

На правах рукописи



Коваль Виктор Анатольевич

**РАЗРАБОТКА
ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА
УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕРСИЕЙ РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА**

Специальность 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством
(менеджмент)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва – 2019

Работа выполнена в ордена Трудового Красного Знамени федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» на кафедре менеджмента.

Научный руководитель: Тихвинский Валерий Олегович,
доктор экономических наук, старший научный
сотрудник, профессор кафедры менеджмента ФГБОУ
ВО МТУСИ

Официальные
оппоненты: Макаров Владимир Васильевич,
доктор экономических наук, профессор, профессор
кафедры экономики и менеджмента
инфокоммуникаций Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Санкт-Петербургский государственный
университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-
Бруевича»

Володина Елена Евгеньевна,
кандидат экономических наук, доцент, начальник
отдела по коммуникациям ООО «НИРИТ-СИНВЭЙ
Телеком Технолоджи»

Ведущая организация: Федеральное государственное унитарное предприятие
Ордена Трудового Красного Знамени научно-
исследовательский институт радио

Защита состоится «13» июня 2019 года 13 часов 00 минут на заседании
диссертационного совета Д 212.141.21 МГТУ им. Н.Э. Баумана по адресу: 105005,
г.Москва, 2-я Бауманская ул., д. 7, ауд. 511.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке МГТУ им. Н.Э. Баумана
и на сайте www.bmstu.ru.

Ваш отзыв на автореферат в 2 экз., заверенный печатью учреждения,
просим высылать по указанному адресу ученому секретарю диссертационного
совета Д 212.141.21.

Автореферат разослан «___» 2019 года.

Ученый секретарь
диссертационного
совета Д 212.141.21,
к.э.н., доцент



А.С. Славянов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Радиочастотный спектр играет важнейшую роль для нужд экономики, обороны и безопасности страны, и выступает как ценнейший природный и производственный ресурс, без которого невозможно развитие современных телекоммуникаций в стране и мире.

Бурный рост спроса на услуги высокоскоростной передачи данных в мобильных сетях привел к резкому увеличению потребностей в радиочастотном спектре (РЧС) из-за роста требований к скоростям передачи данных от пользователей новых поколений мобильной связи 4G+ и 5G (до 3 и 20 Гбит/с).

Дефицит свободного частотного ресурса является закономерностью развития и внедрения новых радиотехнологий мобильной связи в Российской Федерации. Это связано с тем, что более 90 % частотного ресурса имеет статус правительственного использования («ПР») и совместного использования («СИ»).

Преодоление этих вызовов требует ускорения темпов проведения конверсии РЧС, которое обозначено в качестве одного из основных направлений деятельности Правительства РФ и включено в План мероприятий Программы цифровой экономики Российской Федерации.

Существующие подходы к управлению конверсией в стране имеют в своей основе административный подход, сочетающий субъективный характер принимаемых решений по распределению ежегодно выделяемых финансов для конверсии без учета экономических результатов ее проведения.

Результаты анализа управленческих вопросов конверсии радиочастотного спектра в стране и процесса распределения средств государственного бюджета РФ, выделяемых на конверсию РЧС со стороны государства, показали необходимость развития научно-обоснованных теоретических и практических положений в этой области. Этим обусловлена актуальность темы диссертационного исследования.

Степень научной разработанности исследуемой проблемы. Особенностям управления радиочастотным спектром на национальном уровне,

включая вопросы конверсии РЧС как части процесса управления спектром в стране, посвящены работы В.В. Бутенко, М.А. Быховского, В.Э. Веерпалу, Е.Е. Девяткина, В.Р. Иванова, Р.М. Качалова, В.И. Котова, В.В. Ноздрина, А.П. Павлюка, В.В. Тимофеева, В.О. Тихвинского. Вопросы оптимального распределения ограниченных ресурсов и их оптимизация – в исследованы работах Р. Беллмана, Г. Вагнера, Т. Саати, Е.С. Венцель, А.И. Орлова, Х. Таха, и др. Развитие рынка мобильной и беспроводной связи – в работах Л.Д. Реймана, Е.А. Голубицкой, Т.А. Кузовковой, Н.П. Резниковой, Л.А. Сафоновой Е.Г. Кухаренко, и др. Особенности механизмов управления радиочастотным спектром - в работах М. Кейва, Дж. Бурса, А. Фостера, В.В. Макарова, А.В. Нарукавникова, Е.Е. Володиной, А.В. Бессилина и др.

Проведенный анализ степени научной разработанности исследуемой проблемы показал, что в работах указанных авторов недостаточно полно и комплексно рассмотрены вопросы совершенствования научно-обоснованных экономических положений механизма конверсии радиочастотного спектра в стране, несмотря на то, что необходимость в совершенствовании этих механизмов на основе внедрения экономических методов в условиях создания цифровой экономики России существует и востребована.

Цель исследования – Разработка организационно-экономического механизма управления конверсией радиочастотного спектра, обеспечивающего рациональное и экономически эффективное использование и распределение бюджетных средств.

Для достижения указанной цели были поставлены и решены следующие **задачи научного и практического характера:**

1. Проанализировать тенденции и потребности в РЧС для развития современных технологий мобильной связи.
2. Определить сложившиеся подходы и методы управления и распределения затрат на конверсию РЧС в России.
3. Выявить недостатки механизма проведения конверсии радиочастотного спектра в стране и проанализировать российскую регуляторную базу.

4. Разработать комплексную модель формирования требований к финансированию процедур конверсии радиочастотного спектра и оценке экономической эффективности распределения затрат.

5. Обосновать экономическую эффективность основных вариантов распределения затрат для управления конверсией РЧС.

6. Разработать эффективный организационно-экономический механизм управления конверсией РЧС в России, обеспечивающий рациональное использование бюджетных средств.

Объект исследования – Система управления конверсией радиочастотного спектра в России в условиях рыночных вызовов, связанных с внедрением новых технологий мобильной связи и с изменением спроса на услуги связи.

Предмет исследования – Механизм управления конверсией радиочастотного спектра в стране.

Теоретическая база исследования – труды отечественных и зарубежных ученых в сфере управления радиочастотным спектром, оптимального распределения ограниченных ресурсов и менеджмента, по организационно-экономическим аспектам управления ресурсами на государственном уровне.

