

УДК 004.057

## Повышение эффективности трансфера технологий посредством учета уровней готовности технологий и зрелости интероперабельности взаимодействующих организаций

Нестеров А. А.

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича  
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

**Постановка задачи:** создание и функционирование центров трансфера технологий как структурных подразделений образовательных и научных организаций, которые осуществляют коммерциализацию результатов интеллектуальной деятельности, предусмотренное «Концепцией технологического развития на период до 2030 года», актуализирует вопросы эффективности их деятельности. **Целью работы** является исследование влияния уровней готовности технологий и параметров интероперабельности взаимодействующих организаций на эффективность функционирования центров трансфера технологий. Элементами **новизны** представленного решения является использование параметров интероперабельности организаций для оценки эффективности функционирования центров трансфера технологий. **Результат:** в работе предложено введение шкалы оценки эффективности функционирования центров трансфера технологий в зависимости от уровня готовности технологии и уровня зрелости интероперабельности организаций. Подготовлены **предложения** по использованию результатов проведенных исследований в целях обеспечения повышения качества организационной интероперабельности. Представлены **рекомендации**, направленные на повышение эффективности Центра трансфера технологий СПбГУТ.

**Ключевые слова:** трансфер технологий, центр трансфера технологий, интероперабельность, организационная интероперабельность, уровень готовности технологии, организационно-техническая система

Автор выражает благодарность доктору технических наук С. И. Макаренко за вовлечение в исследования в области интероперабельности, а также менеджеру проектов ЦТТ СПбГУТ, кандидату экономических наук Н. Н. Громовой за ценные советы и совместную работу над задачами повышения эффективности деятельности ЦТТ.

### Введение

В Российской Федерации в 2024 г. функционирует 38 центров трансфера технологий (ЦТТ), созданных в университетах и научных организациях в рамках реализации федерального проекта «Развитие масштабных научных и научно-технологических проектов по приоритетным исследовательским направлениям». Деятельность ЦТТ направлена на достижение показателя указанного федерального проекта «Количество отечественных технологий, используемых организациями реального сектора экономики», и от эффективности функционирования ЦТТ зависит успешная и своевременная реализация проекта. В свою очередь, эффективность функционирования ЦТТ также оценивается по ряду показателей.

#### Библиографическая ссылка на статью:

Нестеров А. А. Повышение эффективности трансфера технологий посредством учета уровней готовности технологий и зрелости интероперабельности взаимодействующих организаций // Вестник СПбГУТ. 2024. Т. 2. № 2. С. 2. EDN: ODDULA

#### Reference for citation:

Nesterov A. Increasing the Efficiency of Technology Transfer by Taking into Account Technology Readiness Levels and Interoperability Maturity of Interacting Organizations // Herald of SPbSUT. 2024. Vol. 2. Iss. 2. P. 2. EDN: ODDULA

Функционирование ЦТТ подразумевает, прежде всего, передачу некой технологии от разработчика (например, организации высшего образования) в другую организацию (например, промышленное предприятие). При этом передаваемая технология характеризуется определенным уровнем готовности технологии (УГТ). С другой стороны, при функционировании ЦТТ возникает взаимодействие между осуществляющими трансфер технологий организациями, которые можно представить как организационно-технические системы (ОТС). В то же время взаимодействие различных ОТС актуализирует вопросы обеспечения их функциональной совместимости (интероперабельности). Под ОТС будем понимать множество взаимосвязанных технических средств, персонала и пользователей, организованных и функционирующих для достижения одной или нескольких поставленных целей [1].

Интероперабельность – это «способность двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена» [2]. В соответствии с эталонной моделью, представленной в ГОСТ Р 55062-2012, взаимодействие информационных систем формализуется на трех иерархических уровнях интероперабельности: техническом, семантическом, организационном [2].

Целью работы является исследование влияния уровня готовности передаваемых технологий и параметров интероперабельности взаимодействующих организаций на эффективность функционирования ЦТТ.

