

# Информационно- экономические аспекты стандартизации и технического регулирования

## 05/2022

Эволюция  
роли стандартизации  
в обеспечении цифрового  
суверенитета

Агрохолдинг региона:  
анализ и результаты  
качественных  
преобразований

Информационный  
анализ эффективности  
радиопротиводействия  
беспилотным воздушным судам



iea.gostinfo.ru

# ИНФОРМАЦИОННО- ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

## 5/2022 (69)

### УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»)

Российская Федерация, 117418,  
г. Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, корп. 2

Свидетельство о регистрации СМИ

Эл. № ФС 77-44978

Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций 11.05.2011

Журнал является самостоятельным сетевым периодическим текстовым научным электронным изданием, распространяется исключительно с использованием информационно-телекоммуникационных сетей

### РЕДАКЦИЯ

Руководитель К.В. Костылева  
Редакторы С.П. Арянина, Д.Т. Медведева,  
О.В. Сергеева

### АДРЕС РЕДАКЦИИ

Российская Федерация,  
117418, Москва,  
Нахимовский пр-т, д. 31, корп. 2  
+7 (495) 531-26-03  
ieastr@gostinfo.ru



 **РОССИЙСКИЙ ИНСТИТУТ  
СТАНДАРТИЗАЦИИ**

Журнал «Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования» основан в 2011 году.

Издается Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»).

Журнал осуществляет публикацию статей по теоретическим, техническим, информационным, методическим, организационным, экономическим и другим проблемам технического регулирования и стандартизации.

Журнал входит в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов.

Перепечатка материалов допускается только с письменного согласия редакции.

При использовании материалов ссылка на журнал обязательна.

Подписано в печать 28.12.2022.  
Дата выхода в свет электронной версии 28.12.2022.

Формат 60 × 90 1/8.  
Усл. печ. л. 9,75.

© ФГБУ «Институт стандартизации», 2022



## СВЕДЕНИЯ О РЕЦЕНЗИРУЕМОМ НАУЧНОМ ИЗДАНИИ

ДАТА СОЗДАНИЯ 11.05.2011

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛЮЧЕНИИ  
ИЗДАНИЯ В СИСТЕМУ РОССИЙСКОГО  
ИНДЕКСА НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ  
26.08.2014 №503-08/2014

АДРЕС ОФИЦИАЛЬНОГО САЙТА  
В СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" <http://iea.gostinfo.ru/>

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТНЫЙ  
НОМЕР СЕРИАЛЬНОГО ИЗДАНИЯ  
(ISSN) 2311-1348

ТЕМАТИКА СТАТЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ  
ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ  
РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ на соискание ученых  
степеней доктора и кандидата наук,  
должна соответствовать следующим  
специальностям научных работников  
(согласно номенклатуре, утвержденной  
приказом Минобрнауки России от  
23.10.2017 № 1027):

– 08.00.05 Экономика и управление  
народным хозяйством (управление  
инновациями, стандартизация и  
управление качеством продукции)  
(экономические науки);

– 05.25.05 Информационные системы и  
процессы (технические науки).

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

#### БУДКИН Ю.В.

председатель, главный редактор журнала, советник генерального  
директора ФГБУ «Институт стандартизации», доктор технических наук,  
профессор

#### БУРЫЙ А.С.

заместитель председателя, директор Департамента общероссийских  
классификаторов и информации о выпускаемой продукции  
ФГБУ «Институт стандартизации», доктор технических наук

### ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

#### БЕТАНОВ В.В.

член-корреспондент Российской академии ракетных и артиллерийских наук (РАРАН),  
заместитель начальника экспертно-аналитического центра  
АО «Российские космические системы», профессор кафедры ФГБОУ ВПО  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»,  
доктор технических наук, профессор

#### ГЕРАСИМОВА Е.Б.

профессор Департамента бизнес-аналитики Факультета налогов,  
аудита и бизнес-анализа ФГБОУ ВО «Финансовый университет  
при Правительстве Российской Федерации», доктор экономических наук, профессор

#### ЖУРАВЛЕВА Т.Б.

ученый секретарь ФГБУ «НИЦИ» МИД России,  
доктор экономических наук, профессор

#### ЗВОРЫКИНА Т.А.

руководитель Центра научных исследований и технического регулирования  
в сфере услуг АО «Институт региональных экономических исследований»,  
доктор экономических наук, профессор

#### ЛЫСЕНКО И.В.

генеральный директор ООО «Инженерные системы и технологии, разработка  
и анализ» (ООО «ИСТРА»), доктор технических наук, старший научный сотрудник

#### МИСТРОВ Л.Е.

профессор кафедры ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора  
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» и Центрального филиала «РГУП»,  
доктор технических наук, профессор

#### СТРЕХА А.А.

начальник отдела стандартизации в области социальной сферы Департамента  
методического обеспечения стандартизации и инновационных технологий  
ФГБУ «РСТ», кандидат экономических наук

#### СУХОВ А.В.

старший научный сотрудник ФКУ «НПО «Специальная техника и связь» МВД России,  
доктор технических наук, профессор

#### ХАЧАТУРЯН А.А.

профессор кафедры экономических теорий и военной экономики  
ФГКВУ ВПО «Военный университет имени князя Александра Невского»  
Минобороны России, доктор экономических наук, профессор

#### ШВЕДЕНКО В.Н.

ведущий научный сотрудник ФГБУН ВИНТИ РАН,  
доктор технических наук, профессор

# Содержание 5/2022 (69)

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ**

РОЛЬ СТАНДАРТОВ ОРГАНИЗАЦИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ СТАНДАРТИЗАЦИИ. Часть 2. Анализ возможности применения стандартов организаций и технических условий в техническом регулировании 4  
Григорьев А.В., Маковеев Е.Н.

ЭВОЛЮЦИЯ РОЛИ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЦИФРОВОГО СУВЕРЕНИТЕТА. Часть 1. Киберлибертарианский подход и управление на основе заинтересованных сторон 10  
Докукин А.В., Ломакин М.И., Гарин А.Е., Ниязова Ю.М.

## **ЭКОНОМИКА ИННОВАЦИЙ**

УМНАЯ ЭКОНОМИКА ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА: ОСНОВА ЦИФРОВЫХ СТРАТЕГИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОМПАНИЙ. Часть 2. Циркулярные бизнес-модели 17  
Аронов И.З., Бурый А.С., Рыбакова А.М.

АЛГОРИТМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ИСТОЧНИКАХ ИЗЛУЧЕНИЯ. Часть 2. Излучение высококонцентрированными источниками нагрева 27  
Будкин Ю.В., Соколов Ю.А., Фролов В.А.

## **СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И УСЛУГ**

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ УСТОЙЧИВОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА 35  
Салимова Т.А., Иванова И.А.

АГРОХОЛДИНГ РЕГИОНА: АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ КАЧЕСТВЕННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ 46  
Бондарская Т.А.

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ПРОЦЕССЫ**

ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАДИОПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ВОЗДУШНЫМ СУДАМ 58  
Сухов А.В., Пузийчук С.И.

СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ (СИСТЕМ) 71  
Мистров Л.Е., Головченко Е.В., Перминов Г.В.

# РОЛЬ СТАНДАРТОВ ОРГАНИЗАЦИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ СТАНДАРТИЗАЦИИ.

## Часть 2. Анализ возможности применения стандартов организаций и технических условий в техническом регулировании

**Григорьев А.В.**, начальник отдела формирования и ведения информации о выпускаемой продукции ФГБУ «Институт стандартизации»

**Маковеев Е.Н.**, директор департамента формирования Федерального информационного фонда стандартов ФГБУ «Институт стандартизации»

*Документы национальной системы стандартизации могут быть включены в перечни документов по стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований принятого технического регламента. В части 1 данной статьи отмечено, что стандарты организаций (СТО) и технические условия (ТУ) в условиях быстрого развития технологий и жесткой рыночной конкуренции являются действенным инструментом управления качеством продукции, а также могут быть применены для оценки соответствия требованиям технических регламентов. Изменения вносимые в настоящее время в технические регламенты Российской Федерации повышают возможность использования и применения СТО и ТУ в техническом регулировании и реализуемых государственных программах, направленных на ускоренное внедрение инновационных технологий и материалов в повседневную жизнь.*

**Ключевые слова:** техническое регулирование, стандартизация, стандарты организаций, технические условия, Федеральный информационный фонд стандартов, регистрация в Фонде, оператор Фонда, банк данных «Продукция России».

### ВВЕДЕНИЕ

Документы национальной системы стандартизации устанавливают требования к качеству и безопасности продукции при поставках товаров, выполнении работ, оказании услуг, применяются при проведении оценки соответствия, а также обеспечивают соблюдение требований принятых технических регламентов Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и Российской Федерации. В развитие части 1 [1] в данной статье анализируется возможность применения СТО и ТУ в техническом регулировании и роли стандартизации информационного пространства «Умного города» [2].

### 1. НОРМАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Технические регламенты согласно закону о техническом регулировании с учетом риска причинения вреда уста-

навливают минимально необходимые требования, в первую очередь в части защиты жизни и здоровья граждан, имущества и охраны окружающей среды. Для соблюдения данных требований на добровольной основе применяются национальные стандарты, включенные в Федеральный информационный фонд технических регламентов и стандартов (Фонд регламентов). Порядок ведения Фонда регламентов, его комплектование и состав входящих в него документов установлен соответствующим Положением<sup>1</sup>, в соответствии с которым он комплектуется в электронной форме из документов, зарегистрированных в Федеральном информационном фонде стандартов (Фонд). В состав Фонда в настоящее время входит 37,6 тыс. национальных стандартов (ГОСТ, ГОСТ Р, ПНСТ), из них порядка 7,4 тыс. стандартов входят в состав Фонда регламентов.

Анализ нормативных документов показывает, что в настоящее время в рамках ЕАЭС установлены обязатель-

<sup>1</sup> Положение о Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов и единой информационно системе по техническому регулированию, утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 15 августа 2003 года № 500.

ные требования в отношении 67 видов продукции и лишь в отношении 52 из них приняты технические регламенты. При этом стоит отметить, что до настоящего времени не принято решение о разработке технического регламента в отношении медицинских изделий, а к техническому регламенту ТР ЕАЭС 041/2017 «О безопасности химической продукции» не сформирован реестр химических веществ и перечни документов по стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента (Перечень), в связи с чем дата его вступления в действие неоднократно переносилась. Также в настоящее время действует 6 технических регламентов Российской Федерации, в два из которых регулярно вносятся изменения. Так в 2021 году внесены изменения в статью 6 технического регламента «О требованиях пожарной безопасности»<sup>2</sup> и в настоящее время проходит процесс публичного обсуждения проекта Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений и Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации», позволяющий расширить доказательную базу технических регламентов за счет применения стандартов организаций, прошедших экспертизу в ТК и зарегистрированных в Фонде.

Как следует из законодательства о техническом регулировании подтверждение соответствия положениям технического регламента осуществляется на основе подтверждения соответствия продукции требованиям стандартов, включенных в Перечни, применение которых осуществляется на добровольной основе. Однако при

значительном объеме общего количества национальных стандартов по ряду направлений, например, медицинские материалы, электронная компонентная база, стандарты либо отсутствуют, либо средний возраст таких документов по стандартизации довольно значительный, что порой не соответствует существующему уровню развития современных цифровых информационных и коммуникационных технологий.

## 2. РОЛЬ СТО И ТУ В ТЕХНИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ

Анализ Фонда показывает, что только 9,1 тыс. содержащихся в нем национальных стандартов и предварительных национальных стандартов устанавливают требования к качеству продукции (стандарты вида общих технических условий 1,8 тыс., технических условий 5,054 тыс., общих технических требований 1,102 тыс. и технических требований 1,121 тыс.) что составляет примерно 25% (рис. 1).

При этом по экспертным оценкам из различных независимых источников, в том числе на основе анализа архивных документов Всесоюзного фонда стандартов и технических условий в [3], установлено, что более 85% продукции в Российской Федерации производится по такому виду стандарта организации (СТО) как технические условия (ТУ), которые устанавливают всесторонние требования к продукции, в том числе к ее качеству и безопасности.

В этой связи возрастает роль предприятий и организаций, которые не только являются конечными пользователями документов национальной системы стандартизации,

### Анализ состава Фонда

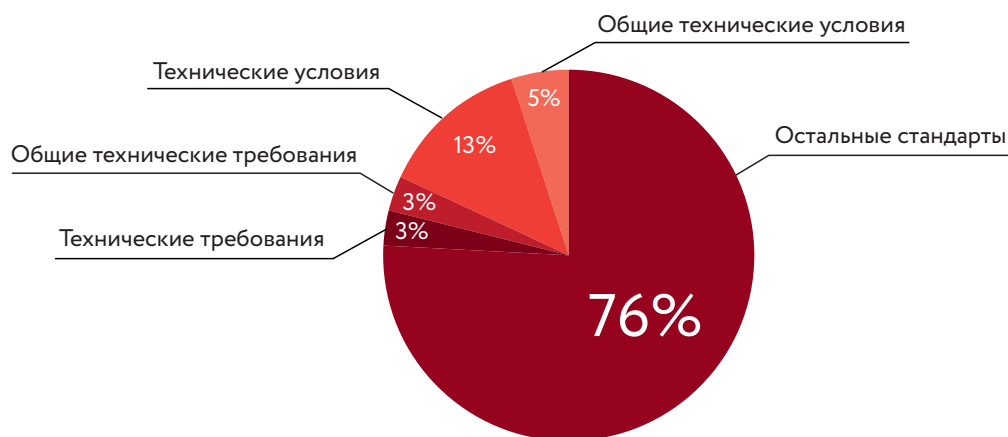


Рис. 1. Анализ состава Федерального информационного фонда стандартов

<sup>2</sup> Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

но и разрабатывают и самостоятельно утверждают для практического применения в своей сфере деятельности СТО и ТУ.

Считаем необходимым напомнить, что в соответствии с ГОСТ Р 1.3–2018 «Стандартизация в Российской Федерации. Технические условия на продукцию. Общие требования к содержанию, оформлению, обозначению и обновлению» ТУ содержит всесторонние требования к выпускаемой продукции в материально-вещественной форме и разрабатываются в следующих случаях:

- при отсутствии соответствующего ГОСТ или ГОСТ Р вида технические условия или общие технические условия, то есть на новую продукцию, на которую пока еще не существует утвержденного национального стандарта для всеобщего и многократного применения;
- при наличии такого стандарта, когда изготовитель считает нужным уточнить или дополнить требования к продукции, например, в части применения нового сырья, упаковки, методов контроля, изменения условий хранения и срока годности и т.д.

СТО и ТУ могут разрабатываться организациями на основе собственных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также практического опыта применения национальных и международных стандартов и могут содержать новые, прогрессивные требования к объекту стандартизации. Важным преимуществом для конкретного производителя является отсутствие процедуры достижения консенсуса, как это предусмотрено для национальных стандартов, предназначенных для всеобщего и многократного применения. Как известно из практики, незаинтересованные предприятия-конкуренты по отрасли имеют возможность не допустить принятия национального стандарта, содержащего требования, которые они не в состоянии выполнить в связи с отсутствием необходимого оборудования и(или) соответствующих компетенций или добиться снижения таких требований. Такая же ситуация складывается и с внесением изменений в СТО и ТУ, которые повышают требования к продукции и также утверждаются и вводятся в действие самостоятельно, что позволяет предприятиям добиться увеличения прибыли при использовании более эффективных технологий. Кроме того, необходимо учитывать существенную экономию времени, что в условиях технического прогресса и внедрений инноваций также имеет решающее значение.

### 3. СТО И ТУ КАК ИНСТРУМЕНТ ВНЕДРЕНИЯ ОПЕРЕЖАЮЩЕЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Необходимо отметить, что установленные в СТО и ТУ повышенные требования, не только могут дать конкурентные преимущества производителю инновационной продукции на рынке, но и выступить в качестве инструментов установления прогрессивных (опережающих) требований в технических регламентах и стандартизации в целом. Также не исключено, что в будущем и другие производители смогут обеспечить соответствие своей продукции повышенным требованиям, которые недостижимы для них в настоящее время, и в этой связи можно говорить об одном из вариантов опережающей стандартизации.

Согласно закону о техническом регулировании допускается применение СТО и(или) иных документов для оценки соответствия требованиям технического регламента. Таким образом для подтверждения соответствия объекта сертификации СТО/ТУ могут быть применены в соответствии с формой и схемой, установленной соответствующим техническим регламентом с учетом степени риска не достижения целей данного технического регламента. Оценка риска осуществляется в соответствии с требованиями идентификации опасности и угроз вероятности причинения вреда жизни или здоровью граждан, имущества физических и юридических лиц, в соответствии с методами, установленными в технических регламентах и национальных стандартах. При этом к инновационной продукции, работам и(или) услугам выполняемым предприятием по собственным технической документации все требования устанавливаются в СТО/ТУ и могут уточняться соответствующим техническим регламентом.

Механизмом внедрения передового опыта предприятий, является регистрация СТО и ТУ в Фонде для их применения, что направлено на повышение эффективности предприятия и повышения качества продукции [4, 5].

Важнейшим требованием при направлении заявителем комплекта документов на регистрацию СТО/ТУ в Фонд в соответствии с Порядком регистрации<sup>3</sup> является наличие экспертного заключения технического комитета (ТК) на СТО/ТУ. ТК проводит экспертизу СТО/ТУ на стадии проекта в соответствии с Порядком проведения экспертизы<sup>4</sup>, предметом которой является всесторонняя проверка соответствия проекта СТО/ТУ нормативным правовым актам Российской Федерации, принципам, целям и задачам стандартизации, а также оценка его соот-

<sup>3</sup> Порядок регистрации стандартов организаций, в том числе технических условий, в Федеральном информационном фонде стандартов, утв. приказом Росстандарта от 30 апреля 2021 г. № 651.

<sup>4</sup> Порядок проведения экспертизы проектов стандартов организаций, а также проектов технических условий, представляемых разработчиком в соответствующие технические комитеты по стандартизации или проектные технические комитеты по стандартизации, утв. приказом Минпромторга России от 6 июля 2017 года № 2171.

ветствия действующим техническим регламентам. Кроме того, в связи с установлением в 2021 году принципа непротиворечивости документов национальной системы стандартизации (НСС) и сводов правил (СП), отсутствия в них дублирующих положений, ТК при проведении экспертизы должен провести сопоставление требований, установленных в документах НСС и СП с проектом СТО/ТУ. Ведь после регистрации в соответствии с Порядком регистрации в Фонде статус СТО/ТУ повышается до документа национальной системы стандартизации, что позволяет его использовать при проведении закупочных процедур<sup>5</sup>. То есть по сути декларирование соответствия продукции, произведенной по СТО/ТУ зарегистрированного в Фонде требованиям технического регламента может быть учтено органом по сертификации при декларировании соответствия.

ФГБУ «Российский институт стандартизации» также формирует и ведет банк данных «Продукция России» (банк данных), в котором зарегистрирована информация о более чем 400 тыс. технических условий, в соответствии с которыми производится продукция, систематизированная по действующим общероссийским классификаторам технико-экономической и социальной информации [3, 6, 7]. Чтобы показать роль ТУ в экономике, можно сопоставить количественную информацию о регистрации документов национальной системы стандартизации в Фонде и информации о регистрации каталожных листов в банке данных за последние пять лет. Так Росстандартом было утверждено и зарегистрировано 6,4 тыс. документов НСС в Фонде, а производители зарегистрировали в банке данных информацию о 50,1 тыс. ТУ. По результатам проведенного анализа данных содержащихся в банке данных «Продукция России» в одном ТУ в среднем установлены требования к шести различным исполнениям (маркам, типам и пр.) продукции, то есть в банке данных учтена информация о 2,5 млн единицах продукции. При том, что в целом по экспертным оценкам из различных источников в настоящее время в мире производится более 20 млн наименований товаров, каждый из которых изготавливается на основании соответствующей документации, в том числе технической. По состоянию на 1 ноября 2022 года у одного из крупнейших предприятий в стране в сфере энергетики ПАО «Газпром» разработано и действует порядка 1,5 тыс. разного вида СТО (СТО, рекомендаций и др.) по таким направлениям деятельности как добыча, хранение и переработка нефти и газа и прочее.

В Москве принята и реализуется комплексная программа развития «Умный город – 2030», одним из ключевых технологических трендов которой, является внедрение новых информационных технологий (ИТ) обеспече-

ния безопасности, включающих непрерывную адаптивную оценку риска в режиме реального времени. С целью повышения защищенности инфраструктуры города Москва [8]. О концепции «Умных городов» подробно изложено в [2]. На прошедшем в октябре 2022 г. XXXIX онлайн-форуме «Умные технологии Москвы – энергоэффективного города» была поставлена цель определить первоочередные Умные технологии для реализации в городском хозяйстве Москвы и дальнейшего тиражирования в регионах Российской Федерации [9] по результатам чего был издан Реестр умных технологий 2022 [10]. Одной из технологий, вошедших в данный реестр, является Система контроля загазованности и реагирования на аварийные ситуации в многоквартирных домах метаном (СН<sub>4</sub>) и монооксидом углерода (СО) с диспетчеризацией и искусственным интеллектом. Данная технология была предложена некоммерческим партнерством «Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике» (НП АВОК) и позволяет обнаруживать и контролировать концентрацию горючих газов, метана (СН<sub>4</sub>) и монооксидом углерода (СО) в помещениях, требующих контроля уровня загазованности (кухнях квартир) и предотвращения аварийных ситуаций, связанных с различными утечками. Применение данной технологии может существенно снизить риск возникновения чрезвычайных ситуаций в многоквартирных домах, оборудованных сетями газопотребления, а последующая разработка СТО на данную технологию и его регистрация в Фонде помогут обеспечить выполнение требований соответствующего технического регламента и пожарной безопасности. Три стандарта организации НП АВОК в 2022 году прошли экспертизу в ТК и были зарегистрированы в Фонде:

- СТО НП АВОК 7.7–2020 «Музеи. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха»;
- СТО Р НП АВОК 7.8.1–2020 «Проектирование инженерных систем инфекционных больниц»;
- СТО Р НП АВОК 7.8.2–2021 «Проектирование инженерных систем родильных домов».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом СТО и ТУ, прошедшие экспертизу в ТК и зарегистрированные в Фонде, способствуют:

- реализации принципа стандартизации о доступности информации о документах по стандартизации, так как сведения о них опубликовываются установленном порядке;

<sup>5</sup> Р 1323565.1.037–2021. Методические рекомендации по применению документов национальной системы стандартизации при описании объектов закупок для обеспечения государственных или муниципальных нужд. (Введ. 01-12-2021). – М.: Российский институт стандартизации, 2021.



- расширению доказательной базы технических регламентов;
- развитию опережающей стандартизации;
- повышению безопасности и качества жизни горожан при реализации комплексных программ развития «Умных городов».

#### Список использованных источников и литературы

1. Григорьев А.В., Маковеев Е.Н. Роль стандартов организаций и технических условий в информационном обеспечении стандартизации. Часть 1. стандарты организаций и технические условия как основа импортозамещения // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 4 (68). С. 4–9.
2. Бурый А.С., Ловцов Д.А. Перспективы стандартизации информационного пространства умного города // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 2 (66). С. 4–11.
3. Маковеев Е.Н., Григорьев А.В. О регистрации стандартов организаций и технических условий в Федеральном информационном фонде стандартов // Стандарты и качество. 2022. № 4. С. 26–31.
4. Шалаев А.П., Сироткин Р.О. Инструменты стандартизации в реализации приоритетных направлений развития // Стандарты и качество. 2018. № 10. С. 20–23.
5. Шалаев А.П. Система Росстандарта в условиях санкций // Стандарты и качество. 2022. № 4. С. 10–12.
6. Григорьев А.В. Организационное обеспечение информационной системы банка данных «Продукция России» // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2017. № 3 (37). С. 6.
7. Григорьев А.В. Основные направления развития информационной системы банка данных «Продукция России» // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2017. № 4 (38). С. 3.
8. План развития Москвы 2030 // Умный город – 2030. [Электронный ресурс]. – URL: <https://2030.mos.ru/> (дата обращения 20.10.2022).
9. XXXIX онлайн-форум «Умные технологии Москвы – энергоэффективного города. [Электронный ресурс]. – URL: <https://smart-moscow.info/> (дата обращения 20.10.2022).
10. Реестр умных технологий для жилищно-коммунального хозяйства Москвы 2022. [Электронный ресурс]. – URL: <https://smart-moscow.info/reestr-2022?page=3> (дата обращения 20.10.2022).

# THE ROLE OF STANDARDS OF ORGANIZATIONS AND SPECIFICATIONS IN THE INFORMATION SUPPORT OF STANDARDIZATION.

## Part 2. Analysis of the possibility of applying standards of organizations and technical conditions in technical regulation

**Grigoriev A.V.**, Head of the Department, FSBI «RSI»

**Makoveev E.N.**, Director of the Department, FSBI «RSI»

*The documents of the national standardization system may be included in the lists of standardization documents, as a result of compliance with the requirements of the adopted technical regulations and it is ensured on a voluntary basis. In part 1 of this article, it is noted that the standards of organizations (StO) and specifications in the conditions of rapid technology development and fierce market competition are an effective tool for product quality management, and can also be used to assess compliance with the requirements of technical regulations. The changes currently being made to the technical regulations of the Russian Federation increase the possibility of using and applying StO and specifications in technical regulation and ongoing state programs aimed at accelerating the introduction of innovative technologies and materials into everyday life.*

**Keywords:** technical regulation, standardization, standards of organizations, specifications, The Federal Information Fund of Standards, registration in the Fund, Fund operator, databank "Products of Russia".

### References

1. Grigoriev A.V., Makoveev E.N. The role of standards of organizations and specifications in the information support of standardization. *Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya*, 2022, no. 4 (68), p. 4.
2. Buryi A.S., Lovtsov D.A. Prospects for standardization of the information space of a smart city. *Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya*, 2022, no. 2 (66), p. 5.
3. Makoveev E.N., Grigor'ev A.V. O registracii standartov organizacij i tekhnicheskikh uslovij v Federal'nom informacionnom fonde standartov. *Standarty i kachestvo*, 2022, no. 4, pp. 26–31.
4. Shalaev A.P., Sirotkin R.O. Standardization tools in realization of priorities// *Standarty i kachestvo*. 2018. no 10., pp. 20–23.
5. Shalaev A.P. Sistema Rosstandarta v usloviyah sankcij. *Standarty i kachestvo*, 2022, no. 4, pp. 10–12.
6. Grigor'ev A.V. Organizacionnoe obespechenie informacionnoj sistemy banka dannyh «Produkcija Rossii». *Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya*, 2017, no. 3(37), p. 6.
7. Grigor'ev A.V. Osnovnye napravleniya razvitiya informacionnoj sistemy banka dannyh «Produkcija Rossii». *Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya*, 2017, no. 4(38), p. 3.
8. Moscow Development plan 2030//Smart City–2030. Available online: <https://2030.mos.ru/> (accessed on 20 October, 2022).
9. XXXIX online forum smart technologies of Moscow-an energy-efficient city. Available online: <https://smart-moscow.info/> (accessed on 20 October, 2022).
10. Register of Smart technologies for housing and communal services in Moscow 2022. Available online: <https://smart-moscow.info/reestr-2022?page=3> (accessed on 20 October, 2022).

# ЭВОЛЮЦИЯ РОЛИ СТАНДАРТИЗАЦИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЦИФРОВОГО СУВЕРЕНИТЕТА. ЧАСТЬ 1. КИБЕРЛИБЕРТАРИАНСКИЙ ПОДХОД И УПРАВЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫХ СТОРОН

**Докукин А.В.**, д-р экон. наук, главный научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

**Ломакин М.И.**, д-р экон. наук, д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС, гл. спец. ФГБУ «Институт стандартизации»

**Гарин А.Е.**, канд. экон. наук, старший научный сотрудник ФГАУ «НИИ «ЦЭПП»

**Ниязова Ю.М.**, канд. экон. наук, доцент, Московский государственный университет геодезии и картографии

*Рассматриваются первые этапы эволюции подхода к государственному суверенитету в цифровой области. Показана эволюция понятия «суверенитета» по мере развития концепции «сетевых государств». Описано регулирование Интернета на ранней стадии развития, основанное на исключаяющей участие государств концепции «киберисключительности», и последующее развитие данной концепции в гибридную концепцию «управления на основе заинтересованных сторон», в которой государства играли несuverенные роли равноправных акторов многостороннего процесса регулирования Интернета. Выявлено, что на данных этапах именно стандартизация являлась основным принципом регулирования Интернета, что обеспечило его достаточно быстрое развитие и в то же время уязвимость перед основной проблемой стандартизации – недостаточным учетом прав и законных интересов потребителей по сравнению с интересами крупных корпораций. Показано, что крупнейшие технологические корпорации, влияющие на развитие и регулирование Интернета, тесно связаны с юрисдикцией США и реализуют политику правительства США, что вызвало законное недовольство иных стран фактическим ущемлением их суверенитета в цифровой сфере и обусловило попытки стран БРИКС и Евросоюза выработать альтернативные подходы к понятию цифрового суверенитета и мерам по его обеспечению.*

**Ключевые слова:** стандартизация, суверенитет, Интернет, киберлибертарианство, стейкхолдер.

## ВВЕДЕНИЕ

В современном мире проблема цифрового суверенитета крайне актуальна.

На протяжении своей недолгой истории бурное развитие Интернета и современных цифровых технологий повлекло за собой смену нескольких парадигм их регулирования, от экстерриториальной «киберисключительности» к формированию принципов интернет-суверенитета и их расширению до «цифрового суверенитета». В соответствии с этим менялись и взгляды на соотношение добровольного, диспозитивного регулирования данной сферы с помощью стандартизации и государственного императивного подхода.

## ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМАТИКА СТАТЬИ

Как показал Э. Селесте [1], использование прилагательного «цифровой» с ранее существовавшими и вполне определенными понятиями зачастую проходит путь от лозунга, отличающегося выразительностью, но малой определенностью, до разработанного понятийного аппарата. Термин «цифровой суверенитет» в настоящее время находится на начальном этапе своей эволюции, несмотря на более чем десятилетнюю историю.

В переводе с латинского «superegnus» означает «находящийся сверху». Генезис понятия «суверенитет» восходит к периоду формирования института римского права и означает в общем виде «власть отдельных лиц или опре-

деленным образом упорядоченной группы лиц в форме института над некоторой территорией» [2].