Методология и методы исследования. В исследовании использовались научные методы: методы линейного программирования, методы оптимизации и распределения ограниченных ресурсов, многокритериальный анализ, экспертные методы анализа и принятия решений.

Информационная база исследования – нормативно-правовые акты Российской Федерации по управлению радиочастотным спектром, официальная статистическая информация Российской Федерации по экономическим показателям использования РЧС и деятельности операторов мобильной связи России, отчеты и рекомендации Международного Союза Электросвязи по управлению радиочастотным спектром, отечественная и зарубежная литература по вопросам управления радиочастотным спектром и рынка услуг мобильной связи (учебные пособия, монографии, материалы конференций, аналитические

исследования и др.), материалы Интернет-ресурсов в форме официальных сайтов и др.

Научная новизна результатов исследования состоит в обосновании теоретических и практических положений по разработке организационно-экономического механизма управления конверсией радиочастотного спектра в интересах развития современных технологий мобильной связи:

1. Предложены уточнения в определение понятия «конверсия радиочастотного спектра». Отличительная особенность заключается в новой формулировке цели конверсии, состоящей в высвобождении спектра от использования РЭС правительственного назначения («ПР») и перевода этого спектра в категорию полос преимущественного использования РЭС гражданского назначения («ГР») в отличие от расширения его использования в интересах РЭС гражданского назначения, что позволяет повысить важность экономического аспекта конверсии.

2. Предложен критерий эффективности распределения ежегодного бюджета конверсии РЧС, позволяющий рационально распределять и использовать бюджетные средства. Отличительная особенность критерия заключается в учете показателя удельной доходности конверсируемой части радиочастотного спектра для различных технологий мобильной связи.

3. Разработана комплексная модель оценки экономической эффективности конверсии РЧС, позволяющая экономически обосновывать варианты распределения средств государственного бюджета ежегодно выделяемых на проведение конверсии. Отличительной особенностью комплексной модели являются: учет рыночного и технологического спроса на спектр, доходов операторов связи и технических возможностей промышленности по выпуску РЭС правительственного назначения для перевооружения силовых структур РФ при проведении конверсии РЧС.

4. Разработан организационно-экономический механизм управления конверсией РЧС, направленный на эффективное использование радиочастотного

спектра и бюджетных средств. Отличительной особенностью является учет экономического эффекта от проведения конверсии.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в разработке научно-обоснованных положений по организационно-экономическому механизму управления конверсией радиочастотного спектра как системы организационно-технических и экономических методов, правил, процедур управления РЧС, обеспечивающих принятие решений по эффективному распределению государственных средств на конверсию РЧС и позволяющих добиться максимальной экономической эффективности использования радиочастотного спектра.

Положения, выносимые на защиту:

1. Новая формулировка определения «конверсия радиочастотного спектра».
2. Факторы, влияющие на экономическую эффективность конверсии РЧС.
3. Алгоритмы расчета удельного дохода, получаемого от использования спектра для различных технологий и поколений мобильной связи.
4. Требования к комплексной модели оценки экономической эффективности конверсии РЧС
5. Организационно-экономический механизм управления конверсией РЧС, направленный на эффективное использование радиочастотного спектра и бюджетных средств, выделяемых на конверсию.
6. Требования к инструментам государственного управления, реализующие организационно-экономический механизм управления конверсии РЧС.

Достоверность научных выводов диссертационной работы подтверждается тем, что в ходе исследования применялись достижения отечественной и зарубежной науки в области экономики мобильной связи и менеджмента, использовались известные научные методы, положения нормативно-правовых актов Российской Федерации конверсии РЧС, официальная статистическая информация федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации по управлению радиочастотным спектром.

Апробация результатов. Основные теоретические и практические положения диссертации докладывались, обсуждались и получили положительную оценку на заседаниях кафедры менеджмента ФГБОУ ВО МТУСИ в период 2013-2018 годов, М.; на 155-ом и 163-ем научном семинаре Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге МГТУ им. Н.Э. Баумана, М., 2017 - 2018 гг.; М.; отраслевых научных конференциях «Технологии информационного общества» ФГБОУ ВО МТУСИ, в 2013-2018 годах; М.

Реализация и внедрение результатов работы. Результаты работы внедрены в четырех организациях (Аппарат Государственной комиссии по радиочастотам при Министерстве цифрового развития РФ, ПАО «Мегафон», ПАО «Мобильные телесистемы», ПАО «ВымпелКом»), что подтверждено соответствующими актами о внедрении.

Обоснованность полученных результатов, выводов и рекомендаций подтверждается положительными отзывами и практической апробацией исследования.

Публикации. По материалам и основным результатам исследования опубликовано семь научных работ, в том числе пять статей в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, общим объемом 2,79 печатных листа и две публикации в международной реферативной базе данных Скопус (Scopus).

Личный вклад автора. Представленные в диссертации модели, критерии, выводы и рекомендации получены лично автором в результате проведенных исследований, обсуждались автором на научных конференциях, раскрыты в опубликованных работах.

Соответствие диссертации Паспорту научной специальности. Исследование выполнено в соответствии с пунктом 10.11. Паспорта специальности ВАК РФ 08.00.05 – «Экономика и управление народным хозяйством».

Структура и объем диссертации обусловлены целями и задачами, поставленными и решенными в ходе исследования. Диссертационная работа состоит из введения, основной части (три главы), выводов и заключения, списка

сокращений, списка литературы и приложения. Положения и результаты исследования изложены в диссертации на 193 страницах машинописного текста, содержат 39 таблиц и 36 рисунков. Список литературы включает 106 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, степень научной разработанности исследуемой проблемы, определены цель исследования, задачи исследования, объект исследования, предмет исследования, раскрыта теоретическая база исследования, методология и методы исследования, информационная база исследования, сформулирована научная новизна, приведены положения, выносимые на защиту, теоретическая и практическая значимость работы, степень достоверности, апробация результатов, представлен перечень публикаций, описаны реализация и внедрение результатов работы, обоснован личный вклад автора, приведены структура и объем диссертации, а также соответствие диссертации паспорту научной специальности.