### Формирование системы трансфера технологий

Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации предусмотрено формирование эффективной системы взаимодействия науки, технологий и производства, повышение восприимчивости экономики и общества к новым технологиям, развитие наукоемкого предпринимательства. Одним из путей для этого является организация системы трансфера технологий, управления интеллектуальной собственностью, ее охраны и защиты<sup>1</sup>. В рамках исполнения указов и поручений Президента разработана и утверждена «Концепция технологического развития на период до 2030 года» (далее – концепция), в соответствии с которой организована деятельность ЦТТ – структурных подразделений образовательных организаций высшего образования и научных организаций, которые осуществляют коммерциализацию результатов интеллектуальной деятельности и вовлечение исследователей в решение технологических задач компаний и корпораций и (или) оказывают содействие в указанном процессе, а также привлекают организации реального сектора экономики в качестве заказчиков и партнеров к реализации научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (НИОКТР)<sup>2</sup>. При этом одним из мероприятий в рамках концепции является расширение сети инжиниринговых центров и ЦТТ на базе образовательных организаций высшего образования и научных организаций с учетом текущих и перспективных потребностей в локализации отдельных видов производств и технологий.

Таким образом, одним из ключевых моментов взаимодействия государства, науки и бизнеса становится создание эффективных условий для реализации процесса трансфера (передачи) технологий. Передача технологии в широком смысле подразумевает весь процесс от появления идеи до получения готового продукта и коммерциализации.

В рамках реализации федерального проекта «Развитие масштабных научных и научно-технологических проектов по приоритетным исследовательским направлениям» национального проекта «Наука и университеты» Минобрнауки России с 2021 г. проводит конкурс грантов на создание и развитие ЦТТ. По итогам двух проведенных конкурсов победителями признаны 38 университетов и научных организаций более чем из 15 регионов России. Таким образом, реализация концепции актуализирует задачу повышения эффективности функционирования ЦТТ.

---

<sup>1</sup> Указ Президента РФ от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»

<sup>2</sup> Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.05.2023 г. № 1315-р «Концепция технологического развития на период до 2030 года»

## Влияние уровня готовности технологии и параметров интероперабельности на эффективность функционирования ЦТТ

В 2023 г. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ) был признан одним из победителей конкурса грантов в форме субсидий на оказание государственной поддержки создания и развития ЦТТ. Целью создания ЦТТ СПбГУТ является формирование комплексной системы трансфера технологий и коммерциализации разработок в области цифровых технологий, информационных решений, радио- и проводных систем связи.

При исследовании процесса трансфера технологий будем рассматривать передающую и принимающую технологию стороны (организации) как ОТС. Обозначим передающую сторону (СПбГУТ) как ОТС<sub>1</sub> и принимающую сторону (индустриального партнера) как ОТС<sub>2</sub>. Рассматривая передающую и принимающую технологию стороны как ОТС, обратимся к вопросу обеспечения их интероперабельности. При этом взаимодействующие ОТС можно представить как совокупность организационной и технической подсистем [3].

При подготовке проекта трансфера технологий для снижения возможных рисков передающая и принимающая стороны должны проводить оценку готовности технологий [4]. В нашем случае передающая сторона ОТС<sub>1</sub> должна проводить оценку УГТ, а принимающая сторона ОТС<sub>2</sub> должна оценивать уровень готовности системы, в которую предполагается интегрировать принимаемую технологию. Показатель УГТ — это характеристика соответствия конкретной технологии уровню ее зрелости от идеи до серийного производства. Оценка достижения того или иного УГТ осуществляется с применением шкалы, имеющей 9 уровней (таблица 1) [5].