В шестнадцатом веке французским политическим философом Жаном Боденом была предложена теория суверенитета, которая делала акцент на полномочии правителя принимать окончательные решения, а основополагающей вехой, которая закрепила понятие суверенитета в международном праве, считается Вестфальский мир, завершивший Тридцатилетнюю войну в 1648 году. В Вестфальском мирном договоре была закреплена современная идея суверенитета, понимаемого как высшая власть государства на его собственной территории (внутренний аспект суверенитета) и независимость от вмешательства других суверенных образований, а также право представления интересов государства в международных отношениях и в межправительственных организациях с участием многих заинтересованных сторон (внешний аспект суверенитета) [3].

В середине прошлого века по мере расширения межгосударственной интеграции и повышения роли демократических наднациональных образований традиционное «боденовское» понятие суверенитета стало размываться [4], а акцент переносился с суверенной власти государства над определенной территорией на полицентрические демократические процедуры принятия решений в рамках сложных образований [5], границы юрисдикции которых не совпадают с национальными и меняются в зависимости от сферы приложения властных полномочий [6], что, в конечном счете, приводит к появлению концепций «постсуверенного мира» [7]. Данный набор концепций рассматривают формирующееся посттерриториализованное пространство гражданского взаимодействия в ряде аспектов, в т.ч. через развитие транснационального гражданского общества или формирование мировой государственности [8]. Мануэль Кастельс в 2008 году подчеркивал, что государства эволюционируют в стадию «сетевых», сталкиваясь с «противоречиями между исторически сформировавшейся природой институтов и новыми функциями и механизмами, которые они должны выполнять» [9].

Данные концепции получили особую актуальность с расширением глобальной сети Интернет.

На первом этапе развития Интернета, во время пионерства и, далее, абсолютного технологического лидерства США в данной сфере, был сформирован подход к осмыслению понятия суверенитета применительно к Интернету, который можно определить как «киберлибертарианство».

Киберлибертарианство основано на концепции «киберисключительности» [10], согласно которой цифровая сфера порождает принципиально новый, виртуальный, отличающийся от физического мир.

Такое понимание основывалось на правовых реалиях раннего этапа развития Интернета: несмотря на то, что первоначально технологическая основа Интернета была создана при активном участии военных кругов США (принципы Интернета были впервые реализованы в сети ARPANET, созданной по заказу Управления перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (англ. Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)), его гражданская экспансия в начале 90-х годов проходила под флагом открытых стандартов и свободного самоуправления. В 1994 году для регулирования Интернета был создан Консорциум Всемирной Паутины (World Wide Web Consortium, W3C) для разработки принципов и базовых стандартов функционирования Интернета (по-английски эти стандарты назывались рекомендациями, W3C Recommendations). В консорциум вошли крупнейшие мировые технологические компании, а его рекомендации не защищались патентами и были открыты любому желающему. Постепенно членами консорциума стали более 350 организаций, а его администрирование осуществляется тремя организациями: Массачусетский технологический институт (англ. Massachusetts Institute of Technology, MIT) в США;

Европейский консорциум по исследованиям в области информатики и математики (англ. European Research Consortium for Informatics and Mathematics, ERCIM) во Франции;

Университет Кейо (англ. Keio University) в Японии.

Таким образом, ранний Интернет управлялся исключительно с помощью стандартизации, формально без государственного императивного регулирования.

В 1996 году Джон Перри Барлоу опубликовал легендарную «Декларацию независимости киберпространства», в котором государства не могли осуществлять свою власть, а их правовые системы – применяться [11]. Таким образом, анализы первого этапа осмысления суверенности Интернета были сфокусированы на признании исключительно транснационального характера сети, который делает устаревшими принципы суверенитета [12], основанные на дискретной физической территории [13]. По мнению либертарианских сторонников киберисключительности, традиционная идея государственного суверенитета, подразумеваемая как верховная власть государства над территорией и независимость от других суверенных образований, была исчерпана в связи с отсутствием государственных границ в новом, «виртуальном» мире, созданного Интернет-технологиями, при этом Интернет рассматривался как независимая, суверенная сущность (современный обзор подобных теорий выполнен в работе [14]).

Альтернативный взгляд в рамках киберлибертарианской парадигмы был предложен в конце 90-х годов Лоурен-

сом Лессигом, который постулировал принципиальную смену парадигм в рамках перехода от правовой системы реального мира к «киберпространству», в котором, по его мнению, программный код выступает заменителем законов, а архитектура виртуального пространства заменяет собой суверенные государственные образования. [15]

Таким образом, концепция «киберисключительности» предполагала, что растущее значение «виртуального мира», основанного на Интернет-коммуникациях, приводит к упадку государственных суверенитетов [16] и, в конечном счете, к децентрализованной организации общества, повысив тем самым эффективность управления и скорость принятия управленческих решений по сравнению с традиционными формами политической организации. Таким образом, в рамках «киберисключительности» именно международная стандартизация (при этом, по большей части протекавшая вне общепринятой системы мировой стандартизации, основанной на ИСО, МЭК и национальных организациях по стандартизации – членах вышеупомянутых мировых структур) являлась доминирующей парадигмой регулирования Интернета.

При этом исследователи [17] подчеркивают, что идеология «киберисключительности» стала доминирующей благодаря усилиям США несмотря на то, что фактическое развитие Интернета не происходило вне конкретных правовых пространств и было бы невозможно без стимулов и возможностей, предоставляемых государственной исследовательской инфраструктурой.

При этом, несмотря на формальную интернациональность и независимость верхнего уровня регулирования Интернета – W3C – контроль над ключевой инфраструктурой Интернета (как физический, так и программный и посредством прав интеллектуальной собственности) по большей части принадлежал компаниям и организациям, прямо находящимся или же сильно зависящим от американской юрисдикции.

Для идеологического закрепления подобной практики и, одновременно, маскировки неявных претензий США на гегемонию в глобальном Интернете с целью продвижения национальных интересов США, наряду с радикальной концепцией «киберлибертарианства» с 2000 года появилась новая гибридная доктрина, бросающая вызов государственному суверенитету в области киберпространства: управление интернетом с участием многих заинтересованных сторон. В ней рассматривались различные несuverенные роли, которые государства, наряду с другими заинтересованными сторонами, должны играть в идеале регулирования Интернета в рамках концепции многостороннего участия стейкхолдеров в стандартизации. Беря свое начало в техническом сообществе, характеризующемся меритократическим подходом к принятию решений [18], возникло множество децентрализованных

процессов, которые были предназначены для разработки и применения общих норм, правил и процедур для поддержания и развития Интернета [19]. В этом видении самоуправление на основе стандартизации с участием многих заинтересованных сторон, основанной на принципах открытости, вовлеченности, сотрудничества снизу-вверх и принятия решений на основе консенсуса, должно было играть основную роль в регулировании Интернета [20]. Утверждалось, что такая форма координации может противодействовать необходимости наличия центрального органа, принимающего решения [21].

Таким образом, преобладающий в США теоретический взгляд на регулирование Интернета эволюционировал от радикальной киберлибертарианской концепции, основанной на «киберисключительности» и полностью устранявшей государства от процессов регулирования якобы нового, «виртуального» мира, к более умеренной концепции «управления заинтересованными сторонами», в рамках которой государства, лишённые суверенных функций, рассматривались как одни из равноправных акторов регулирования Интернета, наряду с корпорациями и другими стейкхолдерами.

В обоих вариантах именно стандартизация, как процесс разработки и принятия добровольно применяемых норм на базе консенсуса заинтересованных сторон, являлась основной парадигмой регулирования Интернета. Последствия данного подхода до сих пор существенным образом влияют на структуру регулирования Интернета. В частности, среди основных регулирующих структур – ICANN, «Корпорация по управлению доменными именами и IP-адресами» (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers), международная некоммерческая организация, созданная в 1998 года при участии правительства США для регулирования вопросов, связанных с доменными именами, IP-адресами и прочими аспектами функционирования Интернета, с 2016 года – формально независимая международная организация, зарегистрированная в Калифорнии, хранители ключа которой встречаются 4 раза в год исключительно на территории США. Инженерный совет Интернета (англ. Internet Engineering Task Force, IETF), занимающийся разработкой стандартов его функционирования, был создан еще в 1986 г. также правительством США, в начале 90-х был преобразован в формально независимую международную организацию, состоящую из физических лиц – экспертов, но зарегистрированную в США. Организационную структуру для функционирования IETF и ряда более узкопрофильных организаций по стандартизации Интернета предоставляет Общество Интернета (англ. Internet Society, ISOC), зарегистрированное как некоммерческая образовательная организация в США и состоящее из членов: физических лиц и организаций.

По мнению критиков данной концепции, реальный вызов государственному суверенитету заключается не в недо-

статочных организационных качествах децентрализованных сетей и структур стандартизации, а в огромной власти корпоративных акторов, которые процветают в формально децентрализованной интернет-среде и владеют жизненно важной для общества инфраструктурой.

Например, крупнейшие информационные компании – FAANG – Amazon, Apple, Netflix, Alphabet (ранее Google) – фактически находятся в американской юрисдикции и, как показала серия скандалов, серьезнейшим образом зависят в своей политике от американских органов государственной власти (на данную тему существует огромное количество публикаций в прессе, усилившихся после серии разоблачений Э. Сноудена; среди последних можно выделить статью [22], в которой описано, как представители правительства США систематически и организовано предписывают крупнейшим социальным сетям правила цензурирования определенных тем и новостных поводов).

Указанная ситуация в определенном смысле явилась следствием фундаментальной проблемы стандартизации – фактического ресурсного неравенства между различными группами стейкхолдеров. Несмотря на декларированную «киберисключительность» и «подход к управлению на основе заинтересованных сторон», миллиарды пользователей Интернета, социальных сетей и т.д. фактически не имеют организационной возможности непосредственно высказаться по поводу своих прав и свобод, в то время как регулятивные политики Интернета фактически определялись достаточно узким кругом технологических, телекоммуникационных и информационных корпораций, действующих как в своих интересах, так и в интересах правительств стран своей юрисдикции.

При этом государства, выступавшие в «несуверенной» роли равноправных с другими акторов процессов стандартизации, не могли в достаточной степени защитить права своих граждан от транснациональных корпораций, связанных с американской юрисдикцией.

Указанное противоречие заставило страны БРИКС и Евросоюз приступить к осмыслению самого понятия «Интернет-суверенитета» и «цифрового суверенитета», и далее к практическим мероприятиям по его обеспечению. В частности, такой негативный сценарий формирования однополярного виртуального мира был описан в статье М.Н. Дудина и соавторов [23], при этом, как показано в работе М.И. Ломакина и соавторов [24], для этой цели может быть использован механизм формально нейтральных и принимаемых неправительственными организациями, различными фондами и т.д. стандартов, в которые имплементируются положения, фиксирующие существующее господство западных корпораций, подобных FAANG.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в статье проведен анализ одного из основных подходов к регулированию Интернета, основанного на примате принципа стандартизации и учета требований заинтересованных сторон без государственного вмешательства как такового или же с ограниченной ролью государств как равноправных несuverенных акторов процесса стандартизации. Показана история теоретического обоснования данного подхода, основанная на доктрине «киберлибертарианства», выявлены его риски и ограничения, обусловившие необходимость осмысления понятия цифрового суверенитета и разработки комплекса мер по его обеспечению.

## Список использованных источников и литературы

1. Celeste E. Digital Constitutionalism: A New Systematic Theorisation // *International Review of Law, Computers & Technology*. 2019. V.33. P. 76.
2. Hinsley F.H. *Sovereignty*, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge, MA, 1986. 258 p.
3. Held D. The Decline of the Nation State, in: Geoff Eley and Suny Rigor (eds.), *Becoming National*, New York. 1996. P. 407–417.
4. Strange S. *The Retreat of the State: The Diffusion of Power in the World Economy*. Cambridge: Cambridge University Press. 1996. P. 32.
5. MacCormick N. *Questioning Sovereignty: Law, State, and Nation in the European Commonwealth*. Oxford University Press. 1999. P. 45.
6. Cohen J.L. *Globalization and Sovereignty: Rethinking Legality, Legitimacy, and Constitutionalism*. Cambridge: Cambridge university Press. 2012. P. 47.
7. Agnew J. *Globalization and Sovereignty*. Lanham, MD: Rowman & Littlefield. 2009. P. 17.
8. Stichweh R. Dimensionen des Weltstaats im System der Weltpolitik, in: Albert M., idem, (eds.), *Weltstaat und Weltstaatlichkeit, Beobachtungen globaler politischer Strukturbildung*. Wiesbaden. 2007. P. 25–36.
9. Castells M. The New Public Sphere: Global Civil Society, Communication Networks, and Global Governance, in: *Annals of the American Academy of Political and Social Science* V.616/1. 2008. P. 78–93.
10. Keller C. I. Exception and Harmonization: Three Theoretical Debates on Internet Regulation HIIG Discussion Paper Series. Alexander von Humboldt Institut fur Internet und Gesellschaft. 2020 V. 2. P. 35.

11. Barlow, J.P. A Declaration of the Independence of Cyberspace. Electronic Frontier Foundation. 1996. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.eff.org/cyberspace-independence> (дата обращения: 17.09.2022).
12. Johnson D. R., Post D. G. The Rise of Law on the Global Network. // In *Borders in Cyberspace: Information Policy and the Global Information Infrastructure*, edited by Brian Kahin and Charles Nesson. Cambridge: The MIT Press. 1997. P. 3–47.
13. Reidenberg J. R. Governing Networks and Rule-Making in Cyberspace // In *Borders in Cyberspace: Information Policy and the Global Information Infrastructure*, edited by Brian Kahin and Charles Nesson. Cambridge: The MIT Press. 1997. P. 84–105.
14. Jerker D., Svantesson B., Sovereignty in International Law: How the Internet (Maybe) Changed Everything, but Not for Long // *Masaryk University Journal of Law and Technology* 2014. V. 8. P. 137, 144.
15. Lessig L. *Code: And Other Laws of Cyberspace, Version 2*. Basic Books. 2006. ch 15.
16. Katz J. Birth of a Digital Nation. 1997. [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.wired.com/1997/04/netizen-3/> (дата обращения: 17.09.2022)
17. Mazzucato M. The entrepreneurial state. Demos. 2011. [Электронный ресурс]. – URL: <http://oro.open.ac.uk/30159/VEntrepreneurialState-web.pdf> (дата обращения: 17.09.2022)
18. Chenou J.-M. From cyber-libertarianism to neoliberalism: Internet exceptionalism, multi-stakeholderism, and the institutionalisation of internet governance in the 1990s // *Globalizations*. 2014. V. 11(2), P. 205–223.
19. Klein H. ICANN and Internet Governance: Leveraging Technical Coordination to Realize Global Public Policy. // *The Information Society*, 2002. V. 18(3). P. 193–207.
20. Hofmann J. Multi-stakeholderism in Internet governance: Putting a fiction into practice // *Journal of Cyber Policy*. 2016. V. 1. (1). P. 29–49.
21. Raymond M., DeNardis L. Multistakeholderism: Anatomy of an inchoate global institution // *International Theory*. 2015. P. 7(3). V. 572–616.
22. Klippenstein K., Fang L. TRUTH COPS: Leaked Documents Outline DHS’s Plans to Police Disinformation [Электронный ресурс]. – URL: <https://theintercept.com/2022/10/31/social-media-disinformation-dhs/> (дата обращения: 17.09.2022).
23. Дудин М.Н., Шкодинский С.В., Усманов Д.И. Цифровой суверенитет России: барьеры и новые траектории развития // *Проблемы рыночной экономики*. 2021. № 2. С. 30–49.
24. Ломакин М.И., Докукин А.В., Гарин А.В., Сыромятников А.Е. Роль национально ориентированного подхода к разработке ESG-стандартов // *Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования*. 2022. № 2 (66). С. 22–25.

# EVOLUTION OF THE ROLE OF STANDARDIZATION IN ENSURING DIGITAL SOVEREIGNTY.

## Part 1. Cyberlibertarian Approach and Stakeholder Based Management

**Dokukin A.V.**, Doctor of Economics, Chief Researcher, FGBU VNII GOChS (FC)

**Lomakin M.I.**, Doctor of Economics, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, FGBU VNII GOChS (FTs), Chief Specialist, FSBI «RSI»

**Garin A.V.**, Candidate of Economics, Senior Researcher FGAU «NII «CEPP»

**Niyazova Yu.M.**, Ph.D. docent Moscow State University of Geodesy and Cartography

*The first stages of the evolution of the approach to state sovereignty in the digital field are considered. The evolution of the concept of "sovereignty" is shown as the concept of "network states" develops. It describes the regulation of the Internet at an early stage of development, based on the concept of "cyber-exclusivity", which excludes the participation of states, and the subsequent development of this concept into a hybrid concept of "stakeholder-based governance", in which states played non-sovereign roles as equal actors in the multilateral Internet regulation process. It was revealed that at these stages it was standardization that was the main principle of regulating the Internet, which ensured its fairly rapid development and, at the same time, vulnerability to the main problem of standardization - insufficient consideration of the rights and legitimate interests of consumers compared to the interests of large corporations. It is shown that the largest technological corporations that influence the development and regulation of the Internet are closely connected with the US jurisdiction and implement the policy of the US government, which caused legitimate dissatisfaction in other countries with the actual infringement of their sovereignty in the digital sphere and led to the attempts of the BRICS countries and the European Union to develop alternative approaches to the concept digital sovereignty and measures to ensure it.*

**Keywords:** standardization, sovereignty, Internet, cyberlibertarianism, stakeholder.

### References

1. Celeste E. Digital Constitutionalism: A New Systematic Theorisation // International Review of Law, Computers & Technology. 2019. V.33. P. 76.
2. Hinsley F.H. Sovereignty, 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge, MA, 1986. 258 p.
3. Held D. The Decline of the Nation State, in: Geoff Eley and Suny Rigor (eds.), Becoming National, New York. 1996. Pp. 407–417.
4. Strange S. The Retreat of the State: The Diffusion of Power in the World Economy. Cambridge: Cambridge University Press. 1996. P. 32.
5. MacCormick N. Questioning Sovereignty: Law, State, and Nation in the European Commonwealth. Oxford University Press. 1999. P. 45.
6. Cohen J.L. Globalization and Sovereignty: Rethinking Legality, Legitimacy, and Constitutionalism. Cambridge: Cambridge university Press. 2012. P. 47.
7. Agnew J. Globalization and Sovereignty. Lanham, MD: Rowman & Littlefield. 2009. P. 17.
8. Stichweh R. Dimensionen des Weltstaats im System der Weltpolitik, in: Albert M., idem, (eds.), Weltstaat und Weltstaatlichkeit, Beobachtungen globaler politischer Strukturbildung. Wiesbaden. 2007. Pp. 25–36.
9. Castells M. The New Public Sphere: Global Civil Society, Communication Networks, and Global Governance, in: Annals of the American Academy of Political and Social Science V.616/1. 2008. Pp. 78–93.



10. Keller C. I. Exception and Harmonization: Three Theoretical Debates on Internet Regulation HIIG Discussion Paper Series. Alexander von Humboldt Institut fur Internet und Gesellschaft. 2020. V. 2. P. 35.
11. Barlow J.P. A Declaration of the Independence of Cyberspace. Electronic Frontier Foundation. 1996. [Elektronnyj resurs]. - URL: <https://www.eff.org/cyberspace-independence> (data obrashcheniya: 17.09.2022).
12. Johnson D. R., Post D. G. The Rise of Law on the Global Network. // In *Borders in Cyberspace: Information Policy and the Global Information Infrastructure*, edited by Brian Kahin and Charles Nesson. Cambridge: The MIT Press. 1997. P. 3–47.
13. Reidenberg J. R. Governing Networks and Rule-Making in Cyberspace // In *Borders in Cyberspace: Information Policy and the Global Information Infrastructure*, edited by Brian Kahin and Charles Nesson. Cambridge: The MIT Press. 1997. P. 84–105.
14. Jerker D., Svantesson B., Sovereignty in International Law: How the Internet (Maybe) Changed Everything, but Not for Long // *Masaryk University Journal of Law and Technology* 2014. V. 8. Pp. 137, 144.
15. Lessig L. *Code: And Other Laws of Cyberspace, Version 2*. Basic Books. 2006. ch 15.
16. Katz J. Birth of a Digital Nation. 1997. [Elektronnyj resurs]. - URL: <https://www.wired.com/1997/04/netizen-3/>. (data obrashcheniya: 17.09.2022)
17. Mazzucato M. The entrepreneurial state. Demos. 2011. [Elektronnyj resurs]. - URL: <http://oro.open.ac.uk/30159/VEntrepreneurialState-web.pdf> (data obrashcheniya: 17.09.2022)
18. Chenou J.-M. From cyber-libertarianism to neoliberalism: Internet exceptionalism, multi-stakeholderism, and the institutionalisation of internet governance in the 1990s // *Globalizations*. 2014. V. 11(2). Pp. 205–223.
19. Klein H. ICANN and Internet Governance: Leveraging Technical Coordination to Realize Global Public Policy. // *The Information Society*, 2002. V. 18(3). P. 193–207.
20. Hofmann J. Multi-stakeholderism in Internet governance: Putting a fiction into practice // *Journal of Cyber Policy*. 2016. V. 1 (1). P. 29–49.
21. Raymond M., DeNardis L. Multistakeholderism: Anatomy of an inchoate global institution // *International Theory*. 2015. P. 7 (3). V. 572–616.
22. Klippenstein K., Fang L. TRUTH COPS: Leaked Documents Outline DHS's Plans to Police Disinformation [Elektronnyj resurs]. - URL: <https://theintercept.com/2022/10/31/social-media-disinformation-dhs/> (data obrashcheniya: 17.09.2022)
23. Dudin M.N., Shkodinskij S.V., Usmanov D.I. Cifrovoj suverenitet Rossii: bar'ery i novye traektorii razvitiya // *Problemy rynochnoj ekonomiki*. 2021. № 2. S. 30–49.
24. Lomakin M.I., Dokukin A.V., Garin A.V., Syromyatnikov A.E. Rol' nacional'no orientirovannogo podhoda k razrabotke ESG-standartov // *Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya*. 2022. № 2 (66). S. 22–25.

# УМНАЯ ЭКОНОМИКА ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА: ОСНОВА ЦИФРОВЫХ СТРАТЕГИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КОМПАНИЙ.

## Часть 2. Циркулярные бизнес-модели

**Аронов И.З.**, д-р техн. наук, проф., Московский государственный институт международных отношений (университет), ФГБУ «Институт стандартизации»

**Бурый А.С.**, д-р техн. наук, директор департамента, ФГБУ «Институт стандартизации»

**Рыбакова А.М.**, канд. биол. наук, доцент, Московский государственный институт международных отношений (университет), ФГБУ «Институт стандартизации»

*Рассматриваются направления совершенствования концепции устойчивого развития общества на основе внедрения идей экономики замкнутого цикла (ЭЗЦ). Предлагается синхронизировать динамику бизнес-процессов, социального развития общества и механизмы экологического менеджмента на основе интеллектуализации производственных процессов в рамках инновационных технологий Индустрии 4.0. Синергетический эффект от внедрения в бизнес-модели ЭЗЦ цифровых технологий, направленных на реализацию мобильности, облачных вычислений, нового межмашинного интерфейса на базе беспроводных устройств, промышленного интернета вещей позволит радикально изменить производственные цепочки создания стоимости, повышая этим качество социосферы.*

*Целью работы является совершенствование научной и методической базы при разработке концептуального подхода к формированию требований к продукции, получаемой на основе организационных бизнес-моделей ЭЗЦ и цифровых технологий Индустрии 4.0.*

**Ключевые слова:** экономика замкнутого цикла, системный подход, коэволюция развивающихся систем, бизнес-модель, цифровые технологии Индустрии 4.0.

### ВВЕДЕНИЕ

В первой части данной работы предложено синхронизировать динамику бизнес-процессов экономики замкнутого цикла (ЭЗЦ), социального развития общества и механизмы экологического менеджмента на основе интеллектуализации производственных процессов в рамках инновационных технологий Индустрии 4.0 [1].

Европейский инвестиционный банк выделил три основных причины необходимости перехода к ЭЗЦ [2]:

1. Ресурсные ограничения. Постоянный рост потребления энергоносителей, природных ресурсов демонстрирует устойчивый их дефицит для производства [3].
2. Технологическое развитие. Внедрение новых технологий позволяет разрабатывать и внедрять новые бизнес-модели (БМ) ЭЗЦ [4] совместно с институциональными изменениями, достижениями научно-технического развития. Разработка новаторских техно-

логических процессов, основанных на применении информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), являются ключевым фактором для осуществления перехода к рециркуляции ресурсов.

3. Социально-экономическое развитие. Социально-экономическое развитие. Циркулярные БМ играют важную роль в контексте развития городской инфраструктуры. Для решения городских задач необходима разработка, внедрение и поддержка разнообразных системно-технических вопросов, включая информационные системы (ИС) транспорта, здравоохранения [5, 6], государственные информационные системы [7], включая Федеральный информационный фонд технических регламентов и стандартов [8], автоматизированные ИС производства [1, 5] и проектирования. Совместные усилия городских организационно-информационных структур реализовать на практике БМ, экономить ресурсы для их повторного использования.

Цифровые технологии, включая аналитику больших данных (АБД), робототехнику (РТ), промышленный интернет

вещей (ИВ), киберфизические системы (КФС), моделирование (М), цифровые двойники (ЦД), облачные вычисления (ОВ), аддитивные производственные технологии (АДп) и ряд других являются основными доминантами формирования и структурирования информационных, материальных потоков, продуктовых цепочек, составляющих метаболизм цифровой экосистемы общества. Так анализ больших данных позволяет «идентифицировать потребности клиентов, исследовать рынки, моделировать и тестировать новые продукты» [9].

Целью второй части работы является совершенствование научной и методической базы при формировании требований к продукции на основе принципов системного подхода для расширения и инновационного развития бизнес-моделей экономики замкнутого цикла путем интеграции цифровых технологий в материальные потоки продуктовых цепочек.

### АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

Системный подход носит многогранный мировоззренческий характер и является важной составной частью системно-кибернетической и синергетической отрасли знаний, позволяющей исследовать различные аспекты и сферы жизнедеятельности, включая целевой, информационный, управленческий (интегративный) аспекты. Для рассматриваемой задачи развития бизнес-моделей остановимся на следующих принципах системного подхода: *самоорганизации* – при исследовании структур и состояний объектов и *коэволюции* – взаимообусловленности и адаптивного изменения развивающихся подсистем, объектов и процессов при обеспечении их целеустремленности и целостности.

Основным аспектом бизнес-моделей (БМ) ЭЗЦ является улучшение цикличности бизнеса, сокращение и существенное регулирование материальных потоков за счет продления сроков службы продукции, сокращения ресурсной нагрузки и т.д. [1].

Инновационные БМ предлагают компаниям мощные возможности для внедрения ЭЗЦ. Но многие БМ были бы невозможны без поддержки инновационными цифровыми технологиями, что активно уже внедряется в социальной сфере, в образовании, на транспорте, в здравоохранении и в др. сферах жизнедеятельности. На примере развития направления «умных городов» новые результаты удается получить за счет интеграционных процессов, то есть объединения частных результатов из смежных областей: междисциплинарные исследования в науке, технологический симбиоз отраслей промышленности и ряд других [1, 5, 6].

Мобильность, аналитика больших данных, облачные и межмашинные технологии (например, М2М – межмашинный

обмен, беспроводный ИВ, РТ, АДп), технологии дополненной реальности (ДР) составляют систему факторов, определяющих эффективность разработки и применения цифровых инноваций в бизнес-моделях. Создание цепочек стоимости за счет внедрения в БМ ЭЗЦ цифровых технологий обеспечивает новые уровни обслуживания и гибкости, когда физический и цифровой миры сливаются, а продукты начинают перемещаться между пользователями, рынками и производственными процессами при очень низких транзакционных издержках.

Основные цифровые технологии для организации «умного» производства показаны на рис. 1. Именно они задают «векторы инновационных преобразований», формируя единое информационное пространство ЭЗЦ, обеспечивая системные эффекты при их коэволюционном развитии [6, 10, 11]. Именно интеграция аналитики больших данных (БД), приложений и сервисов облачных вычислений (ОВ), технологий интернета вещей (ИВ) на базе когнитивной парадигмы в области инженерии знаний, реализуемой в рамках направления «искусственный интеллект» (ИИ), «обеспечивает синергетический эффект» практически в любой целевой предметной области городского пространства [5–7]. На рис. 1 представлены информационно-функциональные связи между названными технологиями на примере поддержки производства на примере идей Индустрии 4.0:

- ① – обеспечение аналитической поддержки (математической, программной) на основе применения процедур ИИ для робототехнических устройств, приборов КФС, платформ ОВ и приложений ДР;
- ② – БД в данном контексте представляют собой базы данных, формируемых элементами ИВ, КФС, сервисными службами предприятия, образующих сетевую структуру, и являются основой для реализации приложений ИИ по переработки слабоструктурированных данных в сервисах ОВ, где реализуются платформы аналитики производства и бизнес-анализа;
- ③ – объекты ИВ, промышленного ИВ, КФС (локальные, а также в составе уровней представления КФС (см. рис. 1)) являются источниками формирования массивов БД (на схеме не показаны для упрощения);
- ④ – формирование управляющих данных, технологических установок для организации системного взаимодействия «Промышленный ИВ» ↔ «Производство», а также реализация сервисных возможностей ОВ, например PaaS – для БМ продукт как услуга;
- ⑤ – формирование информационного взаимодействия ИС в рамках Индустрии 4.0 за счет их интеграции для решения своих целевых задач, реализуя модели цифровых двойников, аддитивного производства и другие, представленные на рис. 1.

В контексте Индустрии 4.0, основываясь на учете интегрального эффекта показано, что цифровые технологии

повышают конкурентоспособность продукции, улучшают финансовую картину за счет снижения затрат, повышают эффективность оборудования за счет оптимизации управ-

ления и новых БМ, таких как гибридные решения в применении самих БМ, повышают эффективность ресурсов за счет оптимизации их использования [12].