В **первой главе «Роль механизма конверсии радиочастотного спектра в управлении радиочастотным спектром для развития перспективных цифровых технологий мобильной связи на национальном уровне»** проведен анализ сущности, целей и механизма конверсии радиочастотного спектра в Российской Федерации в интересах развития современных телекоммуникационных технологий, выявлены недостатки действующего механизма управления конверсией РЧС и организационно-экономические проблемы создания нового механизма конверсии РЧС, основанного на рыночных принципах управления спектром.

Проведен анализ механизма принятия решений по проведению конверсии РЧС, распределения и выделения бюджетных средств на ее проведение.

Проанализированы методы принятия решений по полосам частот, подлежащих конверсии, учет потребностей рынка и технологических возможностей промышленности по изготовлению новых РЭС.

Определены недостатки действующего механизма управления конверсией РЧС, которые обусловлены нормативно-правовой формулой конверсии РЧС, представленной в Федеральном законе №126-ФЗ «О связи» (п.2). Показано, что существующая формулировка понятия «конверсия РЧС», состоящая в «расширении использования РЧС радиоэлектронными средствами гражданского назначения» не подразумевает обязательного изменения статуса полосы частот с категорий «ПР» и «СИ» в категорию «ГР».

Предложена авторская формулировка определения «конверсия РЧС», которая уточняет цель конверсии, состоящую в высвобождении спектра от использования РЭС правительственного назначения («ПР») и перевода этого спектра в категорию полос преимущественного использования РЭС гражданского назначения («ГР»), что позволяет повысить важность экономического аспекта конверсии.

Проведен сравнительный анализ затрат государственного бюджета (ГБ) на конверсию РЧС и поступлениями в бюджет от пользователей спектра в период с 2008 по 2017 года (Таблица 1). Показано, что выделяемые средства на конверсию составляют в различные годы от 0 до 21,8 % от поступлений в государственный бюджет за использование РЧС, и имеет отрицательную динамику, несмотря на рост потребностей в спектре со стороны новейших технологий мобильной связи. При этом за 10 лет проведения конверсии, изменения статуса полосы частот с категорий «ПР» на категорию «ГР» не было произведено.

Проведен анализ распределения финансирования работ по конверсии РЧС применительно к технологиям связи и диапазонам частот (Рисунок 1). Выявлен перекос в финансировании диапазонов частот и технологий, которые не являются экономически эффективными для операторов связи по доходам и по возврату затраченных средств в бюджет страны в виде налогов от доходов.

Таблица 1.

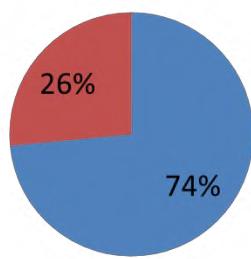
Поступления в ГБ от платежей пользователей спектра и расходы на конверсию радиочастотного спектра

Годы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Поступления в ГБ, млрд. руб	5,837	5,001	17,001	18,497	21,223	20,06	19,734	19,989
Расходы на конверсию, млрд. руб	0,539	0,465	0	0,223	0,24	0,069	0,02	0,02

Показано, что затраты на работы по конверсии полос РЧС для развития перспективных технологий мобильной связи, таких как UMTS (3G), LTE/LTE-Advanced (4G), являющихся локомотивом будущего развития отрасли связи и цифровой экономики России, не имели приоритетного характера финансирования и лежат в пределах от 0,3 до 6% от выделенных на конверсию финансовых средств. Затраты на отдельные конверсионные работы по технологиям, не являющимся приоритетными (например, TETRA), в удельных затратах на 1 МГц конверсируемой полосы опережают самые передовые технологии 3G и 4G и социально значимые технологии ТВ-вещания, что свидетельствует о экономически неэффективном характере механизма управления конверсией и распределении затрат на ее проведение.

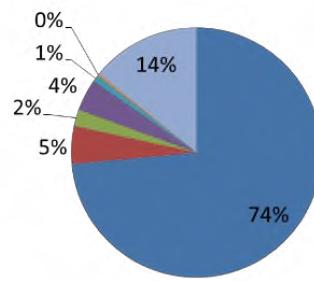
**Затраты на конверсию
2006 - 2016 г.**

- 470-862МГц
- Остальные полосы



**Затраты на конверсию
РЧС для технологий**

- DVB-T,-T2
- БШД (5ГГц/ISM)
- SRD
- Другие
- LTE/WiMAX
- TETRA
- 3G(UMTS)



**Ширина полосы конверсии РЧС
для технологий, МГц**

- DVB-T,-T2
- БШД(5ГГц/ISM)
- SRD
- Другие
- LTE/WiMAX
- TETRA
- 3G(UMTS)

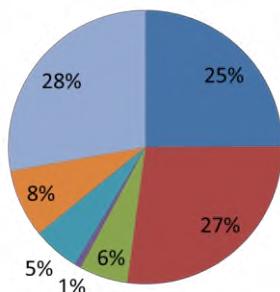


Рисунок 1. Характеристики конверсии РЧС по технологиям и диапазонам частот

Показано, что в основе применяемого в настоящее время механизма управления конверсией РЧС, включая определение приоритетов в выборе диапазонов частот для конверсии и распределении ежегодного финансирования на ее проведение, лежит административный механизм управления, опирающийся на экспертное мнение Рабочей группы ГКРЧ (РГ ГКРЧ) по конверсии РЧС и заинтересованных инициаторов работ.

Проведенный автором анализ механизма управления конверсией РЧС показал, что указанные выше проблемы, возникающие конверсии РЧС во многом связаны с несовершенством действующего сегодня механизма управления конверсией РЧС, представленном на Рисунке 2.

Выявлены основные недостатки существующего механизма управления конверсией РЧС:

- административный подход, сочетающий субъективный характер принимаемых решений;
- отсутствие прозрачности принимаемых межведомственной Рабочей группой по конверсии решений о распределении ежегодного бюджета;
- непрогнозируемый характер выделяемых из государственного бюджета средств на проведение конверсии;
- отсутствие экономического обоснования затрат текущего года и экономической оценки результатов конверсии предыдущего года;
- отсутствие экономически обоснованных приоритетов конверсии РЧС.