Таблица 1. Уровни готовности технологий

Уровень готовности технологии	Численное значение
УГТ 1: Основные принципы технологии изучены и опубликованы	1
УГТ 2: Концепция технологии и / или ее применения сформулированы	2
УГТ 3: Критические функции и / или характеристики подтверждены аналитическим и экспериментальным путем	3
УГТ 4: Компонент и / или макет испытаны в лабораторном окружении	4
УГТ 5: Компонент и / или макет испытаны в окружении, близком к реальному	5
УГТ 6: Модель системы/подсистемы или прототип продемонстрированы в окружении, близком к реальному	6
УГТ 7: Прототип системы продемонстрирован в условиях эксплуатации	7
УГТ 8: Реальная система завершена и квалифицирована в ходе испытаний и демонстрации	8
УГТ 9: Реальная система подтверждена путем успешной эксплуатации (достижения цели)	9

Таким образом, УГТ является одним из факторов, влияющих на эффективность функционирования системы трансфера технологий. Как было отмечено выше, деятельность ЦТТ направлена на достижение показателя «Количество отечественных технологий, используемых организациями реального сектора экономики», что подразумевает необходимость доведения технологии до стадии успешной эксплуатации, т. е. уровня УГТ 9. Соответственно, чем выше УГТ, планируемой к трансферу, тем более эффективным будет функционирование ЦТТ.

В [1] показано, что УГТ является одним из аспектов технического уровня интероперабельности. Таким образом, при внедрении технологий в технические подсистемы ОТС эффективность функционирования ЦТТ зависит от качества взаимодействия ОТС на техническом уровне интероперабельности, или, другими словами — от качества взаимодействия их технических подсистем.

Одной из целей ОТС<sub>1</sub> является эффективное функционирование ЦТТ, причем показателями оценки эффективности функционирования ЦТТ СПбГУТ выступают следующие параметры:

- объем доходов от коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности (РИД);
- объем доходов от выполнения НИОКР;

- количество заключенных лицензионных соглашений на РИД;
- количество заключенных договоров на выполнение НИОКТР.

Каждый из приведенных выше показателей оценки эффективности функционирования ЦТТ, в свою очередь, зависит от качества взаимодействия между ОТС<sub>1</sub> и ОТС<sub>2</sub>, или, другими словами, от интероперабельности двух организаций. Понятие интероперабельности организаций связано со способностью одних организаций взаимодействовать с другими путем обмена информацией и другими активами [5]. Как уже было отмечено, эталонная модель интероперабельности формализуется на трех уровнях (техническом, семантическом, организационном).

Взаимодействие организаций актуализирует вопросы интероперабельности на организационном уровне, на котором формализуются совместимость или совместность целей организаций, их бизнес-процессов, а также единство или эквивалентность нормативно-правовой базы, регламентирующей процессы информационного взаимодействия. Организационная интероперабельность зависит от совместности целей и задач ОТС<sub>1</sub> и ОТС<sub>2</sub> — «наличия на организационном уровне общих и взаимно-вложенных целей и задач в различных ОТС; наличие общих целей и задач является первопричиной, запускающей процесс информационного взаимодействия в интересах организации совместных действий» [3]. На практике это означает, что взаимодействующие стороны (ОТС<sub>1</sub> и ОТС<sub>2</sub>) должны, во-первых, иметь цель и заинтересованность в использовании передаваемой технологии, а во-вторых, их организационные подсистемы должны демонстрировать высокий уровень способности к взаимодействию.

Уровни интероперабельности организаций описываются по шкале зрелости интероперабельности (ЗИ) организаций, имеющей 5 уровней, от 0 до 4, где 0 — минимальный, а 4 — максимальный уровень ЗИ (таблица 2) [5].

Таблица 2. Уровни ЗИ организаций

Уровень зрелости	Численное значение	Способность к интероперабельности
Уровень 0 — Неподготовленный (Unprepared)	0	Организация не имеет возможности или намерений для реализации взаимодействия с другими организациями
Уровень 1 — Определенный (Defined)	1	Организация способна должным образом моделировать и описывать свои системы для подготовки к ограниченному взаимодействию с другими организациями
Уровень 2 — Согласованный (Aligned)	2	Организация способна проводить необходимые изменения для согласования своей деятельности с общепринятыми форматами или стандартами
Уровень 3 — Организационный (Organized)	3	Организация способна использовать метамоделирование для осуществления сопоставления (мэппинга), необходимого для взаимодействия с другими, аналогичными организациями
Уровень 4 — Адаптивный (Adaptive)	4	Организация способна динамично приспосабливаться и договариваться с любой другой организацией