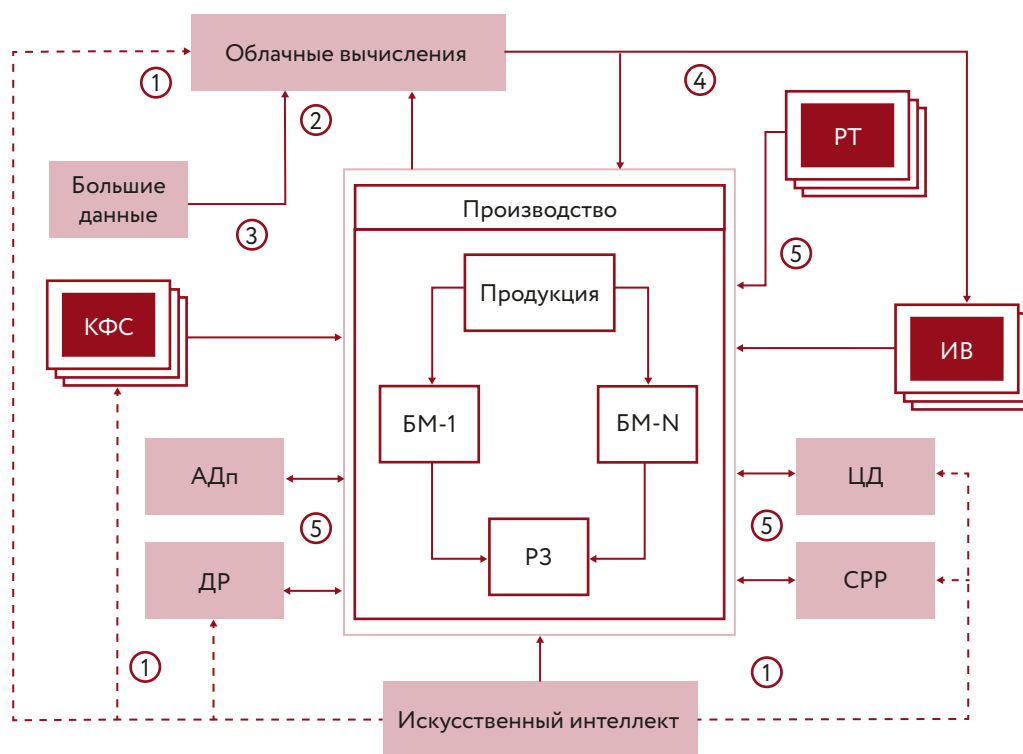


Рис. 1. Взаимодействие цифровых технологий на примере Индустрии 4.0

Источник: составлено авторами.

## ОТ БИЗНЕС-МОДЕЛЕЙ К ТРЕБОВАНИЯМ К ПРОДУКЦИИ

В [13] определены прорывные технологии, обычно используемые ведущими компаниями для быстрого и масштабного запуска и эксплуатации бизнес-моделей ЭЗЦ (см. табл. 1). Эти технологии делятся на три категории: цифровые (информационные технологии), инженерные (физические технологии) и их гибриды.

Цифровые технологии играют определяющую роль в организации информационного обмена в режиме реального времени между пользователями, машинами и системами управления.

Эти технологии по своей сути ориентированы на клиента и предоставляют информацию и коммуникационные связи, необходимые для поддержки продукции как в пространственном, так и во временном смысле, определяемом жизненным циклом (ЖЦ) изделий, существенно увеличивая его, продлевая сроки службы.

Гибридная технология (табл. 1) сочетает в себе элементы как цифровой, так и инженерной (инструментальной) технологии. Это позволяет установить уни-

кальный тип контроля над активами и материальными потоками: в цифровом виде идентифицируется хронология событий, местоположение, статус и применение материалов и товаров, поддерживая в то же время способы их физического сбора, обработки и повторной переработки.

Например, 3D-печать позволяет локально изготавливать физические объекты, загружаемые цифровые модели в виде трехмерных изображений, что существенно расширяет возможности создания прототипов, сокращая время выхода продукции на рынок.

Стратегии ЭЗЦ представляются в виде структур, обеспечивающих координацию принятия решений в цепочке создания стоимости, с действиями всех участников (производителей, дистрибьюторов, потребителей), увязывая стимулы каждого из этих участников с равным распределением затрат и выгод [14].

В общем виде линейная (или открытая) экономика строится на использовании имеющихся ресурсов (Р), в производстве (П) потребительской продукции (Пд) (см. рис. 1-а), которые по завершению срока службы или ЖЦ утилизируются (У) [15].

Таблица 1

Форматы взаимодействия бизнес-моделей с элементами  
цифровых и физических моделей

ТИПЫ МОДЕЛЕЙ	ТЕХНОЛОГИИ / ДОМИНИРУЮЩЕЕ СВОЙСТВО	ЦИРКУЛЯРНЫЕ ПОСТАВКИ	МОДЕЛЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РЕСУРСОВ	ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ	СОВМЕСТНОЕ ПОЛЬЗОВАНИЕ	ПРОДУКТ КАК УСЛУГА
ЦИФРОВЫЕ	Мобильность			++	+++	
	M2M				++	++
	Облачные				++	++
	Социальные сети			+	+++	++
	Big data и аналитика	+			++	+++
ГИБРИДНЫЕ	Модели, ЦД	++	+++	+		+
	Системы слежения и контроля		++	+++	+	
	Адп: 3D принтеры	+		++		
	Технология модульного дизайна		++	++		+
ФИЗИЧЕСКИЕ (ИНЖЕНЕРНЫЕ)	Передовая технология переработки	++	+++			
	Материаловедение	+++	++			
Условные обозначения		«+» – используется (начальный этап); «++» – активно используется; «+++» – очень активно используется (ощутимый эффект)				

Источник: составлено авторами на основании источников [5, 13].

Данный подход основывается на предположении, что природные ресурсы всегда имеются в наличии, их запасы практически не ограничены, легкодоступны и дешевы в утилизации, но линейная экономика не является устойчивой, поскольку человечество приближается к предельным возможностям нашей планеты в обеспечении ресурсами.

Линейная система преобразуется в циклическую, когда обеспечивается связь между использованием ресурсов и возникающими отходами (рис. 1-б). За счет применения возможностей цифровых технологий, дополнительных технологических связей и решающих звеньев (РЗ) осуществляется перераспределение ранее утилизируемой продукции:

$$Y = Y_{\text{п}} + Y_{\text{н}} + Y_{\text{т}}$$

где  $Y_{\text{п}}$  – часть ранее утилизируемой продукции, которая повторно используется в качестве ресурса в производстве;  $Y_{\text{т}}$  – часть отходов, исключенных из ранее планируемого захоронения, для технологического уничтожения (сжигания, биоразложения и т.д.);  $Y_{\text{н}}$  – остаточные материалы, которые не могут на сегодняшний день пока найти полезное применение.

Исследования последнего времени выявили значительные возможности для применения подходов на основе цикличе-

ских структур к быстро развивающейся промышленной среде, включая производственные процессы и Индустрию 4.0. В табл. 2 представлены варианты модели продления срока службы продуктов и их ключевые характеристики [16].

Требования Директивы Европейского Парламента и Совета 2009/125/ЕС «О создании основы для установления требований экодизайна к продукции, связанной с энергопотреблением»<sup>1</sup> создают основу для «установления минимальных экологических стандартов для соответствующих изделий» [4]. При этом Директива содержит потенциал более широкого применения и продвижения экодизайна продуктов, например, путем исключения стратегий проектирования, препятствующих ремонту (продлению срока службы) или замене неисправных деталей.

Однако, при этом требования, касающиеся обеспечения безопасности изделий, содержащих комплектующие из перерабатываемых материалов, не содержатся в Директивах ЕС по безопасности машин и оборудования и иных директивах по машинотехнической продукции.

<sup>1</sup> ГОСТ Р 56479–2015. Энергетическая эффективность. Приборы холодильные бытовые и аналогичные. Проектирование с учетом воздействия на окружающую среду. (Введ.: 2016-01-01).

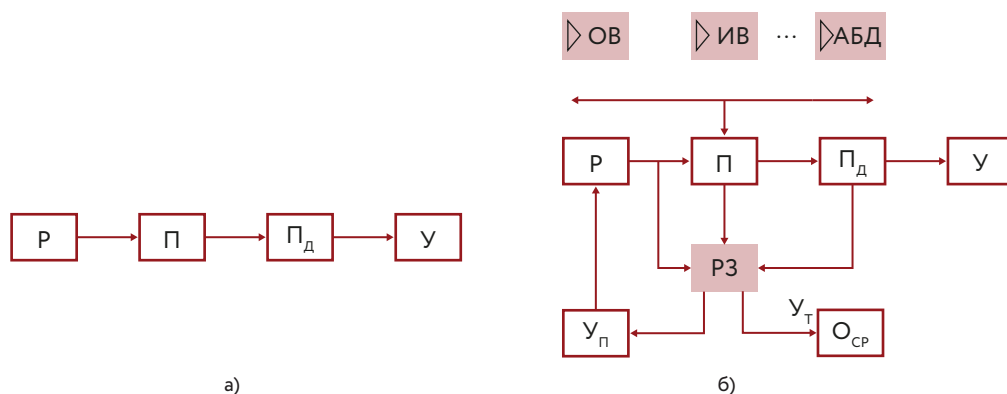


Рис. 2. Концептуальные схемы:  
а) линейной экономики; б) экономики замкнутого цикла

Источник: составлено авторами

Таблица 2

Модели продления срока службы продукта

БИЗНЕС-МОДЕЛИ	КЛЮЧЕВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	ПРИМЕРЫ РЕАЛИЗАЦИИ
Классическая долгая жизнь	Ожидаемый срок службы продукта увеличивается за счет изменений в конструкции продукта	Производители могут взимать надбавку за более качественную и долговечную продукцию
Прямое повторное использование	Включает перераспределение и повторное использование продуктов, которые в противном случае были бы выброшены до достижения ожидаемого конца срока службы	Фирмы, которые облегчают сделки с поддержанными товарами (будь то онлайн-платформы или физические магазины), могут взимать процент с продажной цены
Техническое обслуживание и ремонт	За счет исправления или замены дефектных компонентов техническое обслуживание и ремонт позволяют изношенным продуктам достичь полного ожидаемого срока службы	Для производителей оригинального оборудования распространение обслуживания продукции за пределы точки продажи может помочь повысить лояльность клиентов
Реконструкция и перепроизводство	Дает продуктам «новую жизнь», восстанавливая их первоначальное рабочее состояние	Восстановленные продукты продаются по более низкой цене, чем новые, однако они могут приносить более высокую прибыль из-за экономии материальных ресурсов

Источник: составлено авторами на основании источников [16].

Включенные в табл. 3 циркулярные БМ, реализуя идею теоретической модели ЭЗЦ и «синтезируя в себе элементы эффективной экономики, промышленной экологии, регенеративного дизайна, биомимикрии» [17], позволяют сформулировать требования к выпускаемой продукции или услуге в виде следующих положений:

1. Циркулярные поставки – модель предполагает замену естественных ресурсов полностью возобновляемыми, за счет переработки, научно обоснованных решений по методам биоразлагаемых ресурсов.
2. Восстановление ресурсов – модель основана на идее повторного использования ресурсов путем переработки отходов в побочную продукцию и сокращения возвратных потоков, включая «снижение потерь ценных материалов» [17].

3. Развитие платформ для обмена и совместного использования позволяет повторно использовать продукцию или иные активы (на правах аренды, лизинга продуктов, товаров и услуг, в том числе за счет ИКТ, например, Internet-платформ [17]).
4. Продление жизненного цикла продукции за счет восстановления и/или ремонта, реконструкции, модернизации, особенно той продукции, новые модели которой обеспечивают незначительный положительный эффект по сравнению с предыдущими моделями.
5. Продукт как услуга – модель нацелена на «создание продукта с длительным жизненным циклом», так как ключевым моментом является не прямая продажа продукта, а его «предоставление в пользование на различных условиях» [17].

Таблица 3

Формирование обязательных требований к продукции на основе моделей циркулярной экономики

№	ТИПЫ БМ	РЕАЛИЗАЦИЯ В ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЯХ К ПРОДУКЦИИ
1	Продление срока службы (ЖЦ продукции)	Требования в части обеспечения безопасности изделий, в которых включены комплектующие после ремонта, модернизации или восстановления; требования в части обеспечения безопасности изделий в целом (см. ГОСТ 33272–2015. Безопасность машин и оборудования. Порядок установления и продления назначенных ресурса, срока службы и срока хранения)
2	Восстановление ресурсов	Требования в части обеспечения безопасности изделий, в которые включены комплектующие из переработанного сырья, включая их специальную маркировку
3	Продукт как услуга	Обеспечение безопасности изделий, находящихся в аренде, лизинге, включая их страхование, техническое обслуживание и ремонт, например, машинотехническую продукцию
4	Платформы для совместного использования и обмена	Обеспечение безопасности изделий, находящихся в совместном пользовании, например, каршеринг, шеринг бытовых инструментов, совместные поездки (BlaBlaCar), за счет дополнительного цифрового контроля технического состояния и процесса использования клиентом
5	Циркулярные поставки	Обеспечение безопасности упаковки из материала (вещества), а также различных потребительских товаров, получаемых из отработавших продуктов и отходов или восстановленных для использования повторно в качестве сырья для получения конечного полезного продукта

Источник: разработано и составлено авторами.

При этом производители могут использовать БМ по отдельности или в комбинации для сокращения энергопотребления, повышения эффективности ресурсов, приращения потребительской ценности и прибыли.

Вместе с тем темпы развития ЭЗЦ определяются не только технологическими и организационными инновациями, но и реализуемыми законодательной исполнительной властью мерами по формированию соответствующей инновационным процессам институциональной среды, а также уровнем образования специалистов (инженерного звена, экономистов, юристов и др.). Расширение масштабов ЭЗЦ на общегосударственном уровне требует разработки концептуальных и аналитических моделей [1, 5, 6] комплексной оценки сочетания циркулярных БМ, технологических решений, включая цифровые платформы ИКТ идей ЭЗЦ.

В табл. 4 представлены примеры БМ в различных секторах социально-экономической деятельности и доля рынка, которую они занимают.

Пусть для ряда направлений из нижней части табл. 4 результаты еще не велики в абсолютных значениях, но динамика по ряду направлений впечатляет<sup>2</sup>:

- по данным «ТИАР-Центра» общий объем транзакций на платформах транспортного шеринга в России

<sup>2</sup> Сайт RB.RU [Электронный ресурс]. URL: <https://rb.ru/news/rynok-transportnogo-sheringa/> (дата обращения 21.10.2022).

по итогам 2021 года составит 68 млрд руб., что на 85% больше показателя предыдущего года;

- активный рост новой продукции на основе идей апсайклинга (адаптации существующих продуктов для создания чего-то нового) и ресайклинга (новые продукты в результате переработки), когда уникальные новые вещи дизайнерского класса создаются практически из мусора.

### СТАНДАРТИЗАЦИЯ В ПОДДЕРЖКУ ПЕРЕХОДА К ЭЗЦ

Сегодня в рамках экологической и индустриальной политики стоит задача улучшения экологии окружающей среды, для выполнения которой ведущая роль отводится деятельности Росстандарта и механизмам стандартизации. На примере внедрению наилучших доступных технологий (НДТ) разрабатываются десятки стандартов, корреспондируемые с задачами ЭЗЦ и экологическими вопросами.

С ноября 2020 г. начал работу ТК 483 по стандартизации «Экономика замкнутого цикла, совместное потребление и устойчивое финансирование».

Основополагающим стандартом в области управления защитой экологии выступает ГОСТ Р ИСО 14001–2016 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. Принципы циркулярной

экономики в данном стандарте основаны на аналогичных концепциях: сокращение отходов и принятие мер по снижению риска с точки зрения воздействия организации на окружающую среду. Стандарты ИСО 14000 относятся к процессу производства продукта, а не к самому продукту. К процессу производства также можно отнести стандарты по направлению ресурсосбережения, например, ГОСТ Р 54098–2010 Ресурсосбережение. Вторичные материальные ресурсы. Термины и определения и ряд др.

В ряде стандартов приведены требования к упаковке и ее переработке (ГОСТ ISO/TR 17098–2021), дальнейшему использованию различного рода отходов: животного происхождения – ГОСТ 33830–2016 Удобрения органические на основе отходов животноводства. Технические условия; деревообработки – ГОСТ Р 56070–2014 Отходы древесные. Технические условия; формирование наилучших доступных технологий – ГОСТ Р 568.13–2016 Наилучшие доступные технологии. Формат описания технологий, направленных на сокращение негативного воздействия на окружающую среду, включая БМ ЭЗЦ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предприятия, ориентированные на цифровизацию технологий и бизнес-процессов, на принятие мер по повы-

шению эффективности материалов, с большей вероятностью осознают дальнейшую потенциальную экономию. Промышленные компании с высокоразвитой стратегией цифровизации значительно интенсивнее используют новые технологии и подходы к оптимизации производственных процессов. Они больше ориентированы на новые бизнес модели ЭЗЦ и на получение на их основе новой продукции. Таким образом, разработка обширной стратегии цифровизации может также повысить циркулярность в бизнесе, за счет инновации БМ ЭЗЦ.

Направления агрегирования или интеграции цифровых технологий необходимо проводить на основе оценки их интеллектуальной перспективы, возможностей по подключению (беспроводность, дальность действия, сетевое применение) и аналитические приложения (генерация знаний, поддержка принятия решений, бизнес-аналитика и др.).

Сравнительный анализ применения цифровых технологий в БМ позволяет понять возможности их распространения при появлении новых типов БМ, при интеграции существующих бизнес-моделей, а также при появлении новых цифровых решений и их приложений, что на наш взгляд требует отражения в существующих и разрабатываемых документах по стандартизации.

Таблица 4

Рыночная доля циклических БМ по секторам экономики

СЕКТОР	БИЗНЕС МОДЕЛЬ	ДОЛЯ РЫНКА
Автомобилестроение	Модель сервисного обслуживания (МСО) – химикаты	50–80%
Музыка	МСО – цифровой контент	50%
Целлюлоза и бумага	Переработка	38%
Книги	МСО – цифровой контент	25–35%
Сталь	Переработка	25%
Аэрокосмический (А-К) сектор	МСО – химикаты	5–15%
Пластик	Переработка	13%
Смартфоны	Продление сроков службы (ПСС): ремонт	4–8%
Разное	МСО – отопление и освещение	4–8%
Машиностроение	ПСС: восстановление	3–4%
А-К сектор	ПСС: восстановление	2–12%
Почасовая аренда жилья	Совместное использование	1–6%
Автомобилестроение	ПСС: восстановление	1%
Бытовая электроника	ПСС: восстановление	0–1%
Транспорт	МСО – каршеринг	< 1%



**Список использованных источников и литературы**

1. Аронов И.З., Бурый А.С., Рыбакова А.М. Умная экономика замкнутого цикла: основа цифровых стратегий производственных компаний. Часть 1. Технологическая синергия индустрии 4.0 // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 4 (68). С. 54–63.
2. Бобылев С.Н., Соловьева С.В. Циркулярная экономика и ее индикаторы для России // Мир новой экономики. 2020. № 14(2). С. 63–72.
3. Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems // Journal of Cleaner Production. 2016. Vol. 114. Pp. 11–32.
4. Аронов И.З., Рыбакова А.М. Европейский подход к регулированию вопросов проектирования изделий с учетом экологических аспектов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 3 (67). С. 15–20.
5. Бурый А.С., Ловцов Д.А. Перспективы стандартизации информационного пространства умного города // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 2 (66). С. 4–11.
6. Бурый А.С., Ловцов Д.А. Информационные технологии цифровой трансформации умных городов // Правовая информатика. 2022. № 2. С. 4–13. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-2-04-13.
7. Бурый А. С. Совершенствование государственных информационных систем как тренд цифрового общества // Правовая информатика. 2020. № 3. С. 19–28. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-3-19-28.
8. Григорьев А.В., Маковеев Е.Н. Роль стандартов организаций и технических условий в информационном обеспечении стандартизации. Часть 1. стандарты организаций и технические условия как основа импортозамещения // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 4(68). С. 4–9.
9. Гетц М., Янковска Б. Индустрия 4.0 как фактор конкурентоспособности компаний в условиях постпереходной экономики // Форсайт. 2020. Т. 14. № 4. С. 61–78. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.61.78.
10. Сливичкий А.Б. Коэволюция техники и общества в цифровую эпоху: проблемные вопросы // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество: ежегодник. – М.: ИНИОН РАН, 2022. – С. 279–287.
11. Бурый А.С., Стреха А.А. Когнитивный подход к управлению организационными изменениями предприятий // Транспортное дело России. 2015. № 4. С. 3–6.
12. Ranta V., Aarikka-Stenroos L., Väisänen J.M. Digital technologies catalyzing business model innovation for circular economy – Multiple case study // Resources, Conservation and Recycling. 2021. Vol. 164. Art. no. 105155.
13. Lacy P., Keeble J., McNamara R., Rutqvist J., et al. Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth // Accenture: Chicago, IL, USA. 2014. [Электронный ресурс]. – URL: <https://accntu.re/2cR5sVq> (дата обращения 19.10.2022).
14. European Commission. Scoping study to identify potential circular economy actions, priority sectors, material flows and value chains, 2014. [Электронный ресурс]. – URL: <https://eco.nomia.pt/contents/documentacao/kh0114775enn-002.pdf> (дата обращения 19.10.2022).
15. Andersen M.S. An introductory note on the environmental economics of the circular economy // Sustainability Science. 2007. 2(1): 133–140. DOI: 10.1007/s11625-006-0013-6.
16. Business models for the circular economy : opportunities and challenges for policy / Organisation for Economic Co-operation and Development. Paris: OECD Publishing, 2019. 112 p.
17. Гурьева М.А. Циркулярная экономика как инновационная модель развития социально-экономического пространства // Вопросы инновационной экономики. 2019. Т. 9. № 4. С. 1295–1316. DOI: 10.18334/vines.9.4.41236.

# CLOSED-LOOP SMART ECONOMY: THE BASIS OF DIGITAL STRATEGIES OF MANUFACTURING COMPANIES.

## Part 2. Circular business models

**Aronov I.Z.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, MGIMO University, FSBI «RSI»

**Buryi A.S.**, Doctor of Technical Sciences, Director of the Department, FSBI «RSI»

**Rybakova A.M.**, Candidate of Biological sciences, assistant professor, MGIMO University, FSBI «RSI»

*The directions of improving the concept of sustainable development of society based on the introduction of the ideas of the closed-cycle economy are considered. It is proposed to synchronize the dynamics of business processes, social development of society and environmental management mechanisms based on the intellectualization of production processes within the innovative technologies of Industry 4.0. The synergetic effect of the introduction of digital technologies aimed at the implementation of mobility, cloud computing, a new machine-to-machine interface based on wireless devices, and the industrial Internet of Things into the business model of the closed-cycle economy will radically change the production value chains, thereby improving the quality of the sociosphere.*

*The aim of the work is to improve the scientific and methodological base in the development of a conceptual approach to the formation of requirements for products obtained on the basis of organizational business models of closed-cycle economy and digital technologies of Industry 4.0.*

**Keywords:** closed-cycle economics, system approach, co-evolution of developing systems, business model, digital technologies of Industry 4.0.

### References

1. Aronov I.Z., Buryi A.S., Rybakova A.M. Umnaya ekonomika zamknutogo cikla: osnova cifrovyyh strategiy proizvodstvennyh kompanij. CHast' 1. Tekhnologicheskaya sinergiya industrii 4.0. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya. 2022, no. 4(68), pp. 54–63.
2. Bobylev S.N., Solov'eva S.V. Cirkulyarnaya ekonomika i ee indikatory dlya Rossii. Mir novoy ekonomiki. 2020, no. 14(2), pp. 63–72.
3. Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. Journal of Cleaner Production. 2016, vol. 114, pp. 11–32.
4. Aronov I.Z., Ry'bakova A.M. Evropejskij podxod k regulirovaniyu voprosov proektirovaniya izdelij s uchetom e`kologicheskix aspektov. Informacionnoe`konomicheskie aspekty` standartizacii i texnicheskogo regulirovaniya. 2022, no. 3(67), pp. 15–20.
5. Buryi A.S., Lovtsov D.A. Perspektivy` standartizacii informacionnogo prostranstva umnogo goroda. Informacionno-e`konomicheskie aspekty` standartizacii i texnicheskogo regulirovaniya, 2022, no. 2(66), pp. 4–11.
6. Buryi A.S., Lovtsov D.A. Informacionnye tekhnologii cifrovoj transformacii umnyh gorodov. Pravovaya informatika. 2022, no. 2, pp. 4–13. DOI: 10.21681/1994-1404-2022-2-04-13.
7. Buryi A. S. Sovershenstvovanie gosudarstvennyh informacionnyh sistem kak trend cifrovogo obshchestva. Pravovaya informatika. 2020, no. 3, pp. 19–28. DOI: 10.21681/1994-1404-2020-3-19-28.
8. Grigor'ev A.V., Makoveev E.N. Rol' standartov organizacij i tekhnicheskix uslovij v informacionnom obespechenii standartizacii. CHast' 1. Standarty organizacij i tekhnicheskix usloviya kak osnova importozameshcheniya. Informacionno-ekonomicheskie aspekty standartizacii i tekhnicheskogo regulirovaniya. 2022, no. 4(68), pp. 4–9.
9. Götz M., Jankowska B. Adoption of Industry 4.0 Technologies and Company Competitiveness: Case Studies from a Post-Transition Economy. Foresight and STI Governance. 2020, vol. 14, no 4, pp. 61–78. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.4.61.78.

10. Slivickij A.B. Koevoljuciya tekhniki i obshchestva v cifrovuyu epohu: problemnye voprosy. Bol'shaya Evraziya: razvitie, bezopasnost', sotrudnichestvo: ezhegodnik. Moscow, INION RAN Publ., 2022, pp. 279–287.
11. Buryi A.S., Strekha A.A. Kognitivnyj podhod k upravleniyu organizacionnymi izmeneniyami predpriyatij. Transportnoe delo Rossii. 2015, no. 4, pp. 3–6.
12. Ranta V, Aarikka-Stenroos L, Väisänen JM. Digital technologies catalyzing business model innovation for circular economy – Multiple case study. *Resources, Conservation & Recycling*. 2021, vol. 164, Art. no. 105155.
13. Lacy P., Keeble J., McNamara R., Rutqvist J., Haglund T.; et al. *Circular Advantage: Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth*; Accenture: Chicago, IL, USA, 2014. Available online: <https://accntu.re/2cR5sVq> (accessed on 19 October, 2022).
14. European Commission. Scoping study to identify potential circular economy actions, priority sectors, material flows and value chains, 2014. Available online: <https://eco.nomia.pt/contents/documentacao/kh0114775enn-002.pdf> (accessed on 19 October, 2022).
15. Andersen M.S. An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*. 2007, no. 2 (1), pp. 133–140. DOI: 10.1007/s11625-006-0013-6.
16. *Business models for the circular economy: opportunities and challenges for policy*. Organisation for Economic Cooperation and Development. 2019, OECD Publ., Paris, 112 p.
17. Gur'eva M.A. Cirkulyarnaya ekonomika kak innovacionnaya model' razvitiya social'no-ekonomicheskogo prostranstva. *Voprosy innovacionnoj ekonomiki*. 2019, vol. 9, no. 4, pp. 1295–1316. DOI: 10.18334/vinec.9.4.41236.

# АЛГОРИТМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ИСТОЧНИКАХ ИЗЛУЧЕНИЯ.

## Часть 2. Излучение высококонцентрированными источниками нагрева

**Будкин Ю.В.**, д-р техн. наук, проф., ФГБУ «Институт стандартизации»

**Соколов Ю.А.**, д-р техн. наук, ПАО «Электромеханика»

**Фролов В.А.**, д-р техн. наук, проф., ФГБУ «Институт стандартизации»

*Прогнозирование характеристик оборудования высококонцентрированных источников нагрева является неотъемлемой частью проектирования конструкций наукоемкой техники. Для прогнозирования на основе современного моделирования требуются данные об электромеханических и энергетических характеристиках оборудования. В статье предлагается подход к прогнозированию параметров электроннолучевого оборудования на основе ряда стандартных параметров, выбор которых осуществлен с применением алгоритма искусственного интеллекта. Результаты работы могут быть использованы при разработке стандарта на оборудование с высококонцентрированным источником нагрева и технологию обработки изделия с применением алгоритмов искусственного интеллекта.*

**Ключевые слова:** алгоритмы искусственного интеллекта, высококонцентрированный источник нагрева, электронно-лучевое оборудование, электронно-лучевая обработка, стандарт.

### ВВЕДЕНИЕ

Дальнейшее развитие судостроения, авиастроения, космической и атомной промышленности предполагает разработку новых производственных систем лазерной сварки, включающих систему технологической подготовки, отдельную единицу или совокупность основного и вспомогательного оборудования, технологический процесс, конечное изделие (сварное соединение). К характерным особенностям производственной системы применения высококонцентрированными источниками нагрева (лазер, электронный пучок) относятся: многокритериальность оценок процессов, разнородность и семiotическая природа информационных связей между подсистемами и элементами; многообразие различных форм связей.

Проектирование производственной системе выполняется на основе методов функционально-структурного анализа (иерархическое разделение системы на функ-

циональные элементы и описание их функций) и синтеза (формирование структуры системы, отражающей конструктивно-функциональные взаимодействия между элементами). Применение контролируемого машинного обучения (искусственные нейронные сети) позволяют поддержать решение оператора:

- о возможном выборе энергетической мощности высококонцентрированного источника нагрева на стадии проектирования производственной системы;
- об исключении ошибок при подборе энергетической мощности высококонцентрированного источника нагрева на стадии эксплуатации производственной системы.

Подходы, основанные на данных, основанные на алгоритмах машинного обучения, стали применяться в материаловедении в последние десятилетия, ускоряя разработку и внедрение новых функциональных производственных систем. Машинное обучение – это отрасль искусствен-

ного интеллекта, которая позволяет нам анализировать большие, «зашумленные» наборы данных, изучать и обнаруживать закономерности данных и корреляции между входными и выходными переменными путем оптимизации выбранной модели машинного обучения.

Применение алгоритмов машинного обучения невозможно без математического моделирования. Результаты, полученные с помощью моделей, являются источником информации, используемой разработчиком при проектировании оборудования высококонцентрированных источников нагрева, технологий, оценке качества и эффективности созданных установок и технологического процесса.

Определены технические требования к отклонению значений физических величин энергетического и электро-механического комплекса оборудования для реализации технологии электронно-лучевой обработки.

### 1. ДЕКОМПОЗИЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Анализ физических процессов, сопровождающих электронно-лучевую обработку изделия, представлен на рис. 1. При решении научных задач, лежащих в основе сварочного производства, актуальна разработка семейства моделей. Сложность математических моделей, необходимость построения многовариантных программных модулей, существенный объем программного кода влияют на организацию производства. При принятии технологических решений возникает необходимость создания гибких средств математического моделирования [1–4].

Для описания физических процессов в рамках единого технологического цикла применения высококонцентрированных источников нагрева используют математические модели, заимствованные из механики, термодинамики, химии и других областей, которые требуют применения различных методов вычислительной математики (рис. 1).