Предложено для устранения этих недостатков разработать и исследовать организационно-экономический механизм (ОЭМ) управления конверсией РЧС, под которым будем понимать систему организационно-технических и экономических методов, правил, процедур управления РЧС, обеспечивающую принятие решений по эффективному распределению государственных средств на конверсию РЧС и позволяющую достичь максимальную экономическую эффективность использования радиочастотного спектра.

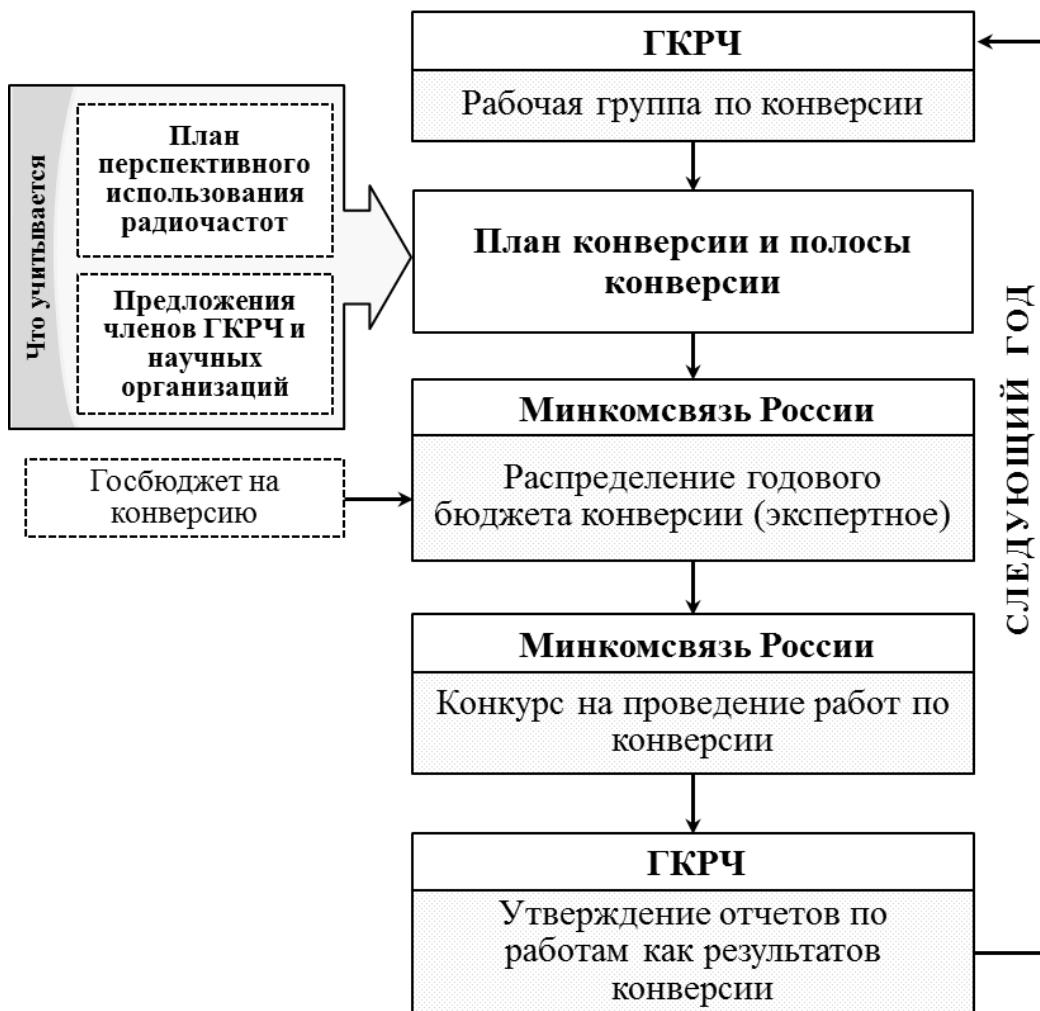


Рисунок 2. Действующий механизм управления конверсией РЧС

Во второй главе «Разработка модели оценки экономической эффективности управления конверсией РЧС с учетом развития технологий мобильной связи» проведены обоснование и выбор критерия оценки экономической эффективности управления конверсией РЧС для разрабатываемого организационно-экономического механизма управления с учетом развития технологий мобильной связи, описана комплексная модель формирования требований к финансированию процедур конверсии радиочастотного спектра и оценке экономической эффективности распределения затрат, обоснована экономическая эффективность основных вариантов распределения затрат для управления конверсией РЧС.

Показано, что ограниченность радиочастотного спектра и его невозобновляемость как ресурса, обуславливают необходимость введения

системы качественных и количественных показателей оценки эффективности конверсии РЧС в полосах частот, используемых новыми радиотехнологиями.

Предложен критерий эффективности распределения бюджета конверсии РЧС, учитывающий показатели удельной доходности РЧС и позволяющий рационально использовать бюджетные средства.

Предложен критерий оценки экономической эффективности управления конверсией РЧС, основанный на затратном подходе к оценке эффективности конверсии, который определяется отношением результата (доходов) от предоставления услуг связи оператором с использованием частотного ресурса, полученного в результате конверсии РЧС, к затратам на получение и использование частотного ресурса.

$$E_{\text{конв}} = E_{\text{конв}} / 3T_{\text{конв}} = \sum c_i \times \Delta f_i / \text{ГБА}_j, \quad (1)$$

где $E_{\text{конв}}$ - показатель экономического эффекта от использования РЧС после проведения конверсии РЧС;

$3T_{\text{конв}}$ = ГБА_j - финансовые затраты на конверсию РЧС, руб;

c_i - удельный доход оператора мобильной связи на 1 МГц полосы частот, выделяемой для развития i-ой технологии RAT_i, руб/МГц;

Δf_i - полоса частот, выделенная для развития i-ой технологии RAT_i, МГц.

Введенный автором показатель удельной доходности спектра от оказания услуг операторами мобильной связи на основе i-ой радиотехнологии c_i , рассчитываемый по годам, является одним из главных частных показателей, используемых при оценке экономической эффективности управления конверсией РЧС. Этот показатель отражает ценность используемого участка спектра для оператора услуг мобильной связи и выражен как:

$$c_i = D_{\text{RAT}_i} / f_{\text{RAT}_i}, \quad (2)$$

где D_{RAT_i} - суммарные доходы операторов от i-ой радиотехнологии мобильной связи при оказании речевых услуг и услуг передачи данных, руб.;

f_{RATi} - усредненный показатель объема радиочастотного ресурса, используемого i -ой радиотехнологией мобильной связи, МГц.