Каждый из этих уровней определяет степень возможностей, необходимых для взаимодействия организаций. Таким образом, эффективность функционирования ЦТТ  $A$  зависит от уровня организационной интероперабельности ОТС<sub>1</sub> и ОТС<sub>2</sub> — чем выше уровень ЗИ организаций ОТС<sub>1</sub> и ОТС<sub>2</sub>, тем эффективнее будет функционировать ЦТТ. В общем случае эффективность работы ЦТТ можно представить как функцию  $A$ :

$$A = f(T_i, U_j, U_k), \quad (1)$$

где  $A$  — эффективность функционирования ЦТТ, которая зависит от уровня готовности  $i$ -й технологии  $T_i$ , уровней ЗИ взаимодействующих  $j$ -й и  $k$ -й организаций  $U_j$  и  $U_k$ . При этом набор численных значений уровня готовности  $i$ -й технологии  $T_i$  и уровней ЗИ взаимодействующих  $j$ -й и  $k$ -й организаций  $U_j$  и  $U_k$  содержит  $9 \times 5 \times 5 = 225$  возможных вариантов.

Рассмотрим частный случай СПбГУТ, когда ЦТТ создан в составе одной из взаимодействующих ОТС (в составе ОТС<sub>1</sub>), а его функционирование имеет целью передачу технологий, разработанных СПбГУТ, индустриальному партнеру. В таком случае ЦТТ является подсистемой ОТС<sub>1</sub>, уровень ЗИ которой является константой. Экспертным путем уровень ЗИ СПбГУТ  $U_1$  можно оценить как «уровень 2 — согласованный», тогда:

$$A_1 = f(T_i, U_k), \quad (2)$$

где  $A_1$  — эффективность функционирования ЦТТ ОТС<sub>1</sub> (СПбГУТ), которая зависит от уровня готовности  $i$ -й технологии  $T_i$  и уровня ЗИ  $k$ -й организации  $U_k$ . В таком случае, поскольку:

$$T_i = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\} U_k = \{0, 1, 2, 3, 4\}, \quad (3)$$

набор численных значений уровня готовности  $i$ -й технологии  $T_i$  и уровней ЗИ взаимодействующих организаций  $U_1$  и  $U_k$  содержит 45 возможных вариантов.

Введем дискретную четырехуровневую шкалу, значения которой может принимать эффективность функционирования ЦТТ ОТС<sub>1</sub>  $A_1$ :

- низкая;
- средняя;
- высокая;
- очень высокая.

Сгруппируем все возможные 45 вариантов набора численных значений уровня готовности  $i$ -й технологии  $T_i$  и уровня ЗИ взаимодействующего с СПбГУТ предприятия  $U_k$  в группы, в зависимости от величины значения произведения  $E_{ik} = T_i \times U_k$ , а каждой группе приведем в соответствие одно из значений  $A_1$ . Результаты группировки, исходя из рассчитанного значения  $E_{ik}$ , внесены в таблицу 3.

Таблица 3. Результаты группировки вариантов набора численных значений УГТ и уровня ЗИ взаимодействующего с СПбГУТ предприятия

Значение $E_k$	Группа	Эффективность функционирования ЦТТ $A_1$
[0–3]	1	низкая
(3–10]	2	средняя
(10–24]	3	высокая
(24–36]	4	очень высокая

На рисунке 1 показана эффективность функционирования ЦТТ СПбГУТ  $A_1$  в зависимости от уровня готовности  $i$ -й технологии  $T_i$  и уровня ЗИ  $k$ -й организации  $U_k$ . Эффективность функционирования ЦТТ можно проиллюстрировать следующим примером. Рассмотрим случай, когда уровень ЗИ одной из взаимодействующих организаций  $U_k$  принимает значение 0 («уровень 0 — неподготовленный»), т. е. организация не имеет возможности или намерений для взаимодействия с другими организациями. Как следствие, любая предполагаемая к трансферу технология, даже с максимальным уровнем готовности, в такой ситуации не может быть передана, и, следовательно, эффективность работы ЦТТ будет низкой. В обратной ситуации, когда уровень ЗИ взаимодействующей организации  $U_k$  принимает значение 4 («уровень 4 — адаптивный»), т. е. взаимодействующая организация способна динамично приспосабливаться и договариваться, эффективность работы ЦТТ будет высокой даже при относительно низких значениях уровней готовности предполагаемых к трансферу технологий.