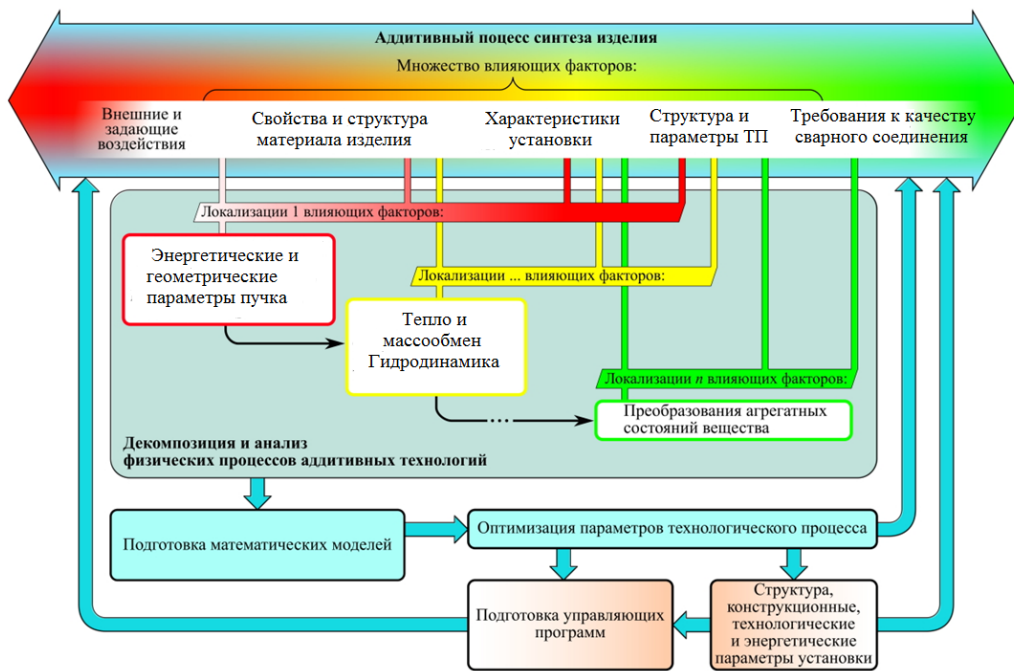


Рис. 1. Декомпозиция физических процесса ЭЛС

Используя методы конечных элементов (FEA), динамики многотельных систем (MBD), вычислительной гидродинамики (CFD), теории взаимодействия жидкости (газа) с конструкцией (FSI), электромагнитного анализа (EMA), автоматизированной оптимизации (CAO) при проектировании производственной системы, можно не только улучшить основные показатели эффективности его работы при обеспечении приемлемой механической надежности, но и проектировать конструкции, практически не нуждающиеся в доработке, что сокращает период ввода изделия в эксплуатацию и повышает его конкурентоспособность [5].

### 2. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

При проектировании производственной системы электронно-лучевой обработки изделия по модульному принципу предусматривают последовательное представление производственного процесса в виде теоретико-множественных универсальных моделей, которые описывают свойства исходного материала, технологические приемы, схему базирования электронной пушки и изделия, технические параметры оборудования, последовательность

выполнения технологических переходов, технологический режим сварки.

Проектирование производственной системы электронно-лучевой обработки изделия основано на формировании механизма связей проектных решений по модульному принципу, включает следующие этапы:

1. Постановка задачи. Определение функции  $F_c$ :

$$F_c(\varphi_c, \varphi_n, \varphi_f) \rightarrow u_{тз},$$

где

$\varphi_c, \varphi_n, \varphi_f$  – соответственно структурные, параметрические и функциональные связи,

$u_{тз}$  – параметры технико-экономической эффективности.

2. Проектирование производственной системы определяется двумя правилами: первое связано с построением структуры электронно-лучевой обработки изделия, второе – с установлением соответствия проектного решения заданным параметрам точности и качества обработки. При таком подходе структура производственной системы описывается следующим отображением:

$$\varphi_{on} : (X; Y) \rightarrow Z_i,$$

где  $\varphi_{on}$  – структура производственной системы электронно-лучевой обработки изделия;

$X, Y$  – признаки построения проектного решения производственной системы;

$Z_i$  – проектное решение производственной системы электронно-лучевой обработки изделия.

Таким образом, проектирование производственной системы электронно-лучевого оборудования можно рассматривать на двух уровнях: формирование структуры операции и оптимизации значений параметров процесса электронно-лучевой обработки. Под структурной оптимизацией понимается определение оптимальной структуры операции (выбор кинематической схемы обработки, способа сканирования луча, облегчение условий образования ванны и заварки кратера и др.). Например, изменяя ток в катушках отклоняющей магнитной системы электронной пушки, можно устанавливать луч в любой заданной точке, колебать луч вдоль и поперек стыка, перемещать луч по сложным кривым: кругу, эллипсу, квадрату и т.д.

Параметрическая оптимизация заключается в расчете оптимальных технологических параметров – режимов термической обработки, сварки, плавления и др. Поддержание оптимальных параметров режима обработки и технологических приемов обеспечивает снижение возможности образования дефектов сварных швов: подрезы, трещины кратера, неполное проплавление, поры, несплошности (неоднородности металла).

Принцип оптимальности при проектировании операции электронно-лучевой обработки можно сформулировать следующим образом: определить такие значения вектора искомых параметров  $X$  (структура операции, режимы обработки), которые обеспечили бы наибольшую эффективность процесса при выполнении ограничений по точности и качеству изделия.

Операция электронно-лучевой обработки также характеризуется совокупностью рассчитываемых параметров, которые являются функциями искомых параметров, и составляют вектор  $Y$ . К составляющим вектора рассчитываемых параметров  $Y$  следует отнести скорости нагрева и охлаждения расплавленного металла шва, глубину проплава, ширину шва, температурное поле.

Семейство моделей позволяет рассчитать конструкционные и энергетические параметры установки для реализации технологии ЭЛС, определить технологический режим сварки, подготовить рекомендации по управлению для получения сварного соединения заданного качества. Модули взаимосвязаны и выполняют функцию построения  $i$ -ого проектного решения по установленному правилу.

Функционально можно выделить несколько блоков:

$$M = \langle M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, \varphi_m \rangle,$$

где  $M_1$  – блок структуры требуемой последовательности решения задачи включает в себя выбор технологических приемов сварки, определение необходимости предварительного прогрева кромок, осцилляции пучка вдоль или поперек стыка, подачи присадочной проволоки;

$M_2$  – блок расчета технологических режимов характеризуются большим количеством явлений различной физической природы: плавление, кристаллизация, испарение и др.;

$M_3$  – блок управления установкой – сетевое устройство, подключенное к вычислительной системе и предназначенное для ввода и вывода данных. Команды, принимаемые с устройства ввода терминала (клавиатуры), передаются на управляющее устройство;

$M_4$  – блок конструктивных, кинематических, энергетических характеристик установки – Средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещают материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка;

$M_5$  – блок технической диагностики оборудования – обеспечивает сбор и обработку информации от датчиков. Каждый контролируемый параметр на стадии его определения подвергается стандартной математической обра-

ботке, которая включает: масштабирование измеренных сигналов, контроль достоверности логического анализа значений взаимосвязанных параметров, выбраковку ложных измерений, контроль нарушения заданного диапазона измерения;

$\varphi_M$  – связи между модулями модели прогнозирования.

В этом исследовании мы предлагаем способ проектирования оборудования и определение его корреляции

с физическими процессами, сопровождающими электронно-лучевую обработку изделия, на основе алгоритмов машинного обучения.

### 3. ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ

Искусственная нейронная сеть (artificial neural network, или кратко – NN) обычно состоит из трех типов слоев: входные данные, скрытые слои и выходные данные.

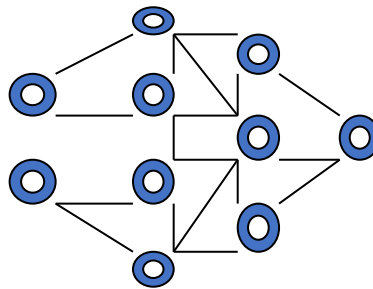


Рис. 2. Пример полностью связанной нейронной сети с двумя входными нейронами (входной слой), семью скрытыми нейронами (два скрытых слоя) и одним выходным нейроном (выходной слой)

В нейронной сети всегда есть один входной и один выходной слой, но количество скрытых слоев может варьироваться. Каждый слой включает нейроны, которые описываются их значениями. Обычно для задач регрессии используются полностью связанные нейронные сети, где каждый нейрон в скрытом и выходном слоях связан со всеми нейронами предыдущего слоя. Значения для каждого нейрона вычисляются путем суммирования значений для всех нейронов из предыдущих слоев, умножения на веса и добавления смещений, которые можно рассматривать как аналог постоянного сдвига в функции.

Эта логика представлена набором прямых линий на рис. 2. Чтобы ввести дополнительную нелинейность в алгоритм, некоторые нелинейные функции активации (обозначаемые как  $\sigma$ ) были применены к каждому нейрону в качестве общего веса.

Математическое представление такого алгоритма для вычисления значений нейронов  $\alpha_{(n+1)}$  слоя  $n+1$  является следующим:

$$\alpha_{(n+1)} = \sigma(W \alpha(n) + b).$$

Параметры, которые нам нужно было найти, используя набор данных входных и выходных значений, были  $W$  веса и  $b$  смещения. Одним из подходов к этому является метод оптимизации обратного распространения, который итеративно обновляет веса и смещения с использованием алгоритмов на основе градиентного спуска, минимизируя ошибку между прогнозируемыми значениями и значениями из набора данных [6]. В этом исследовании использовалась полностью подключенная нейронная сеть со среднеквадратичной потерей ошибок.

Было протестировано несколько архитектур NN, архитектура с наилучшей производительностью состояла из 2

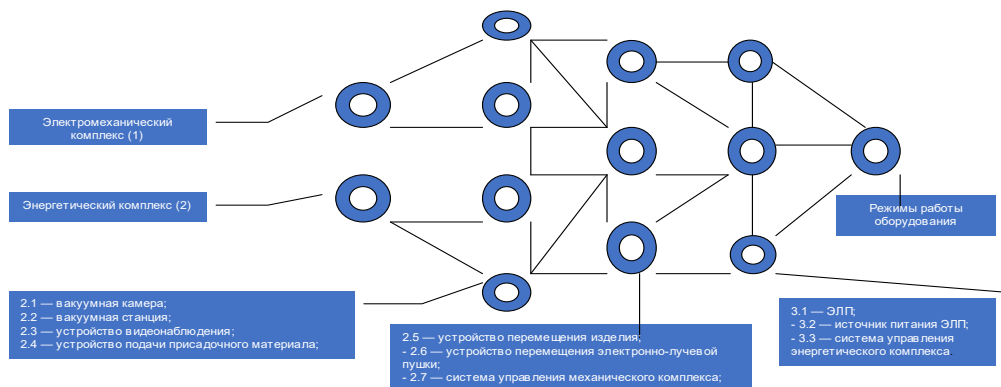


Рис. 3. Нейронная сеть, подключенная к проектированию электронно-лучевого оборудования

нейронов во входном слое, трех скрытых слоев с 4, 3 и 1 нейронами; и 1 нейрона в выходном слое.

После выбора основных характеристик электромеханического и энергетического комплексов были использованы семь входных нейронов с тремя скрытыми слоями (4, 3 и 3 нейрона) и один нейрон в выходном слое. Был использован метод оптимизации Adam [7]. Скорость обучения составила 0,01, а количество эпох – 3000. Модель была реализована в рамках TensorFlow 2.5.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Установлены технические требования к отклонению значений физических величин (табл. 1 и 2) электроннолучевого оборудования.

Благодаря выбранным свойствам и оптимизированной архитектуре производительность нейронной сети значительно возросла.

В конструкцию оборудования входит система управления (СУ) энергетического и электромеханического комплексов [5, 8]. Программное обеспечение СУ реализует следующие функции (рис. 4):

- чтение трехмерной геометрической модели изделия в форматах CAD – программ;
- расчет режимов обработки спекания/сплавления;
- создание базы данных трехмерной геометрической модели изделия;
- формирование управляющей программы синтеза изделия по слоям;
- подключение установок к компьютерным сетям по протоколу TCP/IP.

Таблица 1

Технические требования к отклонению значений физических величин энергетического комплекса

№	НАИМЕНОВАНИЯ ПАРАМЕТРА	ЗНАЧЕНИЕ
1	Нестабильность тока пучка $I$ в диапазоне 5 – 1000 мА, %, не более	±0,5
2	Пульсации тока пучка $I$ в диапазоне 5 – 1000 мА, %, не более	5
3	Нестабильность ускоряющего напряжения, %, не более	±0,5
4	Пульсации ускоряющего напряжения, %, не более	0,5

Таблица 2

Технические требования к отклонению значений физических величин электромеханического комплекса

№	НАИМЕНОВАНИЯ ПАРАМЕТРА	ЗНАЧЕНИЕ
1	Допустимое отклонение по скорости перемещений, %, не более	2
2	Допустимое отклонение давления в вакуумной камере $P_k$ , мм рт.ст	5 10-5
3	Допустимое отклонение давления в ЭЛУ $P_n$ , мм рт.ст	5 10-5

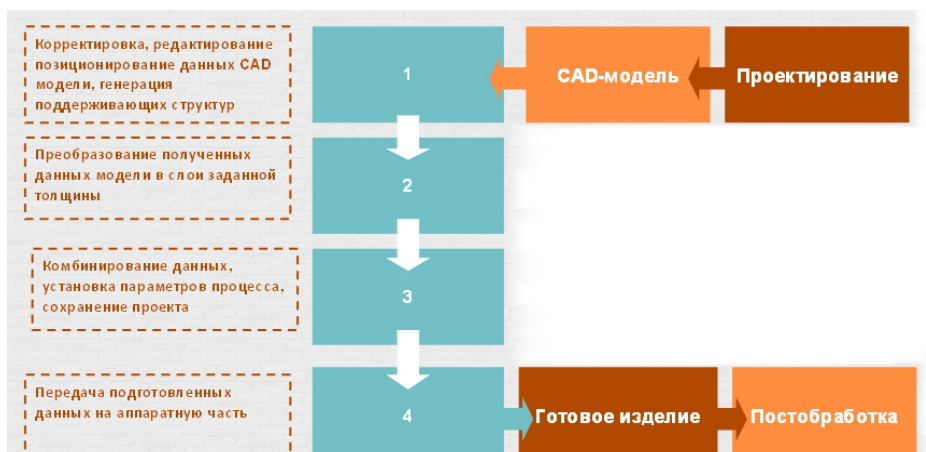


Рис. 4. Алгоритм СУ энергетического и электромеханического комплексов электронно-лучевого оборудования



Система управления обладает высоким уровнем информационной поддержки оператора и технолога (диагностика работы насосов по температуре, контроль давления воды, аварийную звуковую и световую сигнализацию, набор блокировок при некорректных действиях оператора, цифровая и графическая визуализация параметров технологического процесса, перевод установки в безопасное состояние при возникновении внештатных ситуаций).

На рис. 5 представлен человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) установки «ЭЛУ 20Р». Управление работой с эле-

ментами окна осуществляется с помощью сенсорного экрана. Программное обеспечение обеспечивает удобный многооконный интерфейс «оператор-система», в котором реализован простой доступ к информации и средствам управления «нажал и смотри» (Click & Play). Основным является окно оперативного управления, позволяющее индицировать состояние механизмов установки, индицировать состояние вакуума от датчиков давления.

Вызвав необходимые окна и разместив их в требуемом порядке, оператор может самостоятельно редактиро-

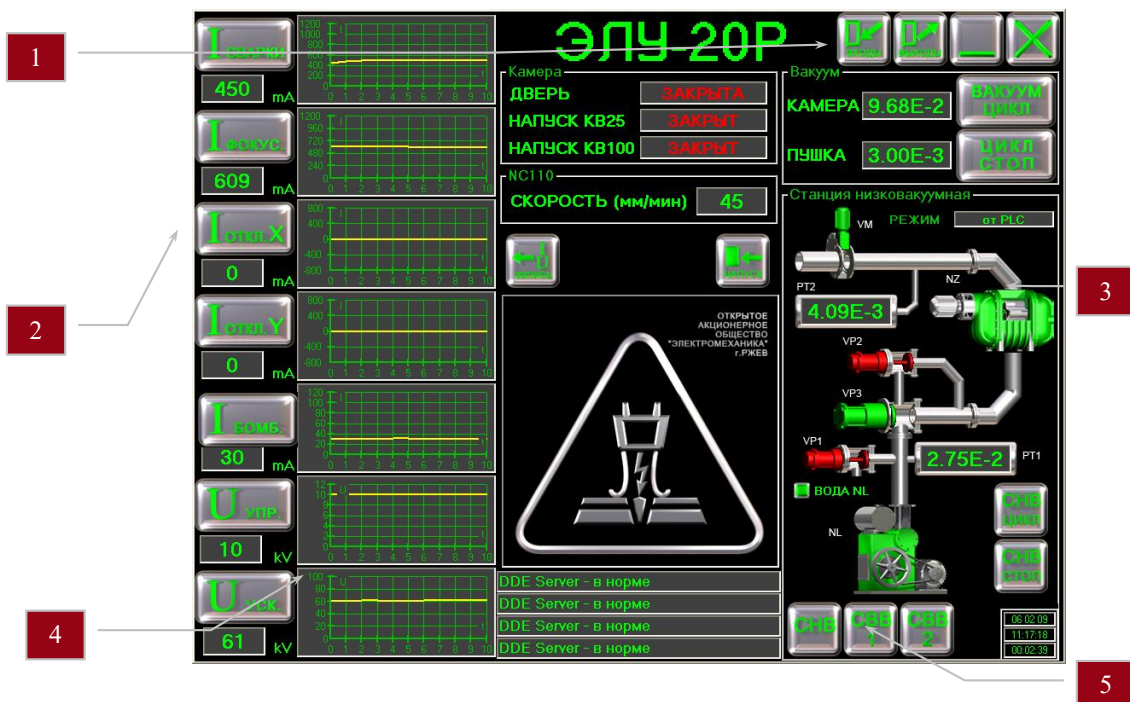


Рис. 5. Основное окно ЧМИ установки «ЭЛУ 20Р»

вать экран для выполнения технологического процесса в наиболее удобном для себя виде. Основное окно программы можно поделить на 5 функционально-информационных зон:

- строка переключения окон (1);
- сектор отображения параметров энергетического комплекса (2);
- сектор отображения состояния вакуумной системы (3);
- сектор графического отображения параметров энергетического комплекса (4);
- строка переключения окон постов вакуумной системы установки (5).

Современная система управления, построенная на алгоритмах искусственного интеллекта, позволяет поддерживать решение оператора:

- о возможном выборе энергетической мощности высококонцентрированного источника нагрева на стадии проектирования производственной системы;
- об исключении ошибок при подборе энергетической мощности высококонцентрированного источника нагрева на стадии эксплуатации производственной системы.

Система управления излучением высококонцентрированного источника нагрева обеспечивает высокий уровень информационной поддержки оператора и технолога (диагностика работы насосов по температуре, контроль воды, аварийную звуковую и световую сигнализацию, набор блокировок при некорректных действиях оператора, цифровая и графическая визуализация параметров технологического процесса, перевод установки в безопасное состояние при возникновении внештатных ситуаций).

Предложенное техническое решение может быть использовано при разработке проекта стандарта в области «Алгоритмы искусственного интеллекта в естественных и искусственных источниках излучения», в части «Излучение высококонцентрированными источниками нагрева».

## ВЫВОДЫ

1. Машинное обучение доказало свою способность прогнозировать поведение электромеханического и энергетического комплекса электроннолучевого оборудования в отсутствие информации о технологических режимах, связанных с большим количеством физических явлений.
2. В целом, алгоритмы машинного обучения демонстрируют потенциал для определения того, какие характеристики системы управления в оборудовании с высококонцентрированным источником нагрева наиболее значимые.
3. Общие требования к проектированию системы управления электронно-лучевого оборудования целесообразно использовать при разработке стандарта в области «Алгоритмы искусственного интеллекта в естественных и искусственных источниках излучения» на основе ГОСТ Р 57550–2017 «Технологические комплексы для электронно-лучевой обработки в вакууме. Технические требования».

## Список использованных источников и литературы

1. Будкин Ю.В., Фролов В.А., Анисимов Н.Р., Федоров С.А. Алгоритмы искусственного интеллекта в естественных и искусственных источниках излучения. Часть 1. Световое излучение // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 4 (68). С. 64–72.
2. Гарбук С.В. Метод оценки влияния параметров стандартизации на эффективность создания и применения систем искусственного интеллекта // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 3 (67). С. 4–14.
3. ГОСТ 33707–2016 (ISO/IEC 2382:2015) Информационные технологии (ИТ). Словарь. – Введ. 2017–09–01. – М.: Стандартинформ, 2016. 206 с.
4. ГОСТ Р 59276–2020 Системы искусственного интеллекта. Способы обеспечения доверия. Общие положения. – Введ. 2021–03–01. – М.: Стандартинформ, 2021. 16 с.
5. Будкин Ю.В., Соколов Ю.А. Селективное электронно-лучевое сплавление: основы разработки оборудования и технологии синтеза изделий // Технология Машиностроения, 2018. № 3. С. 46–49.
6. Rumelhart D.E., Hinton G.E., Williams R.J. Learning representations by back-propagating errors // Nature. 1986. V. 323. P. 533–536.
7. Kingma D.P., Ba J. Adam: A Method for Stochastic Optimization. In Proceedings of the 3rd International Conference on Learning Representations, San Diego, CA, USA, 7–9 May 2015.
8. ГОСТ Р 57550–2017. Технологические комплексы для электронно-лучевой обработки в вакууме. Технические требования. – М.: Стандартинформ, 2020. – 15 с.

# ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS IN NATURAL AND ARTIFICIAL SOURCES OF RADIATION.

## Part 2. Radiation from highly concentrated heating sources

**Budkin Yu.V.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, FSBI «RSI»

**Sokolov Yu.A.**, Doctor of Engineering Sciences, PJSC Electromechanics

**Frolov V.A.**, Doctor of Engineering Sciences, Professor, FSBI «RSI»

*Predicting the characteristics of the equipment of highly concentrated heating sources is an integral part of the design of high technology technology structures. For prediction based on modern simulations, data on the electromechanical and energy characteristics of equipment are required. The article proposes an approach to predicting the parameters of cathode ray equipment based on a number of standard parameters, the choice of which was made using an artificial intelligence algorithm. The results of the work can be used in the development of a standard for equipment with a highly concentrated heating source and a product processing technology using artificial intelligence algorithms.*

**Keywords:** artificial intelligence algorithms, highly concentrated heating source, electron beam equipment, electron beam processing, standard.

### References

1. Budkin Yu.V., Frolov V.A., Anisimov N.R., Fedorov S.A. Algorithms of artificial intelligence in natural and artificial sources of radiation. Part 1. light radiation // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2022. No. 4 (68). Pp. 64–72.
2. Garbuk S.V. Method for assessing the impact of standardization parameters on the effectiveness of the creation and application of artificial intelligence systems // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2022. No. 3(67). Pp. 4–14.
3. GOST 33707–2016 (ISO/IEC 2382:2015) Information technology (IT). Dictionary. – Input. 2017–09–01. – M.: Standartinform, 2016. 206 p.
4. GOST R 59276–2020 Artificial intelligence systems. Ways to ensure trust. General provisions. – Input. 2021–03–01. – M.: Standartinform, 2021. 16 p.
5. Budkin Yu.V., Sokolov Yu.A. Selective electron beam fusion: fundamentals of equipment development and product synthesis technology // Technology of Mashinostroeniya, 2018. No. 03, pp. 46–49.
6. Rumelhart, D.E.; Hinton, G.E.; Williams, R.J. Learning representations by back-propagating errors. Nature 1986, 323, 533–536.
7. Kingma, D.P.; Ba, J. Adam: A Method for Stochastic Optimization. In Proceedings of the 3rd International Conference on Learning Representations, San Diego, CA, USA, 7–9 May 2015.
8. GOST R 57550–2017 “Technological complexes for electron beam processing in vacuum. Technical requirements” – M.: Standartinform, 2020. 15 p.

# ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗРЕЛОСТИ УСТОЙЧИВОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА\*

**Салимова Т.А.**, д-р экон. наук, директор экономического института, профессор кафедры управления качеством Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева

**Иванова И.А.**, канд. экон. наук, доцент кафедры статистики и информационных технологий в экономике и управлении Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева

*Актуальной повесткой международной кластерной политики является развитие промышленных кластеров с высоким уровнем инновационного, производственного, инфраструктурного, кадрового потенциала и инвестиционной привлекательности, интегрированных в глобальное экономическое пространство и обеспечивающих опережающие темпы роста национальных экономик.*

*Цель исследования – разработка и обоснование методического подхода к многомерному анализу уровня развития инновационного промышленного кластера с учетом основных принципов, критериев и индикаторов устойчивой конкурентоспособности.*

*Методология. В качестве инструмента оценки зрелости кластерного образования на основе индикаторов устойчивой конкурентоспособности использован метод анализа иерархий. Кроме этого, для оценки качественных параметров применена методология «решетки зрелости» Ф. Кросби.*

*Результаты и научная новизна. Проведен комплексный анализ устойчивой конкурентоспособности инновационного кластера, выявлены основные ее ключевые составляющие, уровни, построена модель интегрального показателя.*

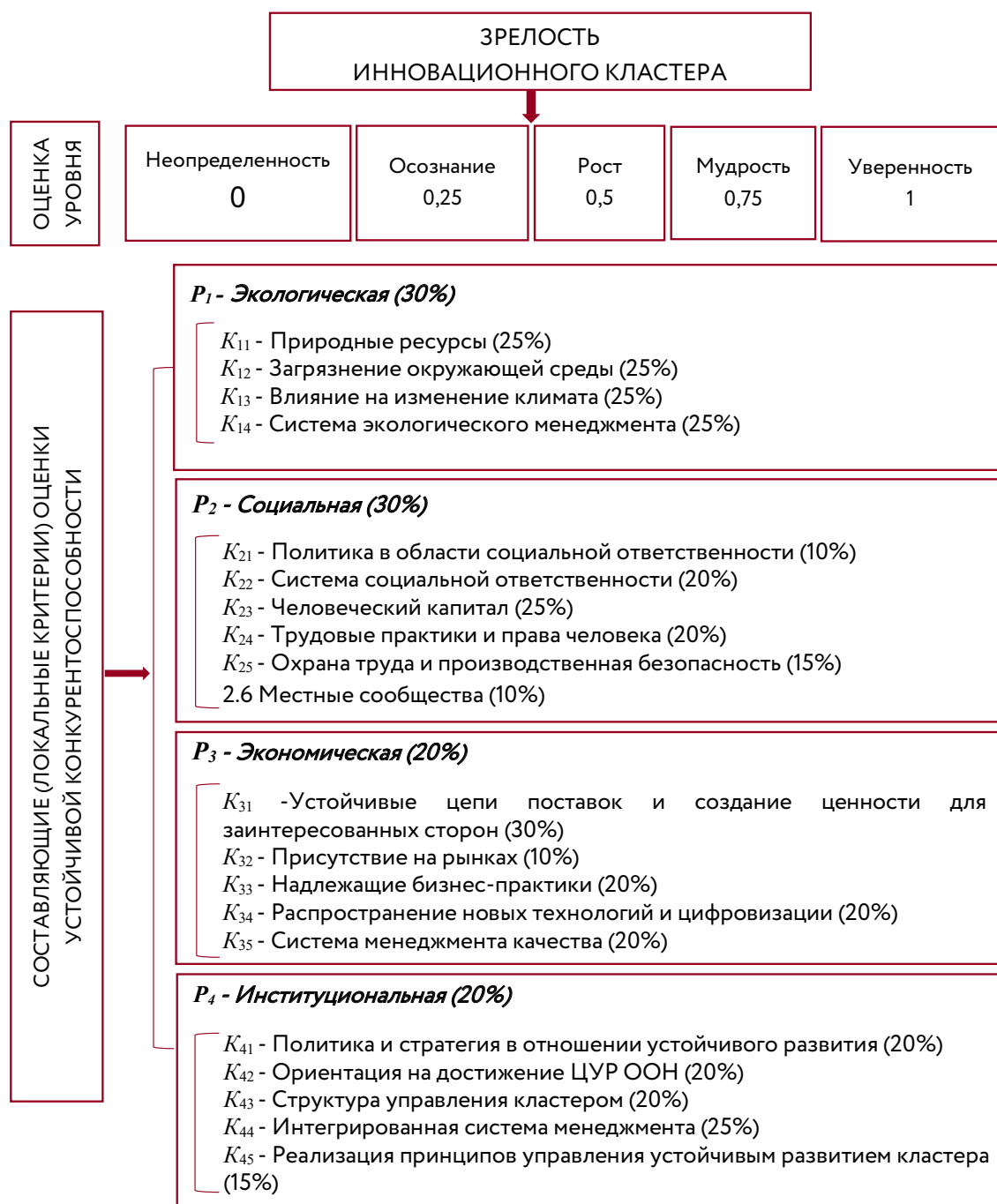
*Практическая значимость. Разработанный методический подход может быть применен для оценки конкурентоспособности кластера с позиции его сбалансированности как социо-эколого-экономической системы.*

**Ключевые слова:** промышленный кластер, уровень зрелости, устойчивая конкурентоспособность, иерархическая композиция.

Теория и методология кластерного подхода на протяжении последних десятилетий получила свое развитие в многочисленных исследованиях. Одни из первых упоминаний об экономических кластерах относятся к 1970 г. А.П. Горкин и Л.В. Смирнягин [1] и их шведские коллеги К. Фредриксон и Л. Линдмарк применили термин «кластер» для обозначения концентрации экономических субъектов в определенном месте [2]. М. Портер определил отраслевые кластеры как концентрацию взаимосвязанных институтов и компаний, которые находятся географически близко, работают в схожих или смежных отраслях и связаны между собой взаимодополняющими элементами [3]. В настоящее время кластерная политика в России реализуется усилиями двух национальных ве-

домств: Министерства экономического развития Российской Федерации и Министерства промышленности и торговли Российской Федерации. В соответствии с Законом 488-ФЗ постановлением Правительства Российской Федерации от 31.07.2015 года № 779 были утверждены требования к промышленным кластерам [4]. За период с 2008 года в стране было реализовано более 110 кластерных инициатив, объединяющих в настоящее время более 3 тыс. предприятий и организаций и обеспечивающих порядка 1.3 млн рабочих мест [5]. Некоторые из поддерживаемых промышленных кластеров являются межрегиональными, что позволяет создать новые и расширить существующие кооперационные цепочки с участием промышленных предприятий несколь-

\* Исследование проведено в рамках научного проекта РФФИ №20-010-00550 А «Обеспечение устойчивой конкурентоспособности инновационных кластерных образований в промышленности в условиях вызовов Общества 5.0.».



Оценка уровня зрелости устойчивой конкурентоспособности инновационного кластера

ких регионов, расширить рынки сбыта производимой продукции, а также учесть уже существующие межрегиональные кооперационные связи [6].