Соответственно суммарный доход операторов для i -радиотехнологии выражен как:

$$D_{RATi} = D_{RATi \text{ voice}} + D_{RATi \text{ data}}, \quad (3)$$

где $D_{RATi \text{ voice}} = 12 \times Na \times ARPVo$ - средний доход операторов от речевых услуг i -ой радиотехнологии, руб.;

$D_{RATi \text{ data}} = 12 \times Nad \times ARPD$ – средний доход операторов от услуг передачи данных i -ой RAT, руб;

Na – количество абонентов, использующих речевые услуги;

Nad – количество абонентов, использующих услуги передачи данных $(Na \geq Nad)$;

$ARPVo$ – средняя месячная выручка на одного абонента от речевых услуг, руб.;

$ARPD$ – средняя месячная выручка на одного абонента от услуг передачи данных, с учетом прочих дополнительных неголосовых услуг (VAS), использующих технологию передачи данных, руб.

Динамика изменения удельной доходности спектра c_i для трех поколений мобильной связи 2G (GSM), 3G (UMTS), 4G (LTE), рассчитанная по годам, показана в Таблице 2. Из Таблицы 2 видно, что удельный доход спектра зависит от поколения используемой радиотехнологии, от года использования такой технологии на рынке услуг мобильной связи и зрелости используемой радиотехнологии. Пик показателя удельной доходности спектра возникает при наступлении зрелости радиотехнологии, обеспечивая максимум доходов оператора мобильной связи.

Таблица 2.

Динамика изменения удельной доходности спектра для различных радиотехнологий (RAT)

Тип радиотехнологии RAT _i	Удельный доход спектра Сi на 1 МГц полосы для различных радиотехнологий по годам, млрд.руб.							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
GSM-900	27.18	24.78	23.93	25.75	24.55	23.16	16.15	15.84
GSM-1800	17.84	20.09	19.40	20.88	19.91	18.78	13.09	12.84
UMTS	14.91	17.82	19.84	21.15	23.17	23.07	27.67	25.22
LTE	-	-	-	-	0.9	2.48	5.74	7.59

Разработана комплексная модель оценки экономической эффективности конверсии РЧС на базе предложенного выше критерия, учитывающая рыночный и технологический спрос на спектр, доходы операторов, технические возможности промышленности по производству РЭС для высвобождения спектра и обосновывающая оптимальный вариант распределения государственного бюджета конверсии РЧС (Рисунок 3).

Комплексная модель включает семь частных моделей, решающих поэтапно задачи оценки экономической эффективности управления конверсией РЧС. При проведении этой оценки рассматривались два сценария управления распределением финансовых средств при проведении конверсии: на организационно-технические мероприятия (ОТМ) конверсии РЧС без высвобождения спектра и на перевооружение Минобороны на новые образцы вооружения и военной техники (ВВТ) при высвобождении спектра для внедрения технологий мобильной связи.

Предложено для оптимизации распределения ежегодных финансовых средств ГБ на проведение конверсии РЧС использовать симплекс-метод линейного программирования, позволяющий максимизировать линейный функционал на многомерном пространстве при заданных линейных ограничениях.



Рисунок 3. Комплексная модель оценки экономической эффективности управления конверсией РЧС

Оценка экономической эффективности управления конверсией РЧС в j -ом году для используемых радиотехнологий RAT выполнена на линейной оптимизационной модели, учитывающей возможный выбор вариантов ширины полос конверсии РЧС $[\Delta f_1, \Delta f_2, \Delta f_3, \dots, \Delta f_i] \in \|F\|$ для соответствующих технологий $RAT_i \in \|RAT\|$, при которых достигается максимизация целевой функции C , выражающей совокупный доход операторов в j -ом году от выбора элементов матрицы величин частотного ресурса $\|F\|$ для $\|RAT\|$.

Представлена экономическая модель оценки эффективности управления конверсией РЧС в следующем виде:

$$E\phi = \sum_{i=1}^N c_i \times \Delta f_i / \Gamma B A j \rightarrow MAX, \quad (4)$$

где $E\phi$ - целевая функция, представляющая линейный функционал, зависящий от величины f_i - частотного ресурса, высвобождаемого в результате конверсии для i -ой технологии RAT_i ;

ГБА_j - финансовые затраты на конверсию и получение дополнительного частотного ресурса, выделяемые за счет государственных бюджетных ассигнований в j -м году для внедрения мобильных технологий связи;

c_i - удельный доход оператора мобильной связи на 1 МГц полосы частот, выделяемой для развития i -ой технологии RAT_i.

Обоснованы показатели оптимизационной модели: финансовые (удельные потребности в финансовых ресурсах); временные (удельные временные затраты, с учетом производственных возможностей по производству новых типов радиоэлектронных средств) и технические (минимальный/максимальный объем высвобождаемого ресурса). В оптимизационной модели учтены ограничения на время проведения ОТМ и перевооружения, что определило формирование ограничений системы линейных неравенств. При моделировании было выбрано шестнадцать вариантов конверсии РЧС, сочетающие организационно-технические мероприятия или полную замену оборудования (т.е. перевооружение Минобороны на новые образцы вооружения и военной техники и вывод оборудования из полосы конверсии) в участках полос, подлежащих конверсии.

Пример результатов оценки экономической эффективности управления конверсией РЧС для распределения бюджета конверсии показан на Рисунке 4 и детально рассмотрен в Приложении П.1 диссертации.

В примере при конверсии РЧС по 1-му и 2-му варианту предусматривались варианты полной замены РЭС правительственного назначения (вариант 1 – во всех полосах 2G/3G/4G, а вариант 2 – в полосе 4G), но из-за высоких временных затрат они не могут быть реализованы в течении бюджетного года. Варианты 3 и 5-8 могут обеспечить максимумы величины высвобождаемого спектра (более 39 МГц спектра каждый), но неэффективны с точки зрения высоких затрат на проведение ОТМ.