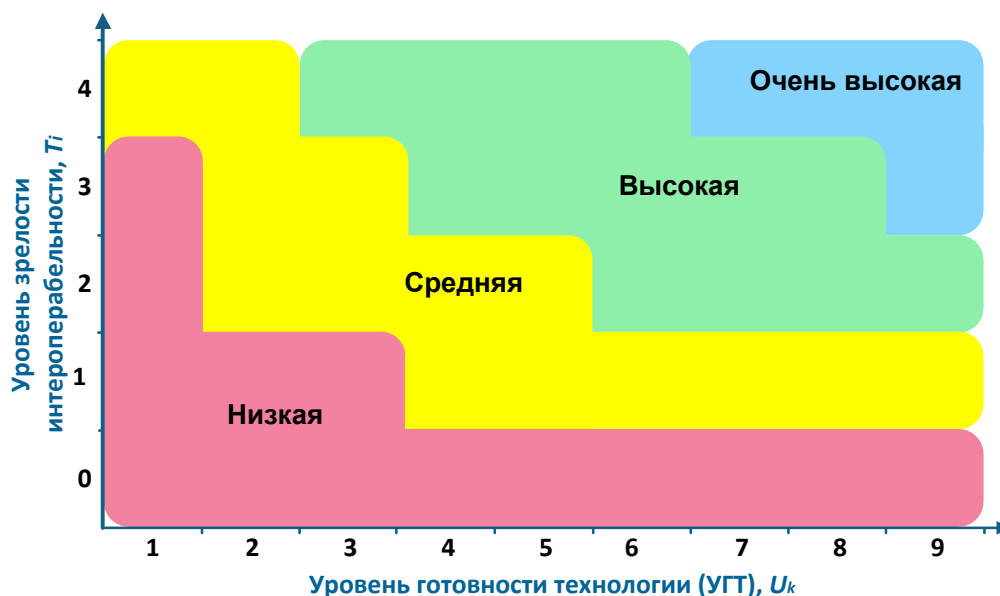


Рис. 1. Эффективность функционирования ЦТТ в зависимости от УГТ и уровня ЗИ организации

С учетом вышеизложенного и в контексте повышения эффективности работы ЦТТ в СПбГУТ можно сформулировать следующие рекомендации.

1. Для повышения уровня готовности передаваемых технологий  $T_i$  необходимо, с одной стороны, стимулировать исследователей и обучающихся СПбГУТ к работе с уже имеющимися технологиями и созданным научным заделом, а с другой стороны — вести постоянный поиск и отбор новых разработок. Это может достигаться внедрением практики материального стимулирования исследователей, а также путем проведения конкурсов научных разработок университета. В настоящий момент в СПбГУТ проводится ежегодный конкурс разработок «Вопч.Тech», к участию в котором приглашаются студенты, аспиранты и молодые ученые. Целесообразно рассмотреть проведение конкурса научных проектов и разработок среди научных групп и ведущих исследователей СПбГУТ.

2. Для повышения уровня ЗИ взаимодействующих организаций  $U_j$  и  $U_k$  необходимо, с одной стороны, вести работу по повышению уровня ЗИ СПбГУТ, а с другой стороны, принимать меры по повышению уровня ЗИ индустриальных партнеров, в частности:

а) для повышения уровня ЗИ СПбГУТ рекомендуется рассмотреть применение практики метамоделирования в целях обеспечения возможности взаимодействия с другими предприятиями; еще одной рекомендацией может стать использование для трансфера технологий ресурсов малых инновационных предприятий, доля в которых принадлежит СПбГУТ. Уровень ЗИ малых инновационных предприятий может достигать максимального значения «уровень 4 — адаптивный» за счет высокой организационной гибкости и меньшего количества барьеров интероперабельности;

б) для повышения уровня ЗИ индустриальных партнеров, с которыми СПбГУТ планирует взаимодействовать, рекомендуется предварительно провести экспертную оценку в соответствии с [5] и в случае определения уровня ЗИ потенциального индустриального партнера как «уровень 0 — неподготовленный» или «уровень 1 — определенный» рекомендуется взаимодействие с целью трансфера технологий с таким партнером не инициировать.

