169.
- [17] Совершенствование методов управления физическими активами электросетевых компаний / В. И. Колибаба, А. А. Филатов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В. И. Ленина». Иваново, 2010.
- [18] Вылгина Ю. В., Шишова А. С. Особенности коммерциализации инновационных разработок в электроэнергетике // *Вестник Ивановского государственного энергетического университета*. 2016. № 2. С. 74–79.