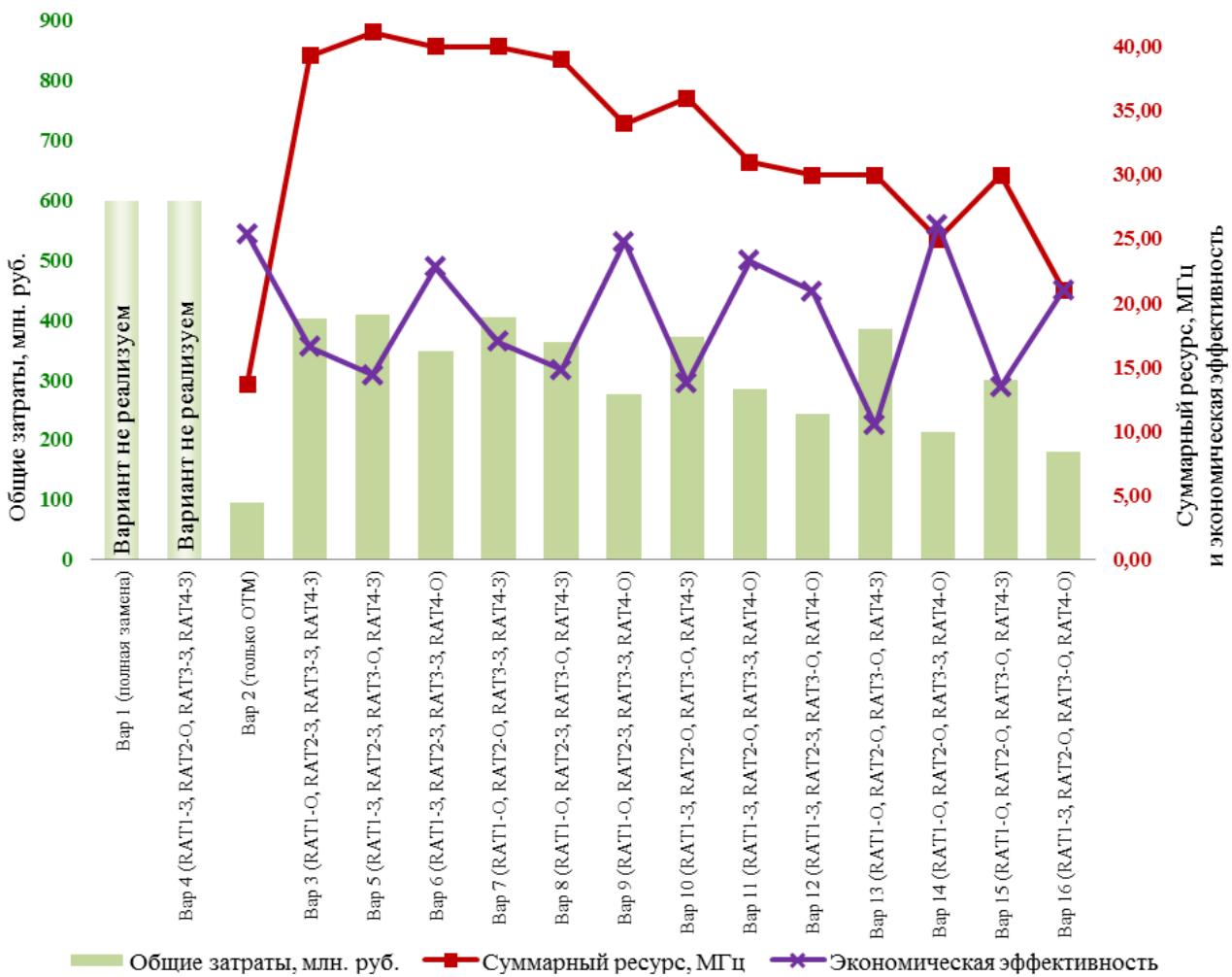


Рисунок 4. Результаты моделирования и расчета экономической эффективности управления конверсией РЧС

Вместе с тем, с точки зрения введенного показателя экономической эффективности управления конверсией РЧС, для рассмотренного примера наиболее экономически эффективным оказывается 14-й вариант конверсии РЧС и близкий к нему 2-й вариант, предусматривающий соответствующую замену ВВТ для одной технологии RAT (UMTS) и проведение OTM для внедрения трех радиотехнологий (GSM-900/GSM-1800/LTE) или только проведение OTM для всех четырех технологий. Таким образом, разработанная модель позволит реализовать организационно-экономический механизм управления конверсией РЧС.

В третьей главе «**Организационно-экономический механизм управления конверсией РЧС и практические рекомендации по его внедрению**» показано, что для управления РЧС на межотраслевом уровне могут

применяться различные механизмы, включающие законодательные, финансово-экономические и организационно-административные методы.

Действующий механизм управления конверсией РЧС, определенный федеральным законом №126-ФЗ «О связи» как проведение комплекса экономических, организационных и технических мероприятий по расширению использования РЧС РЭС гражданского назначения, во многом представляет экономически не оптимальный механизм управления, не учитывающий экономические результаты эффективности конверсии РЧС при использовании конверсионных участков радиочастотного спектра для развития технологий мобильной связи в стране.

Проведен анализ регуляторных основ и практики управления конверсией РЧС в стране, который показал, что существующий механизм управления конверсией РЧС не учитывает рыночных потребностей внедрения новейших радиотехнологий и имеет в своей основе административный механизм управления (Рисунок 2). Анализ также показал, что этот механизм является ежегодным циклическим процессом, который управляет на основе субъективного экспертного мнения специалистов ФОИВ и экспертов по технологическому развитию телекоммуникаций без глубокого экономического обоснования принимаемых административных решений. Получаемые результаты конверсии РЧС не оцениваются с точки зрения достигаемой экономической эффективности процесса управления конверсией и не позволяют изменять категории полос частот РЧС правительственного назначения на полосы преимущественного использования для РЭС гражданского назначения («ГР») в национальной таблице использования частот РФ.

Предложен организационно-экономический механизм (ОЭМ) управления конверсией РЧС для обеспечения экономической обоснованности принимаемых решений при управлении конверсией РЧС в стране (Рисунок 4).

Его отличительной особенностью является использование расчетных оценок экономической эффективности управления конверсией РЧС на основе

разработанной в ходе исследований комплексной модели оценки экономической эффективности конверсии РЧС.