Учитывая современные вызовы Индустрии 4.0, реализацию Повестки ООН в отношении устойчивого развития, а также условия санкционного давления, обеспечение устойчивой конкурентоспособности является одной из важнейших ключевых задач развития российских про-

мышленных кластеров, решение которой способствует не только достижению наибольшего синергетического эффекта в экономической сфере, но и повышению социальной и экологической ответственности. В ряде исследований [7; 8; 9] отмечается, что устойчивое развитие кластера имеет двойственную природу, поскольку оно может быть ориентировано на реализацию различных целей экологического, экономического и социального баланса в рамках определенной стратегии. С другой сторо-

ны, оно может быть связано с эффективным постепенным внедрением изменений, обеспечивающих непрерывное развитие участников кластерной инициативы и кластера в целом. Термин «устойчивая конкурентоспособность» является относительно новым для экономической и управленческой науки, поэтому в научном сообществе нет единства мнений относительно описывающих его показателей и индикаторов, тем более, по отношению к кластерным системам. Международная модель устойчивой промышленной конкурентоспособности основана на сочетании факторов устойчивого развития и конкурентоспособности отрасли [10, 11]. Устойчивая конкурентоспособность кластера рассматривается нами как способность кластерного образования сохранять лидирующее положение в соответствующем сегменте рынка на основе разумного управления, социально и экологически ответственного поведения в интересах различных групп стейкхолдеров как в настоящем, так и в будущем. Оценка уровня зрелости устойчивой конкурентоспособности промышленного кластера – многокритериальная задача с иерархической архитектурой, включающей достаточно сложную систему. Разработка целостного методологического подхода, позволяющего определить содержание, интегральный показатель, локальные критерии, характе-

ристики уровней зрелости данного феномена, позволит выявить потенциальные возможности, основные «точки роста» и перспективы дальнейшего кластерного развития. В качестве математического инструмента предложено использовать метод анализа иерархий. При этом в качестве элементов иерархии рассмотрены экологическая, социальная, экономическая, институциональная аспекты устойчивой конкурентоспособности. В марте – апреле 2022 года было проведено экспертное оценивание, предполагающее ранжирование основных составляющих устойчивой конкурентоспособности кластеров (P1 – P4) и их локальные критерии (K11 – K45) с помощью построения шкалы их весов (относительной важности) и определения вектора приоритета по 10-балльной шкале.

Анализ согласованности экспертных оценок проводился с помощью методов математической статистики (классификации при отсутствии согласованности и усреднения внутри согласованной группы). В исследовании на основе адаптации решетки зрелости Ф. Кросби были определены 5 уровней зрелости кластеров: неопределенность, осознание, рост, мудрость, уверенность и дана их качественная характеристика по каждому локальному критерию (табл. 1–4).

Таблица 1

Матрица для оценки уровня зрелости экологической составляющей устойчивой конкурентоспособности кластеров

КРИТЕРИЙ	ОЦЕНКА УРОВНИ ЗРЕЛОСТИ				
	НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ	ОСОЗНАНИЕ	РОСТ	МУДРОСТЬ	УВЕРЕННОСТЬ
	0	0,25	0,50	0,75	1,00
1.1 Природные ресурсы (25%)	Участники кластера принимают реактивный подход к управлению природными ресурсами	Примерно 25% участников кластера разработали и реализуют подход к управлению природными ресурсами, защите биоразнообразия и экосистем. Разработана и реализуется экологическая политика	Примерно 50% участников кластера разработали и реализуют проактивный подход к управлению природными ресурсами, защите биоразнообразия и экосистем. Разработана и реализуется экологическая политика	Примерно 75% участников кластера разработали и реализуют системный подход к управлению природными ресурсами, защите биоразнообразия и экосистем. Разработана и реализуется экологическая политика. Внедрена система энергоменеджмента, применяются инструменты и технологии энергосбережения и энергоэффективности	Все участники кластера осуществляют управление природными ресурсами на системной основе. Разработаны и реализуются подходы к управлению водными и иными ресурсами, энергоресурсами, сохранению биоразнообразия. Реализуется ответственная экологическая политика, основанная на принципах предосторожности и приоритетности сохранения естественных экологических систем. Разработана и реализуется программа по энергосбережению и повышению энергетической эффективности
1.2 Загрязнение окружающей среды (25%)	Управление отходами и их рециклинг не осуществляется. Идентификация ключевых экологических аспектов и воздействий не осуществляется. Практики ответственного производства не применяются	Примерно 25% участников кластера реализуют подход к управлению и переработке отходов, идентифицировали ключевые экологические аспекты и последствия их воздействий, проводят работы по минимизации негативных последствий. Применяют отдельные практики ответственного производства	Примерно 50% участников кластера реализуют системный подход к управлению и переработке отходов. Идентифицированы ключевые экологические аспекты и последствия их воздействий. Разработана и реализуется программа по сокращению загрязнения окружающей среды	Примерно 75% участников кластера реализуют подход к управлению и переработке отходов. Идентифицированы ключевые экологические аспекты и последствия их воздействий. Разработана и реализуется программа по сокращению загрязнения окружающей среды	Все участники кластера реализуют подход к управлению и переработке отходов. Системно применяют практики ответственного производства. Идентифицированы ключевые экологические аспекты и последствия их воздействий. Разработана и реализуется программа по снижению уровня загрязнения воздуха, воды и почвы, переходу к циркулярной экономике и улучшению управления отходами

КРИТЕРИЙ	ОЦЕНКА УРОВНИ ЗРЕЛОСТИ				
	НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ	ОСОЗНАНИЕ	РОСТ	МУДРОСТЬ	УВЕРЕННОСТЬ
	0	0,25	0,50	0,75	1,00
1.3 Влияние на изменение климата (25%)	Влияние участников кластера на изменение климата, включая выбросы CO <sub>2</sub> , не учитывается в операционной и стратегической деятельности/и/или имеют место отдельные примеры	Оценка ситуации по выбросам парниковых газов осуществляется примерно у 25% участников. Имеет место тенденция сокращения выбросов парниковых газов примерно у 25% участников кластера на протяжении 3 лет	Разработаны программы по декарбонизации производства и переходу на «чистую» энергию. Имеет место тенденция сокращения выбросов парниковых газов примерно у 50% участников кластера на протяжении 3 лет	Разработаны и системно реализуются программы по декарбонизации производства и переходу на «чистую» энергию. Имеет место тенденция сокращения выбросов парниковых газов примерно у 75% участников кластера на протяжении 5 лет	Участники кластера реализуют системный подход, направленный на декарбонизацию производства и переход на «чистую» энергию. Имеет место тенденция сокращения выбросов парниковых газов у всех участников кластера на протяжении более 5 лет
1.4 Система экологического менеджмента (25%)	Система экологического менеджмента не разработана в организациях-участниках кластера или присутствуют единичные примеры ее разработки и внедрения	Система экологического менеджмента внедрена и сертифицирована у 25% участников кластера	Система экологического менеджмента внедрена и сертифицирована у 50% участников кластера	Система экологического менеджмента внедрена и сертифицирована у 75% участников кластера	Система экологического менеджмента внедрена и сертифицирована у всех участников кластера

Таблица 2

Матрица для оценки уровня зрелости социальной составляющей устойчивой конкурентоспособности кластеров

КРИТЕРИЙ	ОЦЕНКА УРОВНИ ЗРЕЛОСТИ				
	НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ	ОСОЗНАНИЕ	РОСТ	МУДРОСТЬ	УВЕРЕННОСТЬ
	0	0,25	0,50	0,75	1,00
2.1 Политика в области социальной ответственности (10%)	Идентификация ключевых социальных аспектов и результатов деятельности не осуществляется. В организациях-участниках кластера отсутствует разработанная политика в области социальной ответственности/или присутствуют единичные примеры ее разработки и внедрения	Политика в области социальной ответственности разработана примерно у 25% участников кластера	Политика в области социальной ответственности разработана примерно у 50% участников кластера	Политика в области социальной ответственности разработана примерно у 75% участников кластера	Политика в области социальной ответственности разработана у всех участников кластера
2.2 Система социальной ответственности (20%)	В организациях-участниках кластера системный подход в отношении социальной ответственности не реализуется/или есть отдельные единичные свидетельства	В некоторых организациях-участниках кластера реализуются элементы системного подхода к управлению социальной ответственностью	Примерно 50% организаций-участников кластера реализуют системный подход к управлению социальной ответственностью (например, на основе стандартов SA 8000, ISO 26000, стандартов нефинансовой отчетности GRI, AA 1000, принципов Глобального договора ООН)	Примерно 75% организаций-участников кластера реализуют системный подход к управлению социальной ответственностью (например, на основе стандартов SA 8000, ISO 26000, стандартов нефинансовой отчетности GRI, AA 1000, принципов Глобального договора ООН), исходя из потребностей различных групп заинтересованных сторон	Все участники кластера подтверждают свою приверженность стандартам и принципам социальной ответственности на системной основе, исходя из требований различных групп заинтересованных сторон, вовлекая их в процесс улучшения действующей практики и подходов в области социальной ответственности
2.3 Человеческий капитал (25%)	Системный подход к управлению человеческим капиталом не реализуется в организациях-участниках кластера. Функционируют кадровые службы, осуществляющие функции по учету движения персонала	Примерно у 25% участников кластера разработана кадровая политика, реализуются элементы системного подхода к управлению персоналом, включая этапы диагностики, набора, отбора, оценки, продвижения, обучения, формирования кадрового резерва	Примерно у 50% участников кластера разработана и реализуется кадровая политика, основанная на системном подходе к управлению персоналом, включая этапы диагностики, набора, отбора, оценки, продвижения, обучения, формирования кадрового резерва. Политика в отношении персонала нацелена на обеспечение всех направлений деятельности профессиональными сотрудниками, обладающими необходимыми компетенциями	Примерно у 75% участников кластера реализуется политика управления человеческим капиталом, согласованная с политикой и стратегией развития организации, нацеленная на развитие персонала исходя из целевых установок, а также требований различных групп заинтересованных сторон	Во всех организациях-участниках кластера реализуется политика управления человеческим капиталом, согласованная с политикой и стратегией развития кластера, нацеленная на привлечение и удержание талантов, профессиональное развитие и вовлечение персонала на основе применения разнообразных методов материального и морального стимулирования, формирования системы ценностей устойчивого развития и приверженности организации

КРИТЕРИЙ	ОЦЕНКА УРОВНИ ЗРЕЛОСТИ				
	НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ	ОСОЗНАНИЕ	РОСТ	МУДРОСТЬ	УВЕРЕННОСТЬ
	0	0,25	0,50	0,75	1,00
2.4 Трудовые практики и права человека (20%)	В организациях-участниках кластера соблюдаются права человека. Все виды наемного труда носят исключительно добровольный характер	Примерно у 25% участников кластера внедрены ответственные трудовые практики, а также инструменты социальной поддержки персонала. Заключен и соблюдается коллективный договор. Осуществляется поддержка персонала в условиях пандемии	Примерно у 50% участников кластера внедрены ответственные трудовые практики, нацеленные на создание новых рабочих мест, а также инструменты социальной поддержки персонала. Заключен и соблюдается коллективный договор. Используются различные формы материального и нематериального стимулирования. Осуществляется поддержка семьи, материнства, отцовства и детства, инвалидов и пожилых людей. Осуществляется поддержка персонала в условиях пандемии	Примерно у 75% участников кластера внедрены ответственные трудовые практики, нацеленные на создание новых рабочих мест, а также инструменты социальной поддержки персонала. Заключен и соблюдается коллективный договор. Используются различные формы материального и нематериального стимулирования. Осуществляется поддержка семьи, материнства, отцовства и детства, инвалидов и пожилых людей. Осуществляется поддержка персонала в условиях пандемии	У всех участников кластера внедрены ответственные трудовые практики, нацеленные на создание новых рабочих мест, а также инструменты социальной поддержки персонала. Заключен и соблюдается коллективный договор. Используются различные формы материального и нематериального стимулирования. Обеспечено равенство прав и свобод человека и гражданина независимо от пола, расы, национальности, языка, происхождения, имущественного и должностного положения, места жительства, отношения к религии, убеждений, принадлежности к общественным объединениям. Осуществляется поддержка семьи, материнства, отцовства и детства, инвалидов и пожилых людей. Осуществляется поддержка персонала в условиях пандемии

Таблица 3

Матрица оценки уровня зрелости экономической составляющей устойчивой конкурентоспособности кластеров

КРИТЕРИЙ	ОЦЕНКА УРОВНИ ЗРЕЛОСТИ				
	НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ	ОСОЗНАНИЕ	РОСТ	МУДРОСТЬ	УВЕРЕННОСТЬ
	0	0,25	0,50	0,75	1,00
3.1 Устойчивые цепи поставок и создание ценности для заинтересованных сторон (30%)	Управление цепями поставок участниками кластера осуществляется на основе реактивного подхода. Рост добавленной стоимости, создаваемой участниками кластера, а также объема налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней носит единственный, случайный характер	Разработан подход к управлению цепями поставок. Идентифицированы ключевые заинтересованные стороны. Идентифицированы ключевые риски и возможности. Позитивные тенденции и/или поддерживаемые показатели результативной работы, включая финансовые, наблюдаются примерно для 25% участников на протяжении 3 лет	Созданы устойчивые цепи поставок и создания ценности для заинтересованных сторон. Реализуется подход к управлению рисками и возможностями. Позитивные тенденции и/или поддерживаемые показатели результативной работы, включая финансовые, наблюдаются примерно для 50% участников на протяжении 3 лет. Имеет место тенденция роста добавленной стоимости, создаваемой участниками кластера, а также объема налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней на протяжении 3 лет	Созданы устойчивые цепи поставок и создания ценности для заинтересованных сторон. На системной основе реализуется подход к управлению рисками и возможностями. Позитивные тенденции и/или поддерживаемые показатели результативной работы, включая финансовые, наблюдаются примерно для 75% участников на протяжении 5 лет. Имеет место тенденция роста добавленной стоимости, создаваемой участниками кластера, а также объема налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней на протяжении 5 лет	В основе управления цепями поставок – процессный подход, основной фокус на стратегические закупки и управление рисками и возможностями. Все участники кластера внедряют инновации и создают ценности для потребителей, вовлекая их и другие заинтересованные стороны в разработку новой и инновационной продукции и услуг; формируют портфель новой продукции и услуг и управляют им в течение всего жизненного цикла. Позитивные тенденции и/или поддерживаемые показатели результативной работы, включая финансовые, наблюдаются примерно для всех участников на протяжении более 5 лет. Имеет место тенденция роста добавленной стоимости, создаваемой участниками кластера, а также объема налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней на протяжении более 5 лет



КРИТЕРИЙ	ОЦЕНКА УРОВНИ ЗРЕЛОСТИ				
	НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ	ОСОЗНАНИЕ	РОСТ	МУДРОСТЬ	УВЕРЕННОСТЬ
	0	0,25	0,50	0,75	1,00
3.2 Присутствие на рынках (10%)	Тенденции расширения присутствия на рынках участников кластера отсутствуют/и/или имеют место единичные примеры	Позитивные тенденции расширения присутствия на рынках наблюдаются примерно у 25% участников на протяжении 3 лет	На протяжении 3 лет наблюдается рост общего объема отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами примерно у 50% участников	На протяжении 5 лет наблюдается рост общего объема отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, а также объема экспорта участниками промышленного кластера товаров собственного производства примерно у 75% участников	Имеет место устойчивая тенденция расширения присутствия участников кластера на внутреннем и внешнем рынках на протяжении более 5 лет
3.3 Надлежащие бизнес-практики (20%)	Отсутствуют свидетельства/или единичные примеры внедрения ответственных бизнес-практик в деятельности участников кластера	Идентифицированы лучшие бизнес-практики, которые могут быть применены в деятельности участников кластера. Примерно 25% участников внедрили инструменты бережливого производства	Внедрены стандарты бережливого производства примерно у 50% участников кластера. Имеет место тенденция роста производительности труда на протяжении 3 лет	Внедрены стандарты бережливого производства примерно у 75% участников кластера. Имеет место тенденция роста производительности труда на протяжении 5 лет	Организации - участники кластера применяют принципы опережающего развития, поддерживают внедрение инноваций в отношении продукции, услуг, процессов и моделей бизнеса; поддерживают культуру творчества и инноваций. Внедрены стандарты бережливого производства. Разработана и внедрена единая производственная система кластера, основанная на принципах бережливого производства. Имеет место тенденция роста производительности труда на протяжении более 5 лет. Принимают участие в жизни профессионального сообщества, занимают активную позицию при формировании взглядов и ценностей бизнес-сообщества
3.4 Распространение новых технологий и цифровизация (20%)	Отсутствуют свидетельства/или единичные примеры внедрения новых технологий и цифровизации деятельности	Позитивные тенденции внедрения новых технологий, включая наилучшие доступные технологии, и цифровизации наблюдаются примерно у 25% участников кластера на протяжении 3 лет	Позитивные тенденции внедрения новых технологий, включая наилучшие доступные технологии, и цифровизации наблюдаются примерно у 50% участников кластера на протяжении 3 лет	Позитивные тенденции внедрения новых технологий, включая наилучшие доступные технологии, и цифровизации наблюдаются примерно у 75% участников кластера на протяжении 5 лет	Организации-участники кластера разработали и осуществили запуск новых бизнес-линий, представляющих собой сервисы, имеющие в основе цифровые и платформенные решения. Внедрены цифровые бизнес-процессы
3.5 Система менеджмента качества (20%)	Единичные примеры разработки и внедрения системы менеджмента качества участниками кластера	Система менеджмента качества внедрена и сертифицирована примерно у 25% участников кластера	Система менеджмента качества внедрена и сертифицирована примерно у 50% участников кластера	Система менеджмента качества внедрена и сертифицирована примерно у 75% участников кластера	Система менеджмента качества внедрена и сертифицирована у всех участников кластера

Таблица 4

Матрица оценки уровня зрелости институциональной составляющей устойчивой конкурентоспособности кластеров

КРИТЕРИЙ	ОЦЕНКА УРОВНИ ЗРЕЛОСТИ				
	НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ	ОСОЗНАНИЕ	РОСТ	МУДРОСТЬ	УВЕРЕННОСТЬ
	0	0,25	0,50	0,75	1,00
4.1 Политика и стратегия в отношении устойчивого развития (20%)	В кластере отсутствует единая политика и стратегия в отношении устойчивого развития. Процесс планирования и постановки целей носит несистемный характер	Разработаны отдельные положения и ключевые приоритеты политики и стратегии устойчивого развития кластера примерно у 25% участников кластера.	На основе изучения потребностей и ожиданий заинтересованных сторон разработаны единая политика и стратегия устойчивого развития кластера, которая развернута примерно у 50% участников кластера	Разработаны единая политика и стратегия устойчивого развития кластера, которая развернута примерно у 75% участников кластера	Разработаны единая политика и стратегия устойчивого развития кластера, которая развернута у всех участников кластера. Политика и стратегия доводятся до всех заинтересованных сторон

КРИТЕРИЙ	ОЦЕНКА УРОВНИ ЗРЕЛОСТИ				
	НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ	ОСОЗНАНИЕ	РОСТ	МУДРОСТЬ	УВЕРЕННОСТЬ
	0	0,25	0,50	0,75	1,00
4.2 Ориентация на достижение ЦУР ООН (20%)	Ориентация на достижение ЦУР ООН в политике и стратегии развития кластера отсутствует	В политике и стратегии развития кластера приведены ссылки на ЦУР ООН, однако раскрытие их содержания применительно к деятельности кластера отсутствует/или приведены отдельные примеры примерно у 25% участников	Политика и стратегия развития кластера ориентирована на достижение ЦУР ООН. Развернута примерно у 50% участников кластера	Политика и стратегия развития кластера ориентирована на достижение ЦУР ООН. Развернута примерно у 75% участников кластера	Политика и стратегия развития кластера ориентирована на достижение ЦУР ООН. Развернута на уровне всех участников кластера
4.3 Структура управления кластером (20%)	Структура управления кластером не сформирована	Осознана необходимость формирования единой структуры управления кластером. Определены ее цели и функционал	Сформирована единая структура управления кластером. Определен орган управления кластером. Распределены ответственность и полномочия в сфере управления кластером	Сформирована и внедрена единая структура управления кластером. Функционирует орган управления кластером. Распределены ответственность и полномочия в сфере управления	Функционирует гибкая структура управления кластером. Ее совершенствование осуществляется исходя из влияния факторов внешней и внутренней среды кластера, интересов всех участников и требований различных групп заинтересованных сторон
4.4 Интегрированная система менеджмента (25%)	Управление кластером осуществляется на основе реактивного подхода. Потребность в формализации подходов к управлению кластером не определена. Документационное обеспечение управления кластером носит фрагментарный характер. Процессный подход не реализуется	Определена структура документационного обеспечения ИСМ. Процессный подход реализуется примерно у 25% участников кластера. Идентифицированы процессы, необходимые для ИСМ кластера	Разработана интегрированная система менеджмента кластера (политика и цели системы, документационное обеспечение, структура, процессная модель). Управление кластером осуществляется на основе реализации цикла PDCA	Разработана и внедрена интегрированная система менеджмента кластера. Документы системы доступны для релевантных групп заинтересованных сторон. Процессная модель внедрена в практику деятельности кластера с учетом интересов участников кластера и требований заинтересованных сторон. Управление кластером осуществляется на основе реализации цикла PDCA, проактивного подхода и риск ориентированного мышления с учетом интересов всех участников	Разработана и внедрена и интегрированная система менеджмента кластера. Управление кластером осуществляется на основе реализации цикла PDCA, проактивного подхода и риск ориентированного мышления с учетом интересов всех участников кластера и требований различных групп заинтересованных. Функционирование системы подкреплено необходимым документационным обеспечением. ИСМ функционирует на основе процессной модели, ориентированной на устойчивое развитие. Все участники кластера и заинтересованные стороны вовлечены в процесс развития и улучшения системы
4.5 Реализация принципов управления устойчивым развитием кластера (15%)	Принципы управления устойчивым развитием кластером не реализуются	Осознана необходимость по определению единых принципов управления устойчивым развитием кластера	Сформированы принципы устойчивого управления кластером (например, на основе рекомендаций ГОСТ Р 52614.9-2013 «Менеджмент устойчивого развития. Структура управления устойчивым развитием бизнес-кластеров» или ГОСТ Р 54598.1—2015 «Менеджмент устойчивого развития. Часть 1. Руководство» с учетом специфики деятельности кластера	Внедрены единые принципы устойчивого управления кластером (отчетность, прозрачность, ответственность, долгосрочность, справедливость, глобальное мышление и локальное действие, холистический подход, менеджмент риска, непрерывное улучшение)	Принципы управления устойчивым развитием кластера являются основой для принятия управленческих решений

На основе полученных экспертных оценок приоритетности построена модель интегральной оценки устойчивой конкурентоспособности кластеров (1).

$$I = 0,3 \cdot P_1 + 0,3 \cdot P_2 + 0,2 \cdot P_3 + 0,2 \cdot P_4 \quad (1)$$

где  $P_1$  – экологическая составляющая (2):

$$P_1 = 0,25 \cdot K_{11} + 0,25 \cdot K_{12} + 0,25 \cdot K_{13} + 0,25 \cdot K_{14} \quad (2)$$

$P_2$  – социальная составляющая (3):

$$P_2 = 0,10 \cdot K_{21} + 0,20 \cdot K_{22} + 0,25 \cdot K_{23} + 0,20 \cdot K_{24} + 0,15 \cdot K_{25} \quad (3)$$

$P_3$  – экономическая составляющая (4):

$$P_3 = 0,30 \cdot K_{31} + 0,10 \cdot K_{32} + 0,20 \cdot K_{33} + 0,20 \cdot K_{34} + 0,20 \cdot K_{35} \quad (4)$$

$P_4$  – институциональная составляющая (5):

$$P_4 = 0,20 \cdot K_{41} + 0,20 \cdot K_{42} + 0,20 \cdot K_{43} + 0,25 \cdot K_{44} + 0,15 \cdot K_{45} \quad (5)$$

Интегральный показатель устойчивой конкурентоспособности кластера имеет вид:

$$I = 0,075 \cdot K_{11} + 0,075 \cdot K_{12} + 0,075 \cdot K_{13} + 0,075 \cdot K_{14} + 0,030 \cdot K_{21} + 0,075 \cdot K_{21} + 0,060 \cdot K_{22} + 0,075 \cdot K_{23} + 0,060 \cdot K_{24} + 0,045 \cdot K_{25} + 0,060 \cdot K_{31} + 0,020 \cdot K_{32} + 0,040 \cdot K_{33} + 0,040 \cdot K_{34} + 0,060 \cdot K_{35} + 0,040 \cdot K_{41} + 0,040 \cdot K_{42} + 0,040 \cdot K_{43} + 0,050 \cdot K_{44} + 0,030 \cdot K_{45} \quad (6)$$

Таблица 5

Интервальные оценки уровней кластерной зрелости на основе показателя устойчивой конкурентоспособности

УРОВЕНЬ КЛАСТЕРНОЙ ЗРЕЛОСТИ	ИНТЕРВАЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ
1. Неопределенность	(0;0,25]
2. Осознание	(0,25;0,50]
3. Рост	(0,50;0,75]
4. Мудрость	(0,75;1)
5. Уверенность	1

Предложенная модель оценки уровня зрелости устойчивой конкурентоспособности кластеров была апробирована на примере инновационных промышленных кластеров «Волоконная оптика и оптоэлектроника (С1)» и «Удмуртский промышленный кластер производства нефтегазового оборудования» (С2)». Оба кластера были созданы в 2016 году в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 31 июля 2015 г. № 779 «О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров» [12].

Участниками кластера «Волоконная оптика и оптоэлектроника» являются 25 организаций, в том числе крупные промышленные предприятия, малые и средние инновационные компании, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», технопарк, инжиниринговый центр, ООО «Корпорация развития Республики Мордовия» [13].

«Удмуртский промышленный кластер производства нефтегазового оборудования» включает в себя специализированную организацию, производителя конечной продукции и 9 субъектов деятельности в сфере промышленности – организаций-производителей деталей и комплектующих, 1 метрологическую службу, 1 высшее учебное

заведение и 1 инжиниринговую компанию. Управление обоими кластерами выполняют управляющие организации, осуществляющие методическое, организационное, экспертно-аналитическое и информационное сопровождение их развития [14].

Стратегии развития рассмотренных кластеров нацелены на: обеспечение технологического лидерства в России по ключевым направлениям деятельности кластера; ускоренное расширение экспорта и международного сотрудничества, поддержка быстрорастущих высокотехнологичных малых и средних компаний; содействие модернизации и масштабированию деятельности «якорных» предприятий кластера; формирование системы привлечения инвестиций; развитие системы подготовки и повышения квалификации кадров с учетом потребностей кластера, молодежного инновационного творчества; улучшение качества жизни и развитие инфраструктуры; развитие системы управления кластером [13; 14]. С учетом периода развития, подтвержденного официального статуса, состава участников, сформированной системы управления, доступности информационной базы, соответствия стратегических приоритетов развития кластеров принципам устойчивого развития данные кластеры были выбраны в качестве объекта для апробации разра-

ботанного подхода. Результаты оценки уровня зрелости устойчивой конкурентоспособности промышленных кластеров представлены в табл. 6.

Используя расчетные оценки уровня зрелости устойчивой конкурентоспособности промышленных кластеров (табл. 6) и (6) получили интегральные показатели устойчивой конкурентоспособности кластеров (7):

$$\square_{C1} = 0,30 \cdot 0,563 + 0,30 \cdot 0,375 + 0,20 \cdot 0,625 + 0,20 \cdot 0,438 = 0,494$$

$$\square_{C2} = 0,30 \cdot 0,500 + 0,30 \cdot 0,350 + 0,20 \cdot 0,575 + 0,20 \cdot 0,450 = 0,460 \quad (7)$$

В соответствии с данными таблицы 6 и полученными интегральными показателями (7) устойчивая конкурентоспособность исследуемых кластеров характеризуется уровнем зрелости 2 – «Осознание». На данном этапе развиваются кооперационные связи между предприятиями-участниками, в состав кластера входят новые организации инфраструктуры. Однако для дальнейшего развития необходимы активизация и совершенствование сетевого взаимодействия участников, приток человеческих и финансовых ресурсов, повышение социо-эколого-экономической эффективности деятельности ядра кластера и всех участников.

Таблица 6

Оценка уровня зрелости устойчивой конкурентоспособности промышленных кластеров «Волоконная оптика и оптоэлектроника (C1)» и «Удмуртский промышленный кластер производства нефтегазового оборудования» (C2)»

Р1 (ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ)	ИНДИКАТОР		ОЦЕНКА		Р2 (СОЦИАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ)	ИНДИКАТОР		ОЦЕНКА		Р3 (ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ)	ИНДИКАТОР		ОЦЕНКА		Р4 (ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ)	ИНДИКАТОР		ОЦЕНКА	
	C1	C2	C1	C2		C1	C2	C1	C2		C1	C2	C1	C2					
Р1 (ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ)	K1.1	0,25	0,25		K2.1	0,25	0,50		K3.1	0,75	0,50		K4.1	0,25	0,50				
	K1.2	0,25	0,25		K2.2	0,75	0,25		K3.2	0,50	0,75		K4.2	0,75	0,50				
	K1.3	0,75	0,75		K2.3	0,25	0,25		K3.3	0,75	0,75		K4.3	0,50	0,75				
	K1.4	1,00	0,75		K2.4	0,50	0,75		K3.4	0,25	0,50		K4.4	0,25	0,25				
	P1	0,563	0,500		K2.5	0,25	0,25		K3.5	0,75	0,50		K4.5	0,50	0,25				
					P2	0,375	0,350		P3	0,625	0,575		P4	0,438	0,450				

#### Список использованных источников и литературы

- Горкин А.П. О факторах и условиях размещения капиталистической промышленности [Текст] / А.П. Горкин, Л.В. Смирнягин // Известия АН СССР. Сер. Географическая. 1973. № 1. С. 68–72.
- Fredriksson, C. and Lindmark, L. From Firms to Systems of Firms – A Study of Interregional Dependence in a Dynamic Society', in Hamilton, F.E.I. and Linge, G.J.R. Eds. Spatial Analysis, Industry and the Industrial Environment, vol. 1 – Industrial Systems, John Wiley & Sons, London, 1978.
- Porter, Michael E. Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy. Economic Development Quarterly, 2000, 14, 15–34. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1177/089124240001400105> (дата обращения 12.10.2022).
- Постановление Правительства РФ от 31 июля 2015 г. № 779 «О промышленных кластерах и специализированных организациях промышленных кластеров» (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/71150302/> (дата обращения 12.10.2022).
- Ассоциации кластеров, технопарков и ОЭЗ России <https://akitrf.ru/> [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://akitrf.ru/> (дата обращения 12.10.2022).
- Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 328 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/70643464/> (дата обращения 12.10.2022).