## Выводы

Проведенный в данной работе Анализ показывает, что эффективность функционирования ЦТТ зависит от уровня готовности передаваемой технологии, а также от уровней ЗИ взаимодействующих организаций. При рассмотрении взаимодействующих организаций как ОТС эффективность функционирования системы трансфера технологий зависит от качества взаимодействия их технических и организационных подсистем. Представлены рекомендации, направленные на повышение эффективности ЦТТ,

иллюстрированные примерами из деятельности ЦТТ в СПбГУТ. Представляется актуальным использовать результаты проведенных исследований для дальнейшей разработки и развития элементов научно-методического аппарата, обеспечивающих повышение качества организационной интероперабельности.

### Литература

1. Макаренко С. И. Интероперабельность организационно-технических систем. СПб.: Наукоемкие технологии, 2024. 313 с. EDN: YVWUGI
2. ГОСТ Р 55062-2012. Информационные технологии (ИТ). Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.
3. Макаренко С. И., Нестеров А. А. Структурно-функциональная модель интероперабельности организационно-технических систем // Труды учебных заведений связи. 2023. Т. 9. № 4. С. 65–74. DOI: 10.31854/1813-324X-2023-9-4-65-74. EDN: UWVOXU
4. ГОСТ Р 58048-2017. Трансфер технологий. Методические указания по оценке уровня зрелости технологий. М.: Стандартинформ, 2017.
5. ГОСТ Р ИСО 11354-2 – 2016. Усовершенствованные автоматизированные технологии и их применение. Требования к установлению интероперабельности процессов промышленных предприятий. Ч. 2. Модель зрелости для оценки интероперабельности предприятий. М.: Стандартинформ, 2014. 20 с.

Статья поступила 21 мая 2024 г.  
Одобрена после рецензирования 3 июня 2024 г.  
Принята к публикации 6 июня 2024 г.

### Информация об авторе

*Нестеров Алексей Альбертович* — заместитель руководителя Центра трансфера цифровых технологий и технологий систем связи Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. E-mail: nesterov.aa@sut.ru

## Increasing the Efficiency of Technology Transfer by Taking into Account Technology Readiness Levels and Interoperability Maturity of Interacting Organizations

A. Nesterov

The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications,  
St. Petersburg, 193232, Russian Federation

**Statement of the problem:** *the creation and operation of technology transfer centers as structural divisions of educational and scientific organizations that commercialize the results of intellectual activity, provided for by the “Concept of Technological Development for the Period until 2030”, updates the issues of the effectiveness of their activities. **The purpose** of the article is to study the influence of technology readiness levels and interoperability parameters of interacting organizations on the efficiency of the functioning of technology transfer centers. Elements of **novelty** of the presented solution are the use of interoperability parameters of organizations to assess the effectiveness of the functioning of technology transfer centers. **Result:** the work proposes the introduction of a scale for assessing the effectiveness of the functioning of technology transfer centers depending on the technology readiness level and the level of maturity of interoperability of organizations. **Proposals** have been prepared for using the results of the research in order to improve the quality of organizational interoperability. **Recommendations** aimed at increasing the efficiency of the technology transfer center in SPbSUT are presented.*

**Key words:** *technology transfer, technology transfer center, interoperability, organizational interoperability, technology readiness level, organizational and technical system*

### Information about Author

Nesterov Alexey — Deputy Head of the Technology Transfer Center (The Bonch-Bruевич Saint Petersburg State University of Telecommunications). E-mail: [nesterov.aa@sut.ru](mailto:nesterov.aa@sut.ru)