В основу разработанного организационно – экономического механизма управления конверсией РЧС были положены:

- организационно-экономический подход, учитывающий рыночный и технологический спрос на спектр, доход операторов и технические возможности промышленности по выпуску РЭС;
- методы обеспечения экономически обоснованного распределения государственного бюджета на проведение конверсии;
- эффективное использование высвобождаемого радиочастотного спектра, оцениваемое с помощью научно-обоснованных критериев.

Предложенный организационно-экономический механизм управления конверсией РЧС в нотации бизнес-процессов в формате IDEF0 приведен на Рисунке 5.



Рисунок 4. Организационно-экономический механизм управления конверсией РЧС

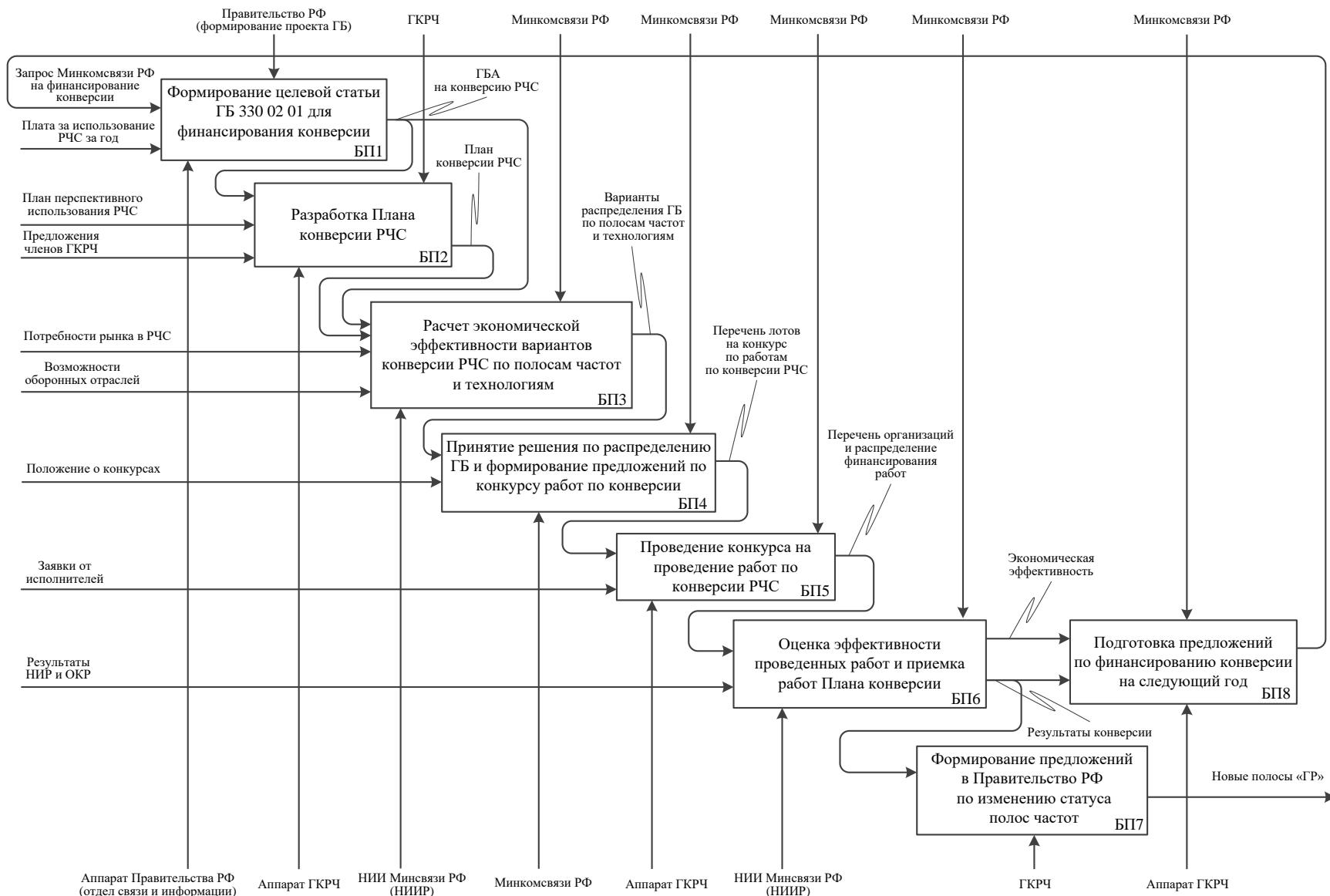


Рисунок 5. Бизнес-процессы, реализующие ОЭМ управления конверсии РЧС в нотации IDEF0

Основными особенностями разработанного организационно – экономического механизма управления конверсией РЧС являются:

- учет потребностей рынка в РЧС для развития новых технологий мобильной связи;
- реализация рыночных принципов управления конверсией РЧС на основе показателя удельной доходности полосы спектра для конкретной технологии мобильной связи;
- использование научно обоснованных методов распределения ограниченного финансового ресурса с учетом показателей удельной доходности спектра от внедряемой радиотехнологии;
- возможность разработки рекомендаций по изменение статуса конверсируемой полосы с «ПР» на «ГР»;
- реализуемость предложенного ОЭМ в виде Административного регламента выполнения государственной функции управления конверсией РЧС или в рамках Федеральной целевой программы по конверсии РЧС.

Выявленные отличия действующего административного механизма управления конверсией РЧС и предлагаемого ОЭМ показаны в Таблице 3.

Показано, что конверсия РЧС как государственная функция возложена на Минкомсвязи РФ и представляет собой сложный многофакторный бизнес-процесс, выполнение которого проводит Минкомсвязи РФ в ходе проведения комплекса работ по управлению радиочастотным спектром на национальном уровне.