7. Bul, M.; Meier zu Köcker, G. Cluster management excellence. Sustainability and effectiveness of clusters and networks. Berlin: The Kompetenznetze Deutschland Initiative, 2010.
8. Bembenek, B. The Sustainable Development of an Industrial Cluster in the Context of Corporate Social Responsibility – a New Challenge for Cluster Management. European Scientific Journal, ESJ, 2015, 11 (3), 225–235 11(3). [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/5090> (дата обращения 12.10.2022).
9. Li, Hui and Yang Zhang. Empirical Research on Sustainable Development of Industrial Cluster. International Conference on Risk Management & Engineering Management, 2008, 553–558. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1109/ICRMEM.2008.70> (дата обращения 12.10.2022).
10. Будкин Ю.В., Шолкин В.Г. Вызовы мировой экономики и новая стратегия развития стандартизации // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 5 (63). С. 4–7.
11. Zhang, P. and London K. Towards an internationalized sustainable industrial competitiveness model. Competitiveness Review: An International Business Journal Incorporating Journal of Global Competitiveness, 2013, 23, 95–113. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1108/10595421311305325> (дата обращения 12.10.2022).
12. Салихов Б.В. Проблемы формирования инновационного качества производственного сектора российской экономики // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 2 (60). С. 145–156.
13. Промышленный кластер Республики Мордовия «Волоконная оптика и оптоэлектроника» первым в России повторно подтвердил свой статус. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.iclaster.ru/news-and-events/news/780/> (дата обращения 12.10.2022).
14. Удмуртский промышленный кластер производства нефтегазового оборудования [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://кластернго.рф/index.html> (дата обращения 12.10.2022)

## ASSESSMENT OF THE MATURITY LEVEL OF SUSTAINABLE COMPETITIVENESS OF INNOVATIVE INDUSTRIAL CLUSTER

**Salimova T.A.**, Doctor in Economics, Director of Economics Institute, Professor of Faculty of Economics, National Research Mordovia State University

**Ivanova I. A.**, PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor of Department of Statistics and Information Technologies in Economics and Management, National Research Mordovia State University, Economics Institute

*The actual agenda of international cluster policy is the development of industrial clusters with a high level of innovation, production, infrastructure, human capacity and investment attractiveness, integrated into the global economic space and providing outstripping growth rates of national economies.*

*The aim of the research is to develop and substantiate a methodological approach to the multidimensional analysis of the level of development of innovative industrial cluster, taking into account the basic principles, criteria and indicators of sustainable competitiveness.*

*Methodology. The method of hierarchy analysis was used as a tool to assess the maturity of the cluster formation on the basis of sustainable competitiveness indicators. In addition, the methodology of "maturity grid" F. Crosby was used to assess the qualitative parameters.*

*Results and scientific novelty.* The comprehensive analysis of sustainable competitiveness of innovation cluster was carried out, its main key components and levels were identified, the model of the integral index was built.

*Practical Significance.* The developed methodical approach can be applied to assess the competitiveness of the cluster from the position of its balance as a socio-economic system.

**Keywords:** industrial cluster, maturity level, sustainable competitiveness, hierarchical decomposition.

## References

1. Gorkin, A.P. On Factors and Conditions of Placement of Capitalist Industry [Text] / A.P. Gorkin, L.V. Smirnyagin // Izvestiya AS USSR. Ser. Geographic. 1973. № 1. C. 68–72.
2. Fredriksson, C. and Lindmark, L. From Firms to Systems of Firms – A Study of Interregional Dependence in a Dynamic Society', in Hamilton, F.E.I. and Linge, G.J.R. Eds. Spatial Analysis, Industry and the Industrial Environment, vol.1 - Industrial Systems, John Wiley & Sons, London, 1978.
3. Porter, Michael E. Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy. Economic Development Quarterly, 2000, 14, 15–34. Available online: <https://doi.org/10.1177/089124240001400105> (accessed on 12 October, 2022).
4. Decree of the Government of the Russian Federation of July 31, 2015 № 779 "On Industrial Clusters and Specialized organizations of industrial clusters". Available online: <https://base.garant.ru/71150302/> (accessed on 12 October, 2022).
5. Cluster Development Association. Available online: <https://akitr.ru/> (accessed on 12 October, 2022).
6. The State program of the Russian Federation "Development of industry and improvement of its competitiveness": approved by the Decree of the Government of the Russian Federation of April 15, 2014 № 328. Available online: <https://base.garant.ru/70643464/> (accessed on 12 October, 2022).
7. Bul, M.; Meier zu Köcker, G. Cluster management excellence. Sustainability and effectiveness of clusters and networks. Berlin: The Kompetenznetze Deutschland Initiative, 2010.
8. Bembek, B. The Sustainable Development of an Industrial Cluster in the Context of Corporate Social Responsibility – a New Challenge for Cluster Management. European Scientific Journal, ESJ, 2015, 11 (3), 225–235 11(3). Available online: <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/5090> (accessed on 12 October, 2022).
9. Li, Hui and Yang Zhang. Empirical Research on Sustainable Development of Industrial Cluster. International Conference on Risk Management & Engineering Management, 2008, 553–558. Available online: <https://doi.org/10.1109/ICRMEM.2008.70> (accessed on 12 October, 2022).
10. Budkin Y.V., Sholkin V.G. Challenges of the world economy and a new strategy for the development of standardization // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2021. № 5 (63). Pp. 4–7.
11. Zhang, P. and London K. Towards an internationalized sustainable industrial competitiveness model. Competitiveness Review: An International Business Journal Incorporating Journal of Global Competitiveness, 2013, 23, 95–113. Available online: <https://doi.org/10.1108/10595421311305325> (accessed on 12 October, 2022).
12. Salikhov B. V. Problems of formation of innovative quality of the production sector of the Russian economy. Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2021. № 2 (60). Pp. 145–156.
13. The industrial cluster of the Republic of Mordovia "Fiber Optics and Optoelectronics" was the first in Russia to reaffirm its status. Available online: <https://www.iclaster.ru/news-and-events/news/780/> (accessed on 12 October, 2022).
14. Udmurt industrial cluster of oil and gas equipment production Available online: <http://кластернго.рф/index.html> (accessed on 12 October, 2022).

# АГРОХОЛДИНГ РЕГИОНА: АНАЛИЗ И РЕЗУЛЬТАТЫ КАЧЕСТВЕННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

**Бондарская Т.А.**, д-р экон. наук, зав. кафедрой «Экономическая безопасность и качество», ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

*Целью статьи является анализ результатов крупнейшего агрохолдинга региона, включающего сельское хозяйство и смежные отрасли, которые тесно взаимосвязаны с сельскохозяйственным производством, осуществляющие перевозку, хранение, переработку сельскохозяйственной продукции, поставку потребителям качественных продуктов сельскохозяйственного производства.*

*В настоящее время российский АПК находится на стадии активного развития, чему, прежде всего, способствовали пандемия, санкционное давление на экономику России и соответствующие оперативные меры государственной поддержки.*

*Государство активно поддерживает сельхозпроизводителей, предлагая различные варианты помощи, на которые могут рассчитывать как опытные, так и начинающие сельхозпроизводители. Главная цель – обеспечить финансовую и качественную стабильность результатов АПК, увеличить количество аграриев в различных субъектах РФ. В данном вопросе приходит на помощь анализ, качественных и результативных преобразований процессов в системе АПК Тамбовского региона.*

*Для полного изучения и анализа поставленной цели, объектом исследования выбрано общество с ограниченной ответственностью-ООО «Юго-Восточная агрогруппа», которая успешно, качественно и результативно осуществляет свою деятельность в Тамбовском регионе.*

**Ключевые слова:** агрохолдинг, регион, современные подходы, результаты, качество, анализ и перспективы.

## ВВЕДЕНИЕ

Высокая конкуренция в сфере сельскохозяйственного производства (растениеводства) заставляет руководство сельскохозяйственных предприятий совершенствовать функциональные составляющие экономической безопасности, что приводит к повышению конкурентоспособности предприятия. В условиях высокой конкуренции поддержание стабильного функционирования предприятия представляется достаточно сложным, а также требует комплексного подхода. Для сельскохозяйственных предприятий характерна высокая степень зависимости от природно-климатических условий, а также подверженность влиянию различных непредсказуемых факторов, препятствующих развитию компании. Деловая репутация предприятия (организации) зависит не только от уровня выполнения им своих обязательств по поставкам, но – не в меньшей степени – и от того, насколько качественными будут производимые им предлагаемые рынку изделия и услуги. Качество их должно быть предметом постоянной заботы руководства предприятия и, естественно, предметом постоянного анализа и контроля.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

По данным Росстата и Минсельхоза, на начало 2022 года по критерию величина добавленной стоимости, которая произведена в российском агросекторе, страна занимает пятую позицию в мировом рейтинге (4,4 трлн руб.); находится на седьмом месте по объему прямых инвестиций в АПК, хозяйства всех категорий РФ (сельхозорганизации, фермеры, личные подсобные) в 2021 году произвели продукции на 7 трлн 572 млрд 344,5 млн рублей [1]. Тем не менее отечественные специалисты в сфере сельского хозяйства говорят об экстенсивном типе развития отрасли. В структуре хозяйств в отрасли сельского хозяйства преобладают крупные сельскохозяйственные организации, на долю которых приходится наибольший процент производства продукции (более 59% в 2021 г.). При этом посевные площади и, соответственно, количество сельскохозяйственной техники, постепенно сокращается, что может быть связано с экономическими трудностями, стоящими перед хозяйствами, в результате чего хозяйства попросту не имеют возможности полностью задействовать все имеющиеся земли и ресурсы [2].

Каковы сегодняшние реалии в сельскохозяйственных организациях Тамбовской области? Для ответа на этот вопрос нами была определена ООО «Юго-Восточная агрогруппа», которая является одним из крупнейших агрохолдингов в регионе.

Сельхозугодья агрохолдинга расположены в Тамбовской, Пензенской, Воронежской, Волгоградской и Саратовской областях. В Тамбовской области предприятие имеет земли на территории Бондарского, Гавриловского, Жердевского, Инжавинского, Кирсановского, Мучкапского, Пичаевского и Уметского районов. Общество входит в Группу Компаний АСБ. «Юго-Восточная агрогруппа» имеет замкнутый цикл производства, включающий выращивание, хранение, переработку и реализацию сельскохозяйственной продукции. Особое внимание в ООО «Юго-Восточная агрогруппа» уделяется возделыванию сахарной свеклы. В хозяйствах успешно внедрена технология выращивания этой культуры без затрат ручного

труда с использованием химических средств защиты растений. С 2013 года агрохолдинг сотрудничает с ГНУ «Тамбовский государственный научно-исследовательский институт сельского хозяйства». На экологическом испытании находится 15 перспективных сортов озимой и яровой пшеницы. Ведущую роль в техническом оснащении агрохолдинга играет современная сельскохозяйственная техника как отечественного, так и импортного производства, которая отвечает всем современным требованиям в плане качества выполняемых операций и удобства эксплуатации.

На рис. 1 можно отметить, что ООО «Юго-Восточная агрогруппа» является лидером по размеру получаемой выручки.

Рассмотрим подробно анализ прибыльности ООО «Юго-Восточная агрогруппа», для этого составим табл. 1 [3].

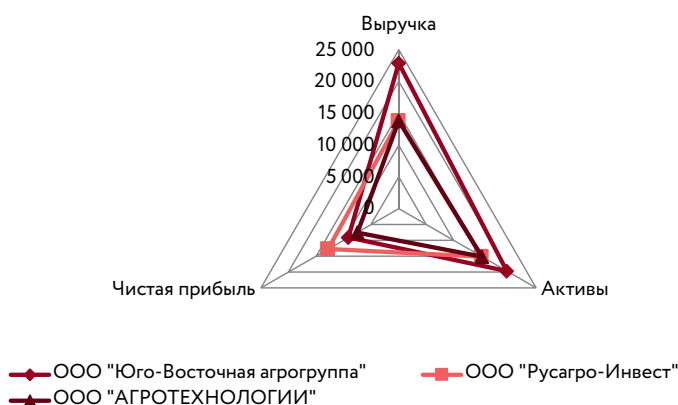


Рис. 1. Показатели основных конкурентов ООО «Юго-Восточная агрофирма» за 2021 г.

Таблица 1

#### Оценка прибыльности организации

ПОКАЗАТЕЛЬ	2017	2018	2019	2020	2021
Чистая прибыль, тыс. руб.	1 200 430	1 634 410	1 656 810	5 707 000	9 145 060
Рентабельность инвестиций, %	0,058	0,102	0,066	0,148	0,171
Рентабельность продаж, %	0,399	0,381	0,320	0,534	0,629

Производя оценку прибыльности предприятия, были рассчитаны абсолютные отклонения и темп роста показателей из таблицы. Их значения указаны в табл. 2.

Одним из наиболее важных показателей деятельности любой компании является чистая прибыль. Про-

анализировав табл. 1 и 2, можно отметить увеличение размера данного показателя. Так с 2017 года по 2021 год она выросла на 7 944 630 тыс. руб., что составляет 662%. По данным таблиц можно сказать о замедлении темпов прироста показателя в последнем году на 184,214%



Таблица 2

## Расчет абсолютных и относительных отклонений

	2017–2018 гг.	2018–2019 гг.	2019–2020 гг.	2020–2021 гг.
Абсолютное отклонение				
Чистая прибыль, тыс. руб.	433 980	22 400	4 050 190	3 438 060
Рентабельность инвестиций, %	0,045	-0,036	0,082	0,022
Рентабельность продаж, %	-0,018	-0,061	0,214	0,095
Относительное отклонение				
Чистая прибыль, %	36,152	1,371	244,457	60,243
Рентабельность инвестиций, %	77,710	-35,602	125,034	15,066
Рентабельность продаж, %	-4,473	-16,079	66,870	17,817

Таблица 3

## Расчетные данные

	2017–2018 гг.	2018–2019 гг.	2019–2020 гг.	2020–2021 гг.
Абсолютное отклонение				
Валовая прибыль	1004660	-817050	4618160	2 768 250
Выручка	3045450	-1274080	6489340	2605300
Авансированный капитал	2686000	849600	14319300	7050700
Относительное отклонение				
Валовая прибыль	60,934	-30,792	251,483	42,888
Выручка	91,507	-19,990	127,255	22,481
Авансированный капитал	15,257	4,187	67,733	19,884

Рентабельность инвестиций росла на протяжении всего исследуемого периода. Исключением стал лишь 2019 год со значением равным 0,066%. Наибольший показатель рентабельности инвестиций составил 0,171%. Общая сумма повышения за 2016–2020 годы составила 0,113%, что составляет 195%. Рентабельность продаж также показала существенный рост в изучаемом периоде. Она изменилась с 0,399% за 2017 год до 0,629% за 2021 год. Несмотря на то, что в 2018 и 2019 годах показатель снизился, в дальнейшем он восстановился. Размер валовой прибыли напрямую влияет на организацию коммерческой деятельности и ее планирование в организации. Положительное значение показателя свидетельствует о правильном и грамотном ведении хозяйственной деятельности организации.

Производя сравнение изменения показателей, были рассчитаны абсолютные отклонения и темп роста (табл. 3) [3].

Динамичный ежегодный рост валовой прибыли за исследуемый период 2017–2021 годы коррелируется с ежегодным ростом выручки предприятия в независимости от разности их темпов роста. Минимальное абсолют-

ное отклонение суммы валовой прибыли по сравнению с предыдущим годом наблюдается в 2019 году и составляло -817050 тыс. руб. или 20%, Максимальное – в 2021 году со значением 2 768 250 тыс. руб., что составляет 43%.

Выручка имеет положительную динамику на протяжении всего периода исследования. Ее величина значительно увеличилась с 2017 по 2021 год. В 2017 году ее размер составлял 3 328 090 тыс. руб. К 2021 г. это значение выросло до 14 194 100 тыс. руб. Абсолютное отклонение за 2017–2021 годы составило 10 866 010 тыс. руб., а темп прироста 326%. Наибольший рост произошел в 2019–2020 годах и составил 6 489 340 тыс. руб.

Значение авансированного капитала за исследуемый период увеличилось на 24 905 600, что составляет 232%. Так в 2016 году показатель равнялся 17 605 100 тыс. руб., а к 2021 году достиг отметки 42 510 700 тыс. руб. В течение всего периода наблюдался постоянный рост данного показателя. Наибольший прирост произошел в 2020 году и составил 68%. или 14 319 300 тыс. руб. По результатам проведенного анализа, можно сделать вывод: все показатели имели положительную динамику изменения.

## АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ООО «ЮГО-ВОСТОЧНАЯ АГРОГРУППА»

В табл. 4 представлены расчеты показателей рентабельности ООО «Юго-Восточная агрогруппа» за 2016–2021 годы [4]. Рентабельности продаж в 2016 году была равна

49,755%, а к 2021 году предприятие с каждого рубля продукции получало 62,880 руб. прибыли, то есть показатель увеличился на 13,25%. Наименьшее значение показателя было достигнуто в 2019 году, что обусловлено повышением управленческих расходов и снижением прибыли от продаж.

Таблица 4

Расчетные данные показателей рентабельности ООО «Юго-Восточная агрогруппа»

ПОКАЗАТЕЛЬ	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Рентабельность продукции	49,755	39,896	38,112	31,984	53,371	62,880
Рентабельность затрат	116,807	71,758	63,381	51,136	111,885	185,660
Экономическая рентабельность	20,646	7,545	12,444	8,055	20,298	23,675
Рентабельность собственного капитала	22,198	8,733	10,830	9,973	24,087	26,489
Рентабельность перманентного капитала	22,275	8,767	15,624	10,044	24,246	26,734
Рентабельность заемного капитала	155669	1,291	1,366	2,060	2,151	4,707
Рентабельность производства	0,202	0,085	0,134	0,082	0,227	0,240

Таблица 5

Данные для расчета показателей, необходимых для факторного анализа

ПОКАЗАТЕЛЬ	2020 г.	2021 г.
Чистая прибыль (ЧП)	5707000	9145060
Выручка от продаж (ВР)	11588800	14194100
Активы (А)	35460000	42510700
Собственный капитал (Кс)	30017200	39031400
ROE	0,190	0,234

Один из важнейших показателей деятельности организации – рентабельность затрат – также увеличился в изученном периоде на 68,853%. В 2016 году он достиг отметки в 116,807%. К 2021 году с каждого рубля затрат предприятие получало 185,660 руб. прибыли.

Экономическая рентабельность в изученном периоде увеличилась на 3,029%. В 2016 году значение показателя составило 20,646, а к 2021 году оно увеличилось до 23,675%.

Рентабельность собственного капитала в 2016 году составляла 22,198%. В течение изученного периода показатель неоднократно снижался. Так в 2017 году его значение составило всего 8,733%. Значение показателя сложилось в 2017 году и составило 8,733%, однако к 2021 году ситуация улучшилась и показатель увеличился до 26,489%. Данный показатель отражает величину прибыли, которую предприятие получит на единицу стоимости собственного капитала. Рентабельность перманентного капитала

в 2016 году составляла 22,275%, в последующие годы она неоднократно снижалась, но к 2021 году дало результат, он был равен 26,734%. Рост данного показателя в последние 3 года свидетельствует о повышении эффективности использования капитала, вложенного в деятельность организации на длительный срок. Рентабельность заемного капитала отражает целесообразность вложения средств инвесторами. В 2016 году показатель был равен 155669, что обусловлено крайне низким размером долгосрочных заемных средств. С 2017 по 2021 год значение показателя увеличивалось и к концу изученного периода оно достигло отметки 4,707%. Рентабельность производства в период с 2016 по 2021 год осталась на том же уровне. Рентабельность производства отражает экономическую эффективность бизнеса или его подразделения. Наиболее низкие значения показателя были достигнуты в 2017 и 2019 годах.

Таким образом, за последние 3 года можно отметить положительную тенденцию показателей рентабельности

Таблица 6

Расчетные данные

ПОКАЗАТЕЛЬ	2019 г.	2020 г.	АБСОЛЮТНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ	ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ
Рентабельность продаж	0,492	0,644	0,152	30,831
Оборачиваемость активов	0,327	0,334	0,007	2,167
Мультипликатор собственного капитала	1,181	1,089	-0,092	-7,803
ROE	19,012	23,430	4,418	23,235
Рентабельность производства	0,202	0,085	0,134	0,082

Таблица 7

Влияние факторов на ROE способом цепной подстановки [5]

ПОКАЗАТЕЛЬ	РЕЗУЛЬТАТ ВЛИЯНИЯ (+ -)	УДЕЛЬНЫЙ ВЕС (%)
Рентабельность продаж	5,862	69,917
Оборачиваемость активов	0,539	6,429
Мультипликатор собственного капитала	-1,983	23,654
Итого	4,418	100,000

Таблица 8

Показатели оборачиваемости ООО «Юго-Восточная агрогруппа»

ПОКАЗАТЕЛЬ	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Коэффициент оборачиваемости активов	0,402	0,208	0,336	0,246	0,409	0,364
Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности	0,736	0,388	0,608	0,418	0,724	0,672
Коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности	5,500	1,890	2,282	1,644	4,026	6,562
Коэффициент оборачиваемости собственного капитала	0,434	0,242	0,422	0,307	0,489	0,411
Коэффициент оборачиваемости оборотных средств	0,511	0,264	0,429	0,325	0,542	0,470
Коэффициент оборачиваемости запасов	2,473	1,014	1,930	1,830	3,283	3,240
Коэффициент оборачиваемости денежных средств	4827	261	802	772	873	1565

ООО «Юго-Восточная агрогруппа». Наиболее проблемными оказались 2017 и 2019 годы, именно в эти периоды значения показателей существенно снижались. Это обусловлено снижением выручки при одновременном росте управленческих расходов и повышенной дебиторской задолженностью [4].

В табл. 5 представлены исходные данные, на основе которых произведен расчет необходимых для факторного анализа показателей (табл. 6) [5].

Таким образом, на основании проведенного расчета мож-

но сделать вывод, что рентабельность собственного капитала организации на конец года по сравнению с началом года увеличивается на 4,418 тыс. руб., в том числе:

- за счет увеличения рентабельности продаж на 0,152%, рентабельность собственного капитала увеличилась на 5,862%, что составляет 69,917% от общего влияния факторов;
- за счет увеличения оборачиваемости активов на 0,007%, рентабельность собственного капитала увеличилась на 0,539%, что составляет 6,429% от общего влияния факторов;

- за счет снижения мультипликатора собственного капитала на 0,092%, рентабельность собственного капитала снизилась на 1,983%, что составляет 23,654% от общего влияния факторов.

Коэффициент оборачиваемости активов в 2016 году составил 0,402 руб., а к 2021 году снизился до 0,364 руб. Наименьшее значение показателя было достигнуто в 2017 году и составило 0,208%, такая ситуация сложилась из-за снижения выручки. Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности в 2016 году составлял 0,736, а к 2021 году снизился до 0,672, то есть на 0,064 или на 0,913%. Наименьшее значение показателя было получено в 2017 году, что обусловлено низкой выручкой в данном периоде при одновременном увеличении дебиторской задолженности. Коэффициент оборачиваемости собственного капитала организации в 2016 году составил 0,434, в последующие годы снижался до 0,242 и 0,307 в 2017 и 2019 году соответственно. Однако к 2021 году значение показателя составило 0,411.

Коэффициент оборачиваемости оборотных средств в период с 2016 по 2021 год снизился на 0,041 и составил 0,511 и 0,470 соответственно. Снижение показателя означает, что число оборотов, которые оборотные средства совершают за год, снизилось.

Оборачиваемость дебиторской задолженности оценивается совместно с оборачиваемостью кредиторской задолженности. Оборачиваемость кредиторской задолженности в 2016 году составила 5,500, в последствии снижалась в 2017 и 2019 году до 1,890 и 1,644 соответственно. Рост данного показателя за послед-

ние два года свидетельствует о повышении платежной дисциплины ООО «ЮВАГ» в отношениях с контрагентами.

Коэффициент оборачиваемости запасов в 2016 году составил 2,473, а к 2021 увеличился до 3,240, то есть на 0,767 или на 31%. Такое повышение значения показателя свидетельствует о более эффективном производстве и меньшей потребности в оборотном капитале. Однако в 2017 году показатель снизился до 1,014, это обусловлено снижением выручки компании при одновременном росте запасов и налога на добавленную стоимость по приобретенным ценностям.

Коэффициент оборачиваемости денежных средств в период с 2016 года по 2017 год снизился на 3262 дня и составил 4827 и 1565 дней соответственно. Снижение показателя свидетельствует о сокращении дней, необходимых для оборота денежных средств.

Таким образом, при проведении анализа коэффициентов оборачиваемости ООО «Юго-Восточная агрогруппа» установлено, что в 2017 году были получены наиболее низкие результаты по большинству показателей. К 2021 году ситуация выровнялась до уровня, достигнутого в начале исследуемого периода. Улучшение ситуации обусловлено повышением уровня получаемой выручки при несущественном повышении коммерческих и управленческих расходов, а также себестоимости продаж.

Далее для оценки финансовой устойчивости ООО «Юго-Восточная агрогруппа» используем методику расчета трехкомпонентного показателя типа финансо-

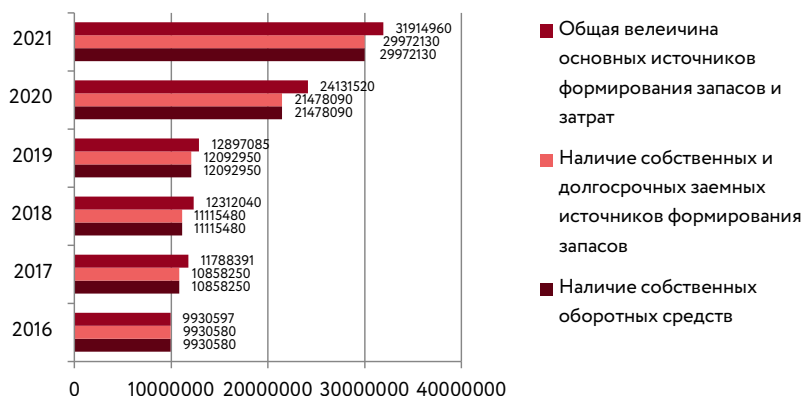


Рис. 2. Расчет трехкомпонентного показателя финансовой устойчивости ООО «Юго-Восточная агрогруппа»

Таблица 9

Тип финансовой устойчивости ООО «Юго-Восточная агрогруппа» [6]

ПОКАЗАТЕЛЬ	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Тип финансовой устойчивости	1;1;1	1;1;1	1;1;1	1;1;1	1;1;1

вой ситуации. Для этого были проведены расчеты необходимых показателей, представленные на рис. 2.

Далее составим табл. 9, в которой определим тип финансовой устойчивости.

Для определения типа финансовой устойчивости был

проведен анализ деятельности организации с 2016 по 2021 год. В результате чего было установлено, что на протяжении всего исследуемого периода сохранялась абсолютная финансовая устойчивость предприятия. То есть ООО «Юго-Восточная агрогруппа» способно развиваться за счет собственных источников финансирования, так как все запасы покрываются собственными

Таблица 10

Коэффициенты, характеризующие финансовую устойчивость ООО «Юго-Восточная агрогруппа»

ПОКАЗАТЕЛЬ	Нормативное значение	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Коэффициент финансовой независимости	>0,5	0,814	0,782	0,822	0,847	0,918
Коэффициент финансовой напряженности	<0,5	0,186	0,218	0,178	0,153	0,082
Коэффициент обеспеченности собственными источниками финансирования	>0,6	0,768	0,715	0,762	0,798	0,896
Коэффициент маневренности собственного капитала	0,2-0,5	0,758	0,701	0,696	0,716	0,768
Коэффициент реальной стоимости имущества	0,3-0,5	0,418	0,356	0,389	0,355	0,324
Коэффициент задолженности	<0,6	0,186	0,218	0,178	0,153	0,082

оборотными средствами. Рассматриваемая организация полностью не зависит от кредиторов.

Далее проведем относительную оценку финансовой устойчивости организации с помощью финансовых коэффициентов (табл. 10)

На основании мониторинга табл. 10 отметим, что коэффициент финансовой независимости на протяжении всего учетного периода соответствовал нормативному значению, равному >0,5. С 2017 по 2021 год коэффициент увеличился на 0,104 или на 13%. В 2021 году значение показателя равнялось 0,918, это означает, что 92% активов организации обеспечивались собственными источниками формирования. В свою очередь, оставшиеся 8% покрывались за счет заемных средств. Коэффициент финансовой напряженности в 2017 году был равен 0,186, а к 2021 снизился до 0,082, то есть на 0,104 или на 56%. Снижение данного показателя означает уменьшение суммы заемных средств и свидетельствует о повышении финансовой устойчивости организации. В изученном периоде показатель соответствовал нормативному значению. Коэффициент обеспеченности собственными источниками финансирования также соответствовал установленной норме >0,6 в течение всего периода исследования. В 2017 году данный показатель был равен 0,768, а к 2021 году

увеличился на 0,128 или на 16,6%. Рост данного показателя говорит об увеличении доли оборотных активов, которая финансируется за счет собственных средств. Коэффициент маневренности собственного капитала в изученном периоде превышал максимальный порог нормативного значения. В 2017 году он составил 0,758, а к 2021 году увеличился до 0,768. Рост данного показателя может означать увеличение дополнительных ресурсов финансирования для расширения и модернизации производства. Коэффициент реальной стоимости имущества соответствовал установленной норме в течение всего периода. С 2017 по 2021 год данный коэффициент изменился с 0,324 на 0,418. Несмотря на то, что показатель соответствует норме, можно проследить тенденцию его снижения. Так в данный период он уменьшился на 0,094 или на 22%, что говорит о снижении обеспеченности производственного процесса средствами производства. Коэффициент задолженности также соответствовал норме в период с 2017 по 2021 год. Показатель уменьшился на 0,104 и к 2021 году достиг отметки 0,082. Это означает снижение доли активов, сформированных в результате привлечения долгового финансирования до 8%.