Таблица 3.
Сравнительный анализ действующего и разработанного механизма управления конверсией РЧС

Действующий	Разработанный
Основан на экспертном мнении членов РГ Минкомсвязи по конверсии РЧС и лоббистских усилиях пользователей спектра	Основан на научно обоснованных методах распределения ограниченного финансового ресурса с учетом доходности спектра от внедряемой радиотехнологии
Направленность: административная	Направленность: рыночная
Решения носят субъективный административный характер, не учитывающий экономическую эффективность конверсии	Решения носят научно обоснованный характер, учитывающий рыночные потребности в развитии новых телекоммуникационных технологий

Предложено для практической реализации разработанного организационно - экономического механизма управления конверсией РЧС использование двух инструментов:

- Административного регламента по выполнению государственной функции по управлению конверсией.
- Федерально-целевой программы конверсии РЧС.

Проведенный анализ этих инструментов показал, что разработка и внедрение Административного регламента по выполнению государственной функции по управлению конверсией позволит организовать администрирование, контроль и строгое обеспечение выполнения аппаратом Минкомсвязи РФ разработанного организационно – экономического механизма управления конверсией РЧС. Однако, до настоящего времени в России такой Административный регламент, как и описание бизнес-процесса, реализующего управление конверсией РЧС на отраслевом и межотраслевом (государственном) уровнях не разработан. Это обстоятельство создает

предпосылки для неэффективного управления и неэффективного расходования средств государственного бюджета, выделяемого на конверсию РЧС.

Предложенное введение Административного регламента по выполнению государственной функции по управлению конверсией на основе разработанного ОЭМ потребует разработки двух новых дополнительных бизнес-процессов управления конверсией РЧС:

- формирование приоритетов в Перечне работ (основой приоритетов являются Постановления Правительства РФ по перспективным радиотехнологиям, данные расчета текущей удельной доходности спектра в конверсируемых полосах частот) и распределение финансовых средств государственного бюджета, выделяемых на конверсию РЧС;
- подготовка предложений в Правительство РФ о внесении изменений в Таблицу распределения полос частот по переводу полос частот, подвергшихся конверсии, из категории «ПР» в категорию «ГР».

Вторым предложенным инструментом реализации ОЭМ конверсии РЧС является Федеральная целевая программа по конверсии РЧС. Это увязанный по ресурсам, исполнителям и срокам осуществления комплекс научно-исследовательских, опытно-конструкторских, производственных, социально-экономических, организационно-хозяйственных и других мероприятий, обеспечивающих эффективное решение целевых задач конверсии РЧС в стране, требующих государственной поддержки.

Показано, что главными достоинствами этого инструмента реализации ОЭМ управления конверсией РЧС станет:

1. Учет и синхронизация организационно-технических, временных и экономических аспектов конверсии РЧС. Взаимоувязка временных этапов финансирования конверсии с техническими и временными возможностями промышленности по производству новых РЭС повысит экономическую эффективность конверсии РЧС.

2. Преодоление ведомственных барьеров, так как в функции Минобороны РФ не входит проведение конверсии РЧС и высвобождение РЧС

от РЭС правительственного назначения, а также перепланирование РЧС в интересах развития РЭС гражданского назначения.

3. Возможность финансировать разработку и закупку вооружения и военной техники для Минобороны РФ в целях высвобождения РЧС путем перевода РЭС правительственного назначения в другие частотные диапазоны.

В выводах и заключении приведены ключевые результаты диссертационной работы, сформулированы общие выводы о научной новизне и практической ценности результатов исследования.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с актуальностью темы исследования, а также поставленными целями и задачами в диссертационной работе были получены следующие основные результаты, характеризуемые научной новизной:

1. Предложены уточнения в определение понятия «конверсия радиочастотного спектра», что позволяет уточнить цель конверсии в экономическом аспекте.

2. Предложен критерий эффективности распределения ежегодного бюджета конверсии РЧС, позволяющий рационально распределять и использовать бюджетные средства.

3. Разработана комплексная модель оценки экономической эффективности конверсии РЧС, позволяющая экономически обосновывать варианты распределения средств государственного бюджета ежегодно выделяемых на проведение конверсии.

4. Разработан организационно-экономический механизм управления конверсией РЧС, направленный на эффективное использование радиочастотного спектра и бюджетных средств, и позволяющий учитывать экономический эффект от проведения конверсии.

5. Разработаны практические рекомендации для эффективной организации межведомственного взаимодействия федеральных органов

исполнительной власти при разработке и реализации Федеральной целевой программы по конверсии РЧС.

6. Разработаны практические рекомендации по разработке и внедрению Административного регламента выполнения государственной функции управления конверсией РЧС.

7. Разработаны практические рекомендации для экономического обоснования потребности бюджетных средств для проведения конверсии РЧС.

8. Разработаны практические рекомендации по временной синхронизации организационно-технических и экономических аспектов конверсии РЧС.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Коваль В.А. Исследование экономической эффективности конверсии радиочастотного спектра в целях внедрения новых радиотехнологий мобильной связи // Контроллинг. 2018. № 4. С.48-56. (0,95 п.л.).

2. Коваль В.А. Ключевые вопросы разработки и реализации организационно-экономического механизма управления конверсией радиочастотного спектра в России// Инновации в менеджменте. 2018. № 4. С.32-39. (0,84 п.л.).

3. Koval V.A. Development of Institutional/Economical Facility of Radio-Frequency Spectrum Conversion Management for Improving the Revenue of Mobile Communication Services// T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2018. № 6. С.61-64. (0,5 п.л.).

4. Коваль В.А., Тихвинский В.О. Комплексная взаимоувязанная модель оценки эффективности конверсии радиочастотного спектра// Электросвязь». 2013.№ 3. С.37-40. (0,5 п.л./0,35 п.л.).

5. Коваль В.А., Тихвинский В.О. Моделирование показателя удельного дохода операторов для оценки экономической эффективности конверсии РЧС// «Электросвязь». 2014. № 3. С.24-27. (0,5 п.л./0,4 п.л.).

6. Koval V.A., Tikhvinskiy V.O. Economical efficiency assessment model of spectrum conversion for new mobile wireless technologies // Proceedings of the 2014 ITU Kaleidoscope Academic Conference: Living in a Converged World - Impossible Without Standards. C. 229-232. SCOPUS article number K 2014 6858469.

7. EMC Provision Method of LTE-800 Networks and Air Traffic Control Radars Based on Mechanism of Cell Radius Management for LTE Base Stations/ V.Koval [etc.]// 2018 Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) Volume 11118 LNCS. C. 516-523. SCOPUS article number 218939.