Таким образом, изучение коэффициентов финансовой устойчивости позволяет сделать вывод о том, что ООО «Юго-Восточная агрогруппа» является финан-

Таблица 11

## Исходные данные для анализа финансовой устойчивости компании

ПОКАЗАТЕЛЬ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	2020 г.	2021 г.
Коэффициент реинвестирования чистой прибыли	Кр	5,260	4,268
Рентабельность продаж	ROS	0,534	0,629
Капиталоотдача	Котд	0,386	0,364
Коэффициент финансовой независимости	Кфнз	0,847	0,918
Коэффициент устойчивости экономического роста	Куэр	0,917	0,896

Таблица 12

## Расчетные данные для проведения факторного анализа показателей компании

ПОКАЗАТЕЛЬ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	2020 г.	2021 г.	АБСОЛЮТНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ	ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ
Коэффициент реинвестирования чистой прибыли	Кр	5,260	4,268	-0,992	-18,854
Рентабельность продаж	ROS	0,534	0,629	0,095	17,817
Капиталоотдача	Котд	0,386	0,364	-0,022	-5,806
Коэффициент финансовой независимости	Кфнз	0,847	0,918	0,072	8,464
Коэффициент устойчивости экономического роста	Куэр	0,917	0,896	-0,021	-2,325

Таблица 13

## Влияние факторов на Куэр способом цепной подстановки

ПОКАЗАТЕЛЬ	ОБОЗНАЧЕНИЕ	РЕЗУЛЬТАТ ВЛИЯНИЯ (+ -)	УДЕЛЬНЫЙ ВЕС (%)
Коэффициент реинвестирования чистой прибыли	Кр	-0,173	40,560
Рентабельность продаж	ROS	0,133	31,103
Капиталоотдача	Котд	-0,051	11,940
Коэффициент финансовой независимости	Кфнз	0,070	16,397
Итого:	Куэр	-0,021	100

сово устойчивой компанией. Далее проведем факторный анализ коэффициента устойчивости экономического роста.

В табл. 11 представлены исходные данные, на основе которых произведен расчет необходимых для факторного анализа показателей (табл. 12).

На основании проведенного расчета можно сделать вывод, что коэффициент устойчивости экономического роста на конец года по сравнению с началом года увеличивается на 0,021 тыс. руб., в том числе (табл. 13):

- за счет снижения коэффициента реинвестирования чистой прибыли на 0,992%, коэффициент устойчиво-

сти экономического роста снизился на 0,173%, что составляет 40,560% от общего влияния факторов;

- за счет увеличения рентабельности продаж на 0,095, коэффициент устойчивости экономического роста увеличился на 0,133%, что составляет 31,103% от общего влияния факторов;
- за счет снижения капиталоотдачи на 0,022, коэффициент устойчивости экономического роста снизился на 0,051%, что составляет 11,940% от общего влияния факторов.
- за счет увеличения коэффициента финансовой независимости на 0,072%, коэффициент устойчивости экономического роста увеличился на 0,070%, что составляет 16,397% от общего влияния факторов.

Оценка технико-технологической составляющей экономической безопасности предприятия начинается с проведения технико-технологического анализа [6]. Содержанием технико-технологического анализа является изучение производственно-хозяйственной деятельности предприятия с целью объективной оценки достигнутых результатов и разработки мероприятий по дальнейшему повышению эффективности хозяйствования.

Изучив рис. 3, можно отметить рост численности сотрудников за изученный период. Так, в 2018 году их количество составило 1276 человек, а к 2021 году оно увеличилось до 1720 человек, то есть на 444 человека или на 35%.

Рассмотрим показатель фондоотдачи ООО «Юго-Восточная агрогруппа» (рис. 5).

На рис. 5 изображено изменение фондоотдачи ООО «Юго-Восточная агрогруппа» в период с 2017 по 2021 год. Наиболее низкие значения показателя наблюдаются в 2017 и 2019 годах и составляют 1,111 и 1,212 соответственно. В свою очередь, 2021 год показал наивысшее значение рассматриваемого показателя, равное 2,010.

Составим таблицу, в которой рассчитаем отклонения данного показателя.

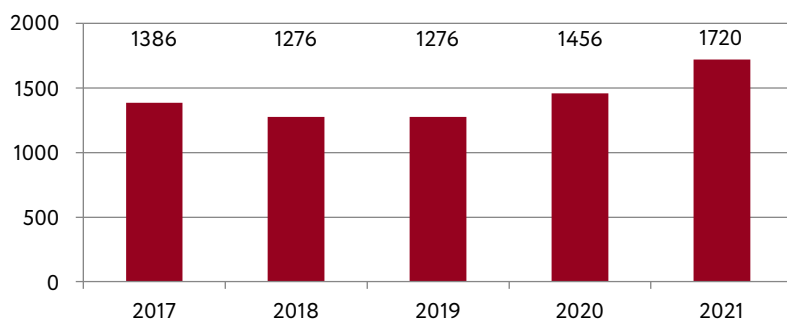


Рис. 3. Среднесписочная численность сотрудников ООО «Юго-Восточная агрогруппа» [3]

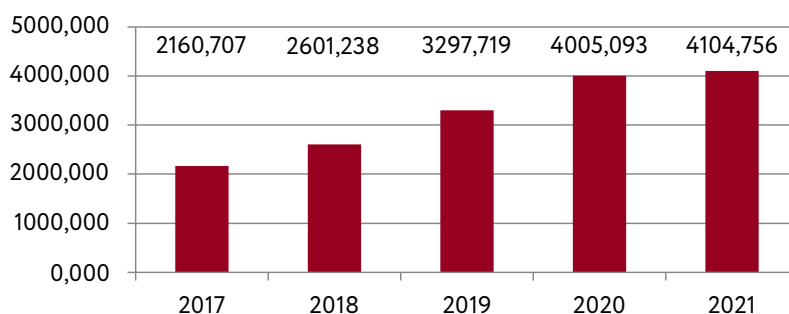


Рис. 4. Фондовооруженность ООО «Юго-Восточная агрогруппа»

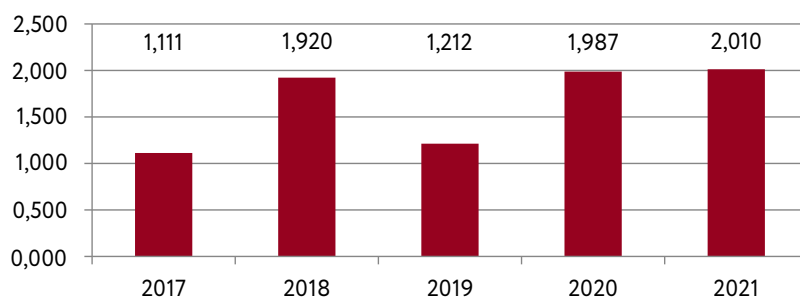


Рис. 5. Фондоотдача ООО «Юго-Восточная агрогруппа»

Таблица 14

Абсолютные и относительные отклонения  
фондоотдачи ООО «Юго-Восточная агрогруппа»

ПОКАЗАТЕЛЬ	2017–2018 гг.	2018–2019 гг.	2019–2020 гг.	2020–2021 гг.
Абсолютное отклонение	0,809	-0,708	0,775	0,023
Относительное отклонение	72,788	-36,888	63,985	1,164

Таблица 15

Абсолютные и относительные отклонения  
фондоёмкости ООО «Юго-Восточная агрогруппа»

ПОКАЗАТЕЛЬ	2017–2018 гг.	2018–2019 гг.	2019–2020 гг.	2020–2021 гг.
Абсолютное отклонение	-0,37906	0,30439	-0,32197	-0,00579
Относительное отклонение	-42,1257	58,4492	-39,0189	-1,15097

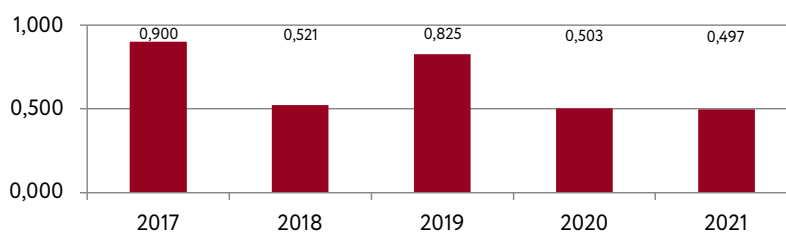


Рис. 6. Фондоёмкость ООО «Юго-Восточная агрогруппа»

Изучив табл. 14, можно отметить, что динамика показателя не линейна. Наибольший прирост показателя произошел в 2019–2022 году и составил 63,985% или 0,775. Рост показателя означает увеличение количества продукции, на каждый затраченный рубль основных фондов производства.

Обратным показателем фондоотдачи является фондоемкость, рассчитаем ее значение.

Можно отметить существенное снижение фондоемкости в исследуемом периоде. Так в 2017 году показатель составил 0,900 тыс. руб., а к 2021 году снизился до 0,497, то есть на 0,403 тыс. руб., что составляет 45%. Снижение данного показателя свидетельствует о более эффективном использовании оборудования организации. Столь высокие значения показателя объясняются спецификой агропромышленных компаний [7].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успешное и эффективное функционирование каждого сельскохозяйственного предприятия в условиях современных рыночных отношений напрямую зависит от гра-

мотного управления функциональными составляющими экономической безопасности [8].

Уровень риска деятельности сельскохозяйственных предприятий связан с некоторыми специфическими особенностями отрасли: сезонность, зависимость от природно-климатических условий, качества используемых природных ресурсов, быстрой порчи выращенной продукции [9].

На примере ООО «Юго-Восточная агрогруппа» были рассмотрены показатели, характеризующие различные составляющие экономической безопасности предприятия. По итогу анализа, можно выделить высокий уровень финансовой устойчивости организации, рост показателей рентабельности производства и оборачиваемости.

Отметим, что для стимулирования развития АПК на современном этапе в РФ реализуются несколько отраслевых стратегий, которые дают возможность каждому направлению АПК найти свое резервы роста, а именно [10]:

1. В апреле 2020 г. Правительство РФ утвердило Стратегию развития агропромышленного и рыбохозяй-



ственного комплексов РФ на период до 2030 года, которая предполагает рост валовой добавленной стоимости, создаваемой в сельском хозяйстве: к 2024 г. до 5374,8 млрд руб. (к 2030 г. – 7000 млрд руб.), в том числе, за счет существенного увеличения экспорта.

2. Закон «О виноградарстве и виноделии»: вводится запрет на использование импортного виноматериала для производства вин на территории России.
3. На государственную программу развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия в 2022 году выделено 285 млрд руб., в последующие годы (2023 и 2024) – по 304,7 и 326,9 млрд соответственно.

Ключевыми способами поддержки аграриев сегодня являются льготное кредитование и субсидии. Льготное кредитование – выдача кредитов по минимальной ставке, не выше 5% годовых. Выдают на определенные сельхознужды, требование к аграриям: стабильное финансовое положение, отсутствие просрочек по действующим кредитам. Субсидии – государственная финансовая поддержка в виде компенсации определенной части затрат на конкретные цели: например, постройку сельхозобъектов, покупку сельхозтехники, племенного скота. Предоставляются на безвозмездной основе: возвращать, как кредит, средства не требуется.

Эти госгарантии и возможности вселяют уверенность и перспективы роста для АПК в завтрашнем дне.

#### Список использованных источников и литературы

1. Рейтинг крупнейших АПК в России: перспективы полного импортозамещения, тенденции развития 2022 // Открытая аналитика. [Электронный ресурс] – URL: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rejting-krupneyshikh-apk-v-rossii-perspektivy-polnogo-importozameshcheniya-tendentsii-razvitiya-2022/> (дата обращения 05.11.2022)
2. Мистров Л.Е., Белоусов Р.А. Основы синтеза структуры систем оперативного управления // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2020. № 2. (54). С. 7–15.
3. Портал «Чекко» (проверка контрагентов). [Электронный ресурс] – URL: <https://checko.ru/company/yugo-vostochnaya-agrogruppa-1076824000362> (дата обращения 05.11.2022).
4. Официальный сайт федеральной службы государственной статистики. [Электронный ресурс] – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 05.11.2022).
5. Бондарская О.В., Гучетль Р.Г. Оценка и диагностика финансового риска в системе обеспечения экономической безопасности хозяйствующих субъектов региона: монография. – Тамбов: Изд-во: ТОГОАУ ДПО «Институт повышения квалификации работников образования». – 2020. – 128 с.
6. Бондарская Т.А., Бондарская О.В., Минько Л.В., Гучетль Р.Г. Экономическая безопасность предпринимательской деятельности. – Тамбов: Изд-во ТОИПКРО. – 2020. – 126 с.
7. Финансовая безопасность – финансовые термины на mabico.ru // Финансово-экономическая энциклопедия. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mabico.ru/lib/finansovaya-bezopasnost.html> (дата обращения 05.11.2022).
8. Глебова Е.В., Шукурова Е.Ф. Разработка методического подхода по совершенствованию деятельности производственного предприятия на основе управления персоналом // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2021. № 2 (60). С. 108–121
9. Набздоров С.В. Влияние орошения на рост, развитие и урожайность сахарной свеклы // Мелиорация. 2019. № 4. С. 66–73. [Электронный ресурс]. – URL: <https://melio.belal.by/jour/article/view/754/718> (дата обращения 05.11.2022).
10. Постановление Правительства Российской Федерации от 14 мая 2021 г. № 731 «О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации».

# AGROHOLDING OF THE REGION: ANALYSIS, QUALITY, RESULTS

**Bondarskaya T.A.**, Doctor of Economics, Head of the Department "Economic Security and Quality", Tambov State Technical University

*The purpose of the article is to analyze the results of the largest agricultural holding in the region, including agriculture and related industries that are closely interrelated with agricultural production, carrying out transportation, storage, processing of agricultural products, and supplying consumers with high-quality agricultural products.*

*Currently, the Russian agro-industrial complex is at the stage of active development, which, first of all, was facilitated by the pandemic, the sanctions pressure on the Russian economy and the corresponding operational measures of state support.*

*The state actively supports agricultural producers, offering various options for assistance that both experienced and novice farmers can count on. The main goal is to ensure the financial and qualitative stability of the results of the agro-industrial complex, to increase the number of farmers in various subjects of the Russian Federation. In this matter, the analysis of qualitative and effective transformations of processes in the agro-industrial complex of the Tambov region comes to the rescue.*

*For a complete study and analysis of the set goal, the object of the study was chosen limited liability company LLC "South-Eastern Agrogroup", operating in the Tambov region.*

**Keywords:** agroholding, region, modern approaches, results, quality, analysis and prospects.

## References

1. Available online: <https://delprof.ru/press-center/open-analytics/rejting-krupneyshikh-apk-v-rossii-perspektivy-polnogo-importozameshcheniya-tendentsii-razvitiya-2022/> (accessed on 05 November 2022).
2. Mistrov L.E., Belousov R.A. Fundamentals of synthesis of the structure of operational management systems // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2020. No. 2. (54). pp. 7–15.
3. Portal "Checco". Available online: <https://checko.ru/company/yugo-vostochnaya-agrogruppa-1076824000362> (accessed on 05 November 2022).
4. Official website of the Federal State Statistics Service. Available online: <https://rosstat.gov.ru/> (accessed on 05 November 2022).
5. Bondarskaya O.V., Guchetl R.G. Assessment and diagnostics of financial risk in the system of ensuring economic security of economic entities of the region: monograph. – Tambov: Publishing house: TOGOAU DPO "Institute of Advanced Training of Education workers". – 2020. – 128 p.
6. Bondarskaya T.A., Bondarskaya O.V., Minko L.V., Guchetl R.G. Economic security of entrepreneurial activity. Tambov: TOIPKRO Publishing House. – 2020. – 126 p.
7. Financial security – financial terms on mabico.ru // Financial and economic encyclopedia. Available online: <http://www.mabico.ru/lib/finansovaya-bezopasnost.html> (accessed on 05 November, 2022).
8. Glebova E.V., Shukurova E.F. Development of a methodological approach to improving the activities of a manufacturing enterprise based on personnel management // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2021. No. 2 (60). pp. 108-121
9. Nabzdorov S.V. The influence of irrigation on the growth, development and yield of sugar beet. Land reclamation. 2019, no. 4, pp. 66–73. Available online: <https://melio.bel.by/jour/article/view/754/718> (accessed on 05 November 2022).
10. Decree of the Government of the Russian Federation No. 731 dated May 14, 2021 "On the State Program for the effective involvement in the turnover of agricultural land and the development of the Reclamation complex of the Russian Federation".

# ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАДИОПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ВОЗДУШНЫМ СУДАМ

**Сухов А.В.**, д-р техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник ФКУ НПО «СТиС» МВД России, гл. спец. ФГБУ «Институт стандартизации»

**Пузийчук С.И.**, начальник центра ФКУ НПО «СТиС МВД России

*В статье представлен анализ эффективности радиоэлектронного противодействия несанкционированным беспилотным воздушным судам, основанный на оценке информационного ресурса беспилотного воздушного судна в терминах энтропии покрытия. Информационный ресурс рассматривается как энтропия покрытия по радиоэлектронным показателям беспилотных воздушных судов в условиях внешних радиоэлектронных воздействий.*

*Для радиоэлектронного подавления задаются радиолинии управления беспилотными воздушными судами, радиолинии навигационных определений по космическим навигационным системам и радиолинии передачи телеметрии. Энтропия покрытия при этом с комплексных целевых позиций позволяет дать информационную оценку эффективности принятых мер по противодействию беспилотным воздушным судам. В целях получения количественных оценок потребовалось провести оценку бюджета радиоканалов, связанных с беспилотными воздушными судами.*

**Ключевые слова:** беспилотное воздушное судно, информационный ресурс, энтропия покрытия, радиолиния.

## ЗАДАЧИ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ВОЗДУШНЫМ СУДАМ

В настоящее время во всех сторонах активной деятельности человечества, связанной с применением технических средств, все большее применение находят беспилотные воздушные суда (БВС), позволяющие значительно облегчить решение поставленных технических задач, расширить круг решаемых технических проблем. Широкое применение БВС находят в военной области, но и в других сферах человеческой деятельности их применение становится все более востребованным, а в ряде случаев просто необходимым [1–3].

К распространенным задачам гражданских БВС можно отнести:

- ведение наблюдения за объектами – аэрофотографическая, тепловая инфракрасная, радиолокационная, многозональная и другие виды съемки;
- геофизическая съемка – аэромагнитная, аэрорадиометрическая, аэроспектрометрическая – в результате выполнения которых получают цифровую информацию об исследуемых объектах;
- транспортировка и доставка грузов и средств в заданный район;
- ретрансляция данных между удаленными абонентами сетей связи.

Решение задач, поставленных БВС, осуществляется оператором при их дистанционном управлении или путем автономных действий по заранее заложенной программе.

Но с использованием БВС решаются также и задачи, которые не могут быть согласованы с действующим законодательством. При этом БВС могут нарушать установленные правила полетов воздушных судов и не иметь определяемой законами государства регистрации. Также такие БВС могут являться угрозой жизни, здоровья и имущества граждан в том числе над местами проведения публичных (массовых) мероприятий. Эти БВС определим как **несанкционированные БВС**. В Приказе МВД России от 30 апреля 2020 г. № 252<sup>1</sup> указывается, что в этих случаях пресечение нахождения БВС в воздушном пространстве осуществляется посредством подавления или преобразования сигналов дистанционного управления БВС, воздействия на их пульта управления, а также повреждения или уничтожения БВС и приводится порядок действий должностных лиц органов внутренних дел.

<sup>1</sup> Приказ МВД России от 30 апреля 2020 г. № 252 «Об утверждении Порядка принятия решения о пресечении нахождения беспилотных воздушных судов в воздушном пространстве в целях защиты жизни, здоровья и имущества граждан над местом проведения публичного (массового) мероприятия и прилегающей к нему территории, проведения неотложных следственных действий и оперативно-разыскных мероприятий и Перечня должностных лиц, уполномоченных на принятие такого решения».

Для выполнения поставленных БВС задач создаются наземные технические средства передачи-получения данных (НТС ППД), используемые для управления полетом и обмена данными о параметрах полета, служебной информацией и информацией о полезной нагрузке такого или таких ВС, и канал связи со службой управления воздушным движением [2, 4].

Наземная станция управления (НСУ) системы управления (СУ) БВС включает в свой состав человека-оператора и НТС ППД, основу которых составляют планшетный компьютер или ноутбук, приемопередатчик (ПП) и антенно-фидерное устройство (АФУ). Математическое обеспечение НТС ППД реализуется программным обеспечением для планирования полетного задания и отображения хода его выполнения. Сигнально-кодовые конструкции, формируемые в ПП, обеспечивают необходимую помехозащищенность радиоканалов.

Полетное задание может составляться автоматически по заданному контуру площадного объекта или по узловым точкам линейного объекта, может формироваться человеком-оператором для решения конкретных задач. Существует возможность проектирования полетных маршрутов, исходя из необходимой высоты полета и требуемого разрешения фотоснимков на местности. Для ряда задач и соответствующих типов БВС используется цифровая модель местности. Оператор во время выполнения полета БВС имеет возможность оперативно выбрать необходимый район посадки или оперативно посадить беспилотник с «красной» кнопки наземной системы управления. По команде человека-оператора (внешнего пилота) могут быть заданы вспомогательные операции для БВС.

В состав БВС для обеспечения навигации и обеспечения полета может быть включен автопилот, который должен управлять маршрутом движения воздушного судна и выполнением специальных операций, например съемкой местности или объектов с заданным межкадровым временным интервалом.

Автопилот должен определять координаты БВС, как правило, с использованием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) или осуществлять ориентирование в пространстве с использованием инерциальных датчиков. Требуемая точность определения координат зависит от технического задания на решаемые БВС задачи.

Полезная информация, получаемая БВС, данные телеметрии о текущем состоянии бортовой аппаратуры, координаты и результаты по решаемым в ходе полета задачам передаются с бортового ПП на НТС ППД.

Противодействие БВС осуществляется с целью недопущения противоправного применения БВС, недопущения решения БВС противоправных задач. При этом в условиях, не связанных с ведением боевых действий, применение зенитных комплексов огневого поражения БВС не является оправданным. Вполне обоснованными способами противодействия БВС являются способы радиоэлектронного подавления радиоканалов БВС таких, как навигационные радиоканалы, каналы радиоуправления, телеметрии, передачи целевой информации. Средства РЭП могут создавать шумовые и имитационные помехи на БВС.

Схема воздействия комплекса радиоэлектронного противодействия (РЭП) на БВС показана на рис. 1.

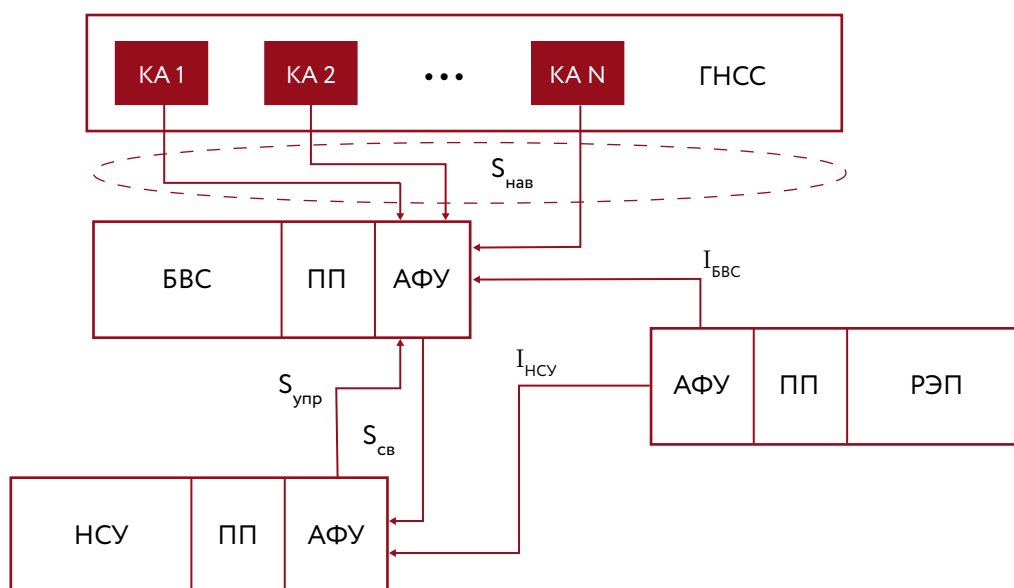


Рис. 1. Схема воздействия комплекса радиоэлектронного противодействия на БВС

На рис. 1 использованы следующие обозначения:

КА1, КА2, ... КАН – космические аппараты группировки ГНСС, используемые для навигационных определений;

$S_{\text{упр}}$  – линия управления и контроля с НСУ на БВС;

$S_{\text{св}}$  – линия связи БВС с НСУ;

$S_{\text{нав}}$  – сигналы с КА ГНСС, образующие навигационное поле;

РЭП – система радиоэлектронного противодействия;

$I_{\text{БВС}}$  – помехи от системы РЭП на БВС;

$I_{\text{НСУ}}$  – помехи от системы РЭП на НСУ.

### РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ БВС, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УСТОЙЧИВОСТЬ К РАДИОЭЛЕКТРОННОМУ ПОДАВЛЕНИЮ

Как правило, БВС используют радиоканалы управления и контроля, радиоканалы передачи полезной информации и радиоканалы навигации СНС.

В целях организации РЭП требуется задать диапазоны характеристик БВС, определяющие энергетические характеристики радиоканалов. Поскольку в данной статье не рассматриваются беспилотные летательные аппараты военного назначения, то основное внимание уделим тем характеристикам и их значениям, которые могут ожидать у БВС, используемым в условиях мирного времени.

Классификация БВС приведена в ГОСТ Р 57258–2016<sup>2</sup>. В частности рассматриваемых в статье объектов вводятся следующие определения:

3.2.1 воздушное судно (aircraft): летательный аппарат, поддерживаемый в атмосфере за счет его взаимодействия с воздухом, за исключением случаев взаимодействия с воздухом, отраженным от поверхности земли или воды.

3.2.6 легкое дистанционно пилотируемое воздушное судно (light remotely piloted aircraft): дистанционно пилотируемое воздушное судно с взлетной массой менее 150 кг.

3.2.7 малое беспилотное воздушное судно (small unmanned aircraft): беспилотное дистанционно пилотируемое воздушное судно с взлетной массой менее 30 кг».

Сведения по существующим видам БВС широко распространены [5, 6]. В табл. 1 приведена классификация БАС, разработанная Международной ассоциацией беспилотных систем (AUVSI).

Диапазон значений технических характеристик, достаточно распространенных БВС, приведен в табл. 2.

<sup>2</sup> ГОСТ Р 57258–2016 Системы беспилотные авиационные. Термины и определения.

Для средств РЭП необходимо определить диапазоны частот и параметры сигналов радиоканалов БВС для радиоподавления.

Характеристики радиосигналов ГНСС, создающих навигационное поле, приведены в табл. 3 [7].

Для приема сигналов от ГНСС могут использоваться антенны с коэффициентом усиления от 0 до 3 дБи, то есть либо всенаправленные антенны, либо антенны с полусферической диаграммой направленности.

Для приема-передачи радиосигналов по другим радиоканалам могут быть использованы диапазоны радиочастот, предназначенные в соответствии с таблицей распределения полос радиочастот в РФ<sup>3</sup> для воздушной подвижной (ОР) службы радиосвязи (ВПРС), предназначенной для связи, в том числе связи, касающейся координации полетов главным образом вне национальных или международных гражданских воздушных трасс.

Для воздушной подвижной (ОР) службы радиосвязи на частотах от 3 МГц до 144 МГц определен 21 диапазон. Но в этих диапазонах можно передавать только узкополосные сигналы. На частотах, начиная со 144 МГц и выше, уже можно обеспечить необходимую скорость передачи информации, то есть можно передавать и видеoinформацию.

Диапазон частот 144–146 МГц выделен ВПРС для РЭС любого назначения («СИ» – полоса радиочастот совместного пользования), а диапазон частот 146–148 МГц выделен ВПРС для «ПР» – полоса радиочастот преимущественного пользования РЭС, предназначенными для нужд государственного управления, в том числе президентской связи, правительственной связи, нужд обороны страны, безопасности государства и обеспечения

В соответствии с примечанием 127 к таблице радиочастот РФ<sup>4</sup>, для СУ БВС могут использоваться полосы радиочастот 230–299,3 МГц, 308,4–328,6 МГц и 344,4–390 МГц, которые преимущественно используются воздушной подвижной службой (ОР).

Также БВС могут использовать радиодиапазоны, выделенные для беспроводной связи (Wi-Fi, Bluetooth, ISM), но в этих диапазонах возможна организация связи только на небольших расстояниях из-за низкой мощности передатчика, поскольку эти средства, как правило, работают в диапазонах частот, которые выделены и на первичной основе, и на вторичной основе другим службам, и создание радиопомех РЭС этим службам недопустимо.

Основные показатели средств РЭП приведены в табл. 4 [8].

<sup>3</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 18 сентября 2019 г. № 1203-47. «Об утверждении Таблицы распределения полос радиочастот между радиослужбами Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Российской Федерации».

<sup>4</sup> Там же.

Таблица 1

Значения характеристик БВС, определяющих энергетику радиолиний для РЭП

КАТЕГОРИЯ БВС	РАДИУС ДЕЙСТВИЯ, (км)	ВЫСОТА ПОЛЕТА (м)	ВРЕМЯ ПОЛЕТА (ЧАСЫ)	МАКСИМАЛЬНЫЙ ВЗЛЕТНЫЙ ВЕС MTOW (кг)
Nano	<1	100	<1	<0,025
Micro	<10	250	1	<5
Mini	<10	150 to 300	<2	<25
Close Range	10 to 30	3 000	2 ... 4	150
Short Range	30 to 70	3 000	4 ... 6	200
Medium Range	70 to 200	5 000	6 ... 10	1 250
Medium Range Endurance	>500	8 000	10 ... 18	1 250
Low Altitude Deep Penetration	>250	50 ... 9 000	0,5 ... 1	350
Low Altitude Long Endurance	>500	3 000	>24	<25
Medium Altitude Long Endurance	>500	14 000	24 ... 48	1 500
High Altitude Long Endurance	>2000	20 000	24 ... 48	5 000
Stratospheric	>2000	>20 000	>48	2 500
Exo-Stratospheric	>2000	>30 500	>48	2 500

Таблица 2

Диапазон технических характеристик БВС

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА	МИНИМАЛЬНО УЧИТЫВАЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ	МАКСИМАЛЬНО УЧИТЫВАЕМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ
Высота полета, м	70–150	5000
Радиус применения, км	0,5	100/300°
Максимальная продолжительность полета, ч	0,5	4
Крейсерская скорость, м/с	10	100
ГНСС	ГЛОНАСС (Россия), GPS/NAVSTAR (США), Beidou (Китай), Galileo (ЕС)	

\* Радиус применения (с БВС-ретранслятором).

Таблица 3

Диапазонов частот спутниковых систем связи

ГНСС	НЕСУЩИЕ ЧАСТОТЫ, МГц	ПОЛОСА СИГНАЛА, МГц	МОЩНОСТЬ СИГНАЛА У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ, дБВт
GPS	1575,42; 1227,6; 1176,45	2,046 ... 25,5	157,0–167,5
ГЛОНАСС	1602 + k · 0,5625 k = -7 ... +6; 1601,995; 1248,06; 1246 + k · 0,4375 k = -7 ... +6; 1202,025	1,022 ... 20,46	161–161,5
Galileo	1575,42; 1278,75; 1207,14; 1176,45	4,092 ... 30,7	158–170,4
Beidou	1575,42; 1561,098; 1268,52; 1207,14; 1176,45	4,092 ... 32,7	156,9–169,4

Таблица 4

## Основные показатели отечественных средств РЭП

СРЕДСТВО РЭП	ДИАПАЗОНЫ РАДИОЧАСТОТ	МОЩНОСТЬ ПЕРЕДАТЧИКА, ЭИМ*, Вт	ДАЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ, км
Переносной комплекс противодействия БВС «Купол-ПРО»	Каналы связи, управления и навигационного обеспечения БВС	80*	2
Переносной комплекс противодействия БВС «Луч-ПРО»	Одновременное воздействие на каналы связи, управления и навигационного обеспечения БВС	–	4
Объектовый комплекс радиоэлектронного противодействия БВС «Таран-ПРО»	433 МГц ISM; 915 МГц ISM; 1,2 ГГц; 1,5 ГГц ISM; 2,4 ГГц ISM; 5,8 ГГц ISM / WiFi – Каналов GPS, ГЛОНАСС, Галилео (L5, E5ab, L1, E1, G1, G3), Beidou		2,7
Многофункциональный комплекс противодействия беспилотным летательным комплексам «Сапсан-Бекас»	В диапазоне работы средств связи и управления БВС	100	4
Стационарный комплекс противодействия БВС «Рубеж-Автоматика»	Частотные каналы связи, управления и навигационного обеспечения	–	4
Транспортируемый комплекс противодействия БВС «Бастион-Автоматика»	Частотные каналы спутниковой навигации, связи и управления		2
Персональный комплекс борьбы с дронами	1575; 2400–2480 МГц (настраивается в диапазоне от 400 до 2700 МГц)	20	2
Станция борьбы с радиоуправляемыми авиационными моделями	225–510, 800–900, 1100–1800, 2200–2500, 4400–5850 МГц	50	5
Ручной комплекс борьбы с беспилотными летательными комплексами «Гарпун-1»	Диапазоны частот каналов управления и навигации БВС (GPS / ГЛОНАСС / Beidou), 1600–2400, 5725–5875.	–	Дальность действия ограничена дальностью визуального контроля БВС.
Ручной комплекс борьбы с беспилотными летательными комплексами «Гарпун-2М» – многоканальный постановщик помех	433 МГц (430–450 МГц); 868 МГц (860–873 МГц); 900 МГц (902–928 МГц); 1200 МГц (1166–1281 МГц); 1,57542 / 1,602 ГГц; 2,4 ГГц (2,4–2,484 ГГц); 5,2 ГГц (5,15–5,35 ГГц); 5,8 ГГц (5,725–5,875 ГГц).	–	1,5
Комплекс обнаружения и защиты от беспилотных летательных аппаратов «Стриж-3»	433 МГц; 868 МГц; 915 МГц; 1600 МГц; 2400 МГц; 5800 МГц	5	1,5
Мобильный комплекс обнаружения и защиты от беспилотных летательных комплексов «Скворец»	433 МГц; 868 МГц; 900 МГц; 1,6 ГГц; 2,4 ГГц; 5,8 ГГц	5	1,5
Средство противодействия БВС «REX-2»	430 МГц, 900 МГц, 1,3 ГГц, 1,8 ГГц, 2,4 ГГц, 2,6 ГГц, 4 ГГц,	–	2
Система «Репеллент»	от 200 до 6000 МГц	канала передачи данных от 300 до 500 Вт; подсистемы канала управления и телеметрии от 500 до 1000 Вт	10 ... 30

\* ЭИМ – эффективная излучаемая мощность.

Для управления специальными малыми БВС (например, такими как RQ-7B Shadow 200, RQ-11B Raven, RQ-16T-Hawk и др.), как правило, организуется радиоканалы управления в режиме прямой видимости с НСУ или с ретранслятором:

- каналы в L (1,4–1,85 ГГц), S (2,2–2,5 ГГц), C (4,4–5,85 ГГц), и Ku (15,15–15,35 / 14,4–14,83 ГГц) диапазонах – основные каналы управления;
- в УКВ диапазоне (220–400 МГц) – резервные каналы управления;
- спутниковый канал (как правило используется низкоорбитальная спутниковая система связи Iridium обеспечивающая возможность использования небольших антенн) L-диапазона (1,616–1,6265 ГГц) – резервный канал управления, устанавливаемый опционально на отдельных БВС.

Ширина полос частот каналов СУ БВС [8]:

- канал «вверх» в диапазонах L, S, C и Ku: в режиме фиксированной частоты – 300–700 кГц; в режиме шумоподобного сигнала (ШПС) – 0,7–28 МГц;
- канал «вниз» в диапазонах L, S, C и Ku: 3–20 МГц;
- каналы «вверх»/ «вниз» в УКВ диапазоне: 25 кГц.

Чувствительность приемников находится в пределах: 127–134 дБВт.

Скорости передачи данных в СУ БВС:

- до 20 кбит/с – в линии «вверх»; 200 кбит/с – в линии «вниз» (при передаче только телеметрии); 1,6–12 Мбит/с – в линии «вниз» в диапазонах L, S, C и Ku (при передаче телеметрии совместно с данными от оптико-электронных систем при визуальном управлении оператором);
- 2,4–16 кбит/с в линиях «вверх»/«вниз» в УКВ диапазоне;
- до 2,4 кбит/с в линиях «вверх»/«вниз» по спутниковой линии L диапазона (для спутниковой системы связи Iridium).
- в диапазонах L, C, S, Ku в каналах «вверх»/«вниз»: 5–15 Вт;
- в УКВ диапазоне в каналах «вверх»/ «вниз»: 15–25 Вт.

Для связи с БВС используются типы модуляции сигналов: BPSK, QPSK (DQPSK, SOQPSK), 2FSK, GMSK. Возможно использование режима сигналов с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты (ППРЧ) в пределах разрешенной к использованию полосы частот в диапазонах S, C и Ku. С целью обеспечения необходимой помехоустойчивости применяется помехоустойчивое кодирование сигналов. Скорости кода  $R = 1/2, 2/3, 3/4$ .

Обобщая приведенный материал и с учетом [8] можно определить требования к основным характеристикам систем РЭП:

#### 1. Требования по радиочастотам:

- диапазон частот, в котором ведется подавление: 200–6000 МГц;
- подавление выделенных полос частот:
  - а) частоты типовых каналов нелегализованных средств радиосвязи: 20–80, 135–174, 400–470 МГц;
  - б) частоты типовых каналов авиационной радиосвязи в диапазоне 220–400 МГц;
  - в) частоты типовых каналов коммерческих систем связи: 430–460, 860–880, 902–928 МГц, CDMA800 (850–894 МГц), GSM900 (890–915, 935–960 МГц), GSM1800 (1710–1880 МГц), 3G (2110–2170 МГц), 4G (725–770, 780–960, 925–960 МГц; 1,7–2,2, 2,5–2,7 ГГц), Wi-Fi (2,4–2,5, 4,9–6,425 ГГц);
  - г) частоты каналов «вниз» спутниковых систем связи (ССС) L-диапазона: Инмарсат (1518–1660,5 МГц), Иридиум (1616–1626,5 МГц);
  - д) частоты каналов ГНСС: GPS (L1 – 1575,42 МГц / L2 – 1227,6 МГц / L5 – 1176,45 МГц), ГЛОНАСС (L1 – 1602 МГц / L2 – 1246 МГц), BeiDou (B1 – 1561,098 МГц / B2 – 1207,14 МГц / B3 – 1268,52 МГц), Galileo (E1 – 1575,42 МГц / E6 – 1278,75 МГц / E5 – 1191,79 МГц);
- дальность подавления приемных трактов:
  - а) средств связи на НСУ: до 10–25 км;
  - б) средств связи на БВС: до 30–50 км;
  - в) канала ГНСС на БВС: до 30–50 км;
- энергопотенциал воздействия:
  - а) на канал передачи данных «БВС – НСУ»: 300–500 Вт;
  - б) на канал управления «НСУ – БВС» и телеметрии «БВС – НСУ»: 500–1000 Вт;
  - в) на канал ГНСС на БВС: 300–1000 Вт;
- тип формируемых помех:
  - а) для каналов связи и управления: прицельная и скользящая по частоте, заградительная по диапазону частот;
  - б) для канала навигации по ГНСС: прицельная по частоте и структуре сигнала с целью формирования ложной навигационной информации (по открытым частотам ГНСС); шумовая прицельная по частоте (по открытым или закрытым частотам ГНСС).

Можно выделить отличительные характеристики небоевых систем РЭП, которым посвящен рассматриваемый материал [8]:

- относительно невысокий энергопотенциал, обеспечивающий требования электромагнитной совместимо-



сти (ЭМС) со службами радиосвязи на рабочих частотах за пределами зоны подавления;

- использование направленных антенных систем, обеспечивающих подавление радиоканалов БВС в заданных секторах;
- обнаружение несанкционированных БВС с использованием средств видеоконтроля и неизлучающих средств радиоконтроля (пассивная радиолокация);
- использование подавления каналов управления БВС с использованием помех, совпадающих по частоте и структуре с широко распространенными средствами связи с малыми БВС (квадрокоптерами);
- идентификация каналов управления, основанная на автоматическом определении типа протокола из числа широко распространенных, использование известных уязвимостей в этих каналах;
- использование режимов подавления и навязывания ложных режимов для закрытых каналов навигации ГНСС с формированием шумовых помех, прицельных по частоте, и формирование ложных сигналов имитирующими помехами, настроенными на частоты и структуру навигационных сигналов, для открытых каналов ГНСС («спуфинг», подмена сигналов ГНСС).

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС РАДИОКАНАЛОВ БВС В УСЛОВИЯХ РЭП

Зададим информационный ресурс (ИР) несанкционированных БВС как энтропию покрытия [9–11] от способности использования имеющихся радиоканалов в условиях радиоэлектронного противоборства.

Для определения ИР необходимо оценить характеристики радиоканалов несанкционированного БВС и определить их предельные значения. Далее информационный ресурс по своему значению покажет степень эффективности РЭП. Информационный ресурс  $I_{БВС}$  определим как сумму энтропий покрытия по каждому радиоканалу БВС:

$$I_{БВС} = \sum_{i=1}^m H_i, \quad (1)$$

где  $m$  – количество радиоканалов БВС, по которым ведется подавление

$H_i$  – ‘энтропия покрытия  $i$ -го радиоканала БВС

$$H_i = \begin{cases} \ln\left(\frac{I_i}{P_{\max i БВС}}\right), & I_i \geq P_{\max i БВС} \\ 0, & I_i < P_{\max i БВС} \end{cases}, \quad (2)$$

где  $I_i$  – мощность помехи от средства РЭП на входе приемника  $i$ -го радиоканала БВС, СУ БВС;  $P_{\max i БВС}$  – максимальное значение мощности полезного сигнала  $i$ -го радиоканала на входе приемника БВС, СУ БВС.

Для радиоканалов с ШПС выражение (2) примет вид:

$$H_i = \begin{cases} \ln\left(\frac{I_{Fi}}{E_{\max i БВС}}\right), & I_i \geq P_{\max i БВС} \\ 0, & I_i < P_{\max i БВС} \end{cases}, \quad (3)$$

где  $I_{Fi}$  – плотность мощности помехи от средства РЭП в полосе частот сигнала БВС на входе приемника  $i$ -го радиоканала БВС, СУ БВС;  $E_{\max i БВС}$  – максимальное значение энергии полезного сигнала  $i$ -го радиоканала на входе приемника БВС, СУ БВС.

Уровень энергии помехи от РЭП должен обеспечить вероятность ошибочного приема символов цифровых систем  $BER = 0,1 \dots 0,5$  [12]. Расчеты энергетики радиоканалов нежелательно вести для модели распространения радиоволн в свободном пространстве, потому что следует учитывать влияние земной поверхности при прохождении радиоволн в районе наземных средств РЭП и НСУ. Поэтому следует использовать методику, которая приведена в Рекомендации МСЭ-R P.528–3 [13] и позволяет рассчитать бюджет радиоканала с использованием экспериментальных кривых распространения радиоволн для воздушной подвижной и радионавигационной служб, работающих в диапазонах ОВЧ, УВЧ и СВЧ. Для расчетов по данной методике была разработана программа на языке программирования VBA.

Рассмотрим три сценария работы, определяемых типами средств БВС и РЭП:

- 1) БВС типа Mini – РЭП типа «Репеллент» и мобильная система РЭП с меньшей мощностью передатчика;
- 2) БВС типа Micro – портативная система РЭП;
- 3) каналы ГНСС БВС типа Mini – мобильная система РЭП.

Этих сценариев достаточно для выявления особенностей применения существующих средств РЭП в целях противодействия БВС.

Характеристики БВС и средств РЭП, необходимые для проведения расчетов информационной эффективности по указанным сценариям, представлены табл. 5.

В первую очередь необходимо рассчитать потери энергии сигнала в радиоканалах. При расчетах радиоканалов в направлениях от наземных радиоэлектронных средств (РЭС) на БИС и от БВС на наземные РЭС, как указывалось выше, была использована модель радиоканала, описанная в [13]. Для ориентировочных расчетов иногда используют модель распространения радиоволн в свободном пространстве [14], но при этом не учитываются ни зоны Френеля, ни затухания в атмосфере и прочие потери. И следует отметить, что *разница в расчетах по этим моделям для рассматриваемых радиоканалов может достигать 15 дБ, что недопустимо.*

Таблица 5

Характеристики БВС и средств РЭП, необходимые для проведения расчетов информационной эффективности

ХАРАКТЕРИСТИКИ	ТИП БВС				
	MINI		MICRO	MINI/КАНАЛ GPS	
Фс, МГц	145	380	2400	5500	1575,42
БВС э.и.и.м.*, дБВт	14	11,8	10	5	-
НСУ э.и.и.м., дБВт	14	14	-10	-10	-
Расстояние D1 НСУ-БВС, км	0,5; 1,0; 10	0,5; 1,0; 10	0,3; 1,0	0,3; 1,0	-
h1 НСУ, м	10	10	1,5	1,5	-
Высота БВС, м	300	150	70	70	150
РЭП э.и.и.м., дБВт	27,0	7,0	7,0	7,0	7,0
h <sub>РЭП</sub> , м	10	10	1,5	1,5	10
D <sub>РЭП-БВС</sub> , км	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

\* Эквивалентная изотропно излучаемая мощность – (э.и.и.м.).

Для расчетов энергетике радиоканалов между наземными РЭС использована модель радиоканала, представленная в Рекомендации МСЭ-R P.1546–5 [15]. Но может быть использована и Рекомендация МСЭ-R P.452 [16]. Однако для расчетов прохождения сигналов по Рекомендации МСЭ-R P.452 требуется знание профиля высот трассы распространения радиоволн.

Следует отметить, что расчеты проведены для оптимальных систем приема сигналов для предельных энергетических ситуаций и могут рассматриваться в качестве *потенциально достижимых результатов*.

Кроме уровня помехи от средства РЭП необходимо еще рассчитать требуемый уровень помехи, обеспечивающий, как указывалось выше, вероятность ошибочного приема символов цифровых систем  $BER = 0,1 \dots 0,5$ . В этих целях воспользуемся следующим выражением для вероятности ошибки, приходящейся на двоичное значение информации в сообщении [17]:

$$BER = P_{\text{ош}} = 1 - F(H_2), \quad (4)$$

где  $F(\cdot)$  – интеграл вероятности:

$$F(x) = \sqrt{\frac{1}{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-z^2/2} dz, \quad (5)$$

аргументом функции в (4) является:

$$H = \sqrt{E_b / (N_0 + I)}, \quad (6)$$

где  $E_b$  – энергия, приходящаяся на бит информации в сообщении;

$N_0$  – односторонняя спектральная плотность мощности шума;

$I$  – энергия помехи от средства РЭП в полосе частот радиоканала.

По заданной вероятности ошибки  $BER$  методом итераций для выражения (4) находится аргумент функции (6). Поскольку для вероятностей ошибки  $0,1 \dots 0,5$  требуется уровень помехи, сравнимый с уровнем сигнала и даже превышающий его, а уровень полезного сигнала должен более чем на порядок, то собственными шумами и шумом внешней среды  $N_0$  в выражении (6) можно пренебречь.

Энтропия покрытия (ЭП) средства РЭП может быть определена как суммарная энтропия покрытия противодействия на БВС и НСУ. Результаты расчетов информационного ресурса средств РЭП представлены в табл. 6.

Для наглядности для вероятности ошибки  $BER=0,1$  промежуточные расчеты представлены в табл. 7, а на рис. 2 приведены диаграммы значений ЭП.

Наиболее эффективным является подавление каналов управления БВС. Но при подавлении радиоканалов БВС может перейти в режим автономной работы. Другим эффективным способом является подавление канала передачи полезной информации от БВС на НСУ. Эти радиоканалы требуют затрат больших ресурсов по полосе частот и энергетике для обеспечения требований по информативности.

Таблица 6

## Информационный ресурс средств РЭП

BER = 0,1						
ТИП СРЕДСТВ	РЭП-БВС		РЭП-НСУ		ОБЩАЯ ЭП	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2
РЭП1-Mini1	21,5	41,0	0,9	0,0	22,4	41,0
РЭП2-Mini2	1,4	22,1	0,0	0,0	1,4	22,1
РЭП3-Micro1	22,2	33,1	0,0	0,0	22,2	33,1
РЭП4-Micro2	22,3	33,2	0,0	0,0	22,3	33,2
BER = 0,3						
РЭП1-Mini1	13,7	33,2	0,0	0,0	13,7	33,2
РЭП2-Mini2	0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	14,3
РЭП3-Micro1	14,5	25,3	0,0	0,0	14,5	25,3
РЭП4-Micro2	14,5	25,4	0,0	0,0	14,5	25,4
BER = 0,45						
РЭП1-Mini1	1,3	20,8	0,0	0,0	1,3	20,8
РЭП2-Mini2	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	1,9
РЭП3-Micro1	2,1	12,9	0,0	0,0	2,1	12,9
РЭП4-Micro2	2,1	13,0	0,0	0,0	2,1	13,0

Таблица 7

## Результаты расчетов энергетики радиоканалов

КАНАЛЫ РЭП-БВС											
	MINI1			MINI2			MICRO1		MICRO2		GPS
Fc, МГц	145	145	145	380	380	380	2400	2400	5500	5500	1575.42
D <sub>НСУ-БВС</sub> , км	0.5	1	5	0.5	1	5	0.3	1	0.3	1	-
L <sub>НСУ</sub> , дБ	79.31	87.22	98.83	87.70	95.58	108.35	100.85	111.70	108.03	118.95	-
P от НСУ	-65.31	-73.22	-84.83	-73.70	-81.58	-94.35	-110.85	-121.70	-118.03	-128.95	-158.50
L от РЭП	72.98	72.98	72.98	81.40	81.40	81.40	97.75	97.75	104.91	104.91	108.06
I от РЭП	-45.99	-45.99	-45.99	-74.41	-74.41	-74.41	-90.76	-90.76	-97.92	-97.92	-74.41
Отн. С/Ш	1.642	1.642	1.642	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
I треб	-67.47	-75.38	-86.99	-75.86	-83.74	-96.50	-113.00	-123.85	-120.19	-131.11	-160.65
КАНАЛЫ РЭП-НСУ											
Fc, МГц	145	145	145	380	380	380	2400	2400	5500	5500	
D <sub>НСУ-БВС</sub> , км	0.5	1	5	0.5	1	5	0.3	1	0.3	1	
L <sub>БВС-НСУ</sub> , дБ	70.25	82.28	99.37	82.09	92.55	107.95	98.43	110.68	105.59	117.84	
P от БВС	-56.27	-68.30	-85.39	-70.33	-80.79	-96.19	-88.43	-100.68	-98.60	-110.85	Рек. 1546-5
L от РЭП	84.53	93.35	132.87	90.69	100.39	143.76	118.48	136.53	127.42	145.79	
I от РЭП	-57.54	-66.36	-105.88	-83.70	-93.40	-136.77	-111.49	-129.54	-120.43	-138.80	
Отн. С/Ш	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	
I треб	-58.43	-70.46	-87.55	-72.49	-82.94	-98.35	-90.59	-102.83	-100.75	-113.00	

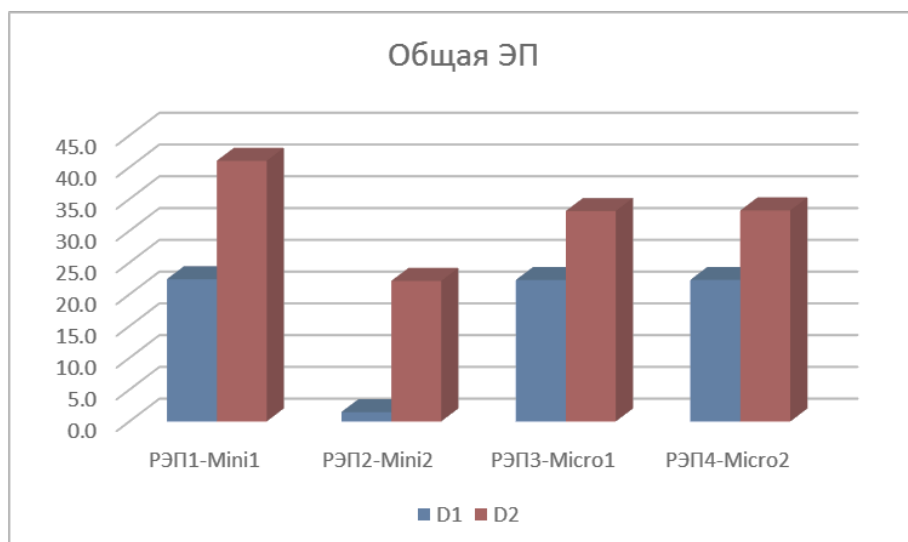
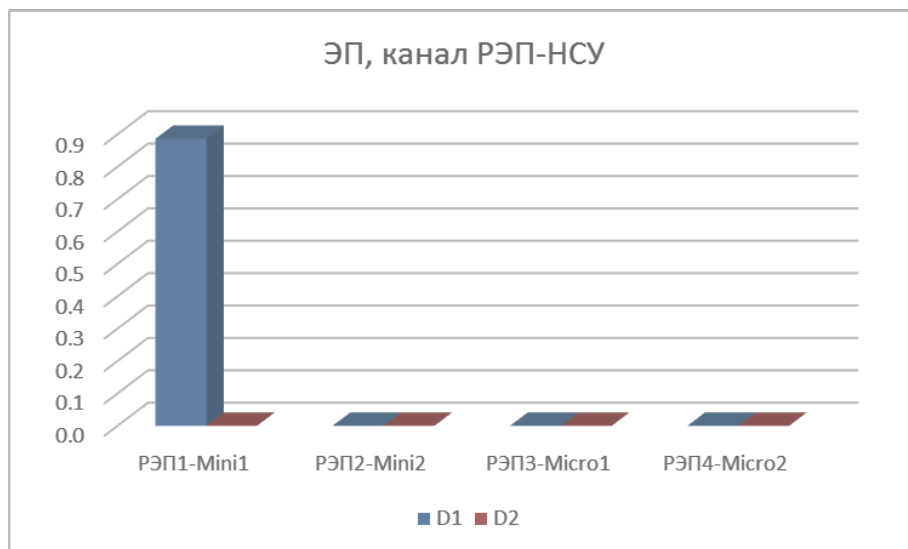
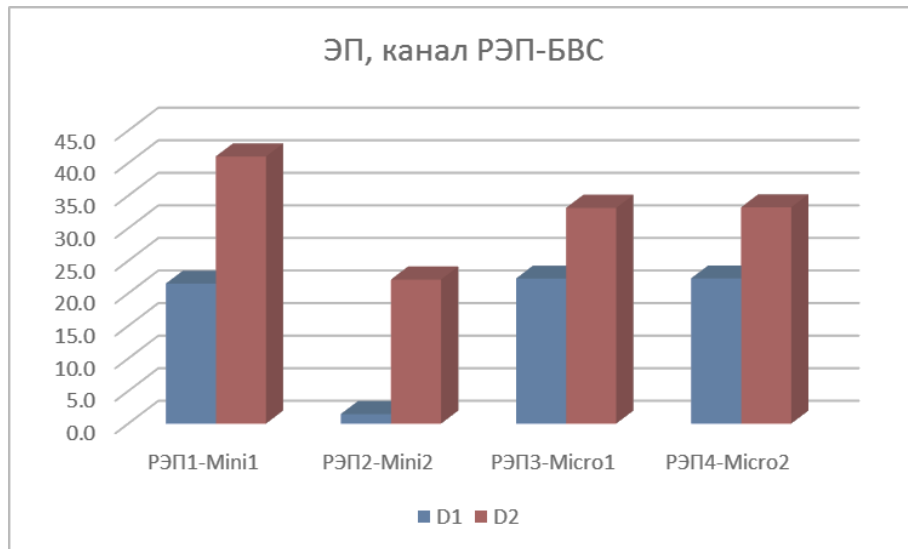


Рис. 2. Значения ЭП для BER = 0,1

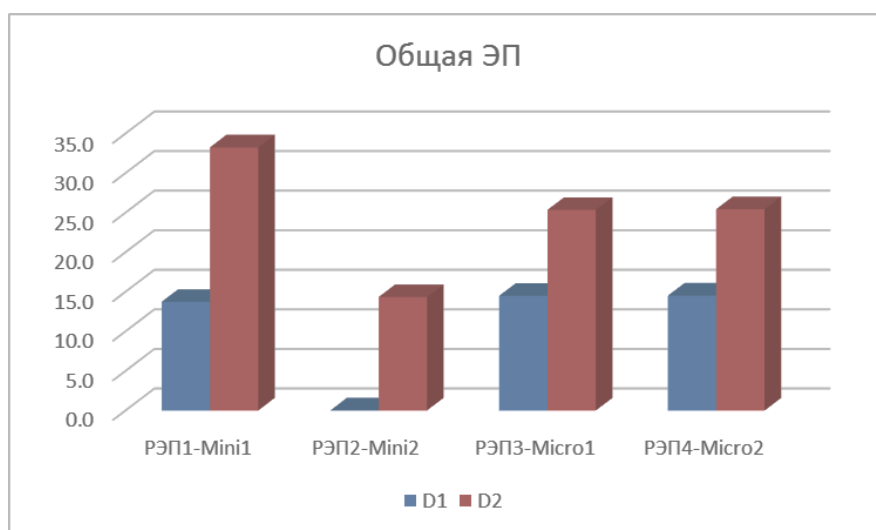


Рис. 3. Значения общей ЭП для BER = 0,3

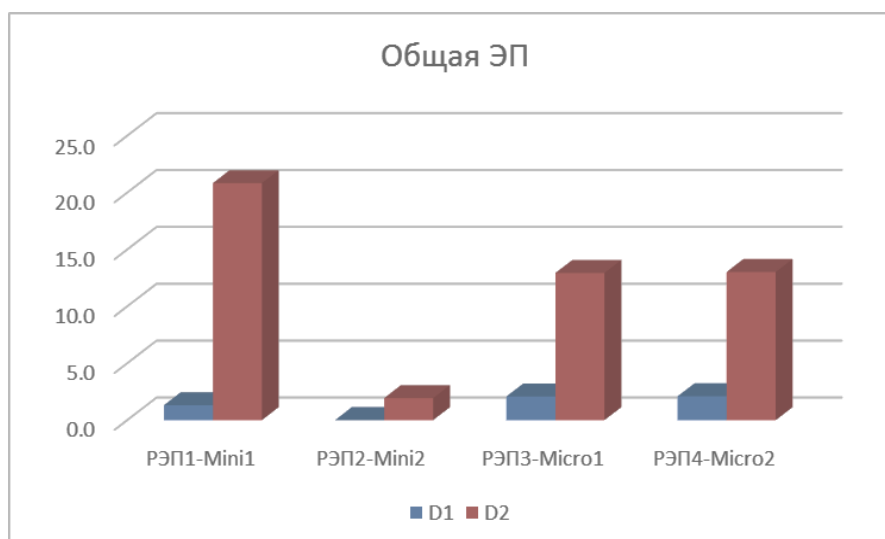


Рис. 4. Значения общей ЭП для BER = 0,3

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что наибольший информационный ресурс имеют средства РЭП типа системы «Репеллент», устанавливаемой на колесном шасси и имеющий наибольшие энергетические характеристики. И по частотным диапазонам, и по типам подавляемых радиоканалов она превосходит другие средства РЭП. Информационный ресурс системы «Репеллент» в зависимости от тактической обстановки меняется от 20 до 45 децидит.

Мобильные средства РЭП имеют достаточный информационный ресурс от 1,5 до 20 децидит только по действию на БВС.

Портативные средства РЭП имеют меньший информационный ресурс и способны обеспечивать достаточный

уровень помех на БВС для вероятности двоичной ошибки в районе 0,1.

Все рассмотренные средства РЭП показали хорошее подавление навигационных каналов. Даже для высокой вероятности ошибки, равной 0,45, информационный ресурс очень высокий и составляет не менее 80 децидит для большинства систем РЭП.

Необходимо также отметить, что расчеты энергетики радиоканалов, связанных с БВС, недопустимо вести по широко распространенной модели распространения радиоволн в свободном пространстве. Проведенные сравнительные расчеты показали превышения таких оценок энергетики радиоканалов от расчетов по модели радиоканала, приведенной в Рекомендации МСЭ-R P.528, на 15 дБ и более.

### Список использованных источников и литературы

1. Ломакин М.И., Докукин А. В., Сланчак О. Ю. [и др.] Оценка и оптимизация качества мониторинга территориально-распределенных объектов, проводимого с помощью беспилотных летательных аппаратов // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 3(67). С. 39–42.
2. Бурый А.С., Шевкунов М.А. Оценка качества беспилотных авиационных систем мониторинга окружающей среды // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2017. № 6 (40). С. 4.
3. Бурый А.С., Шевкунов М.А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений при управлении динамическими объектами // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2015. № 5 (27). С. 2.
4. Сухов А.В., Величко П.С. Конюшев В.В., Левин А.И. Информационный ресурс в общих технических требованиях к информационно-коммуникационной технологии "цифровая полиция" // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2022. № 3 (67). С. 56–68.
5. Открытый обзор продукции российских производителей специальных средств и техники для обеспечения общественной безопасности: Научно-технический информационный сборник. Вып. 2 (9). – М.: ФКУ НПО «СТиС» МВД России, 2021. – 68 с.
6. Жданов Ю., Овчинский В. Полиция будущего. [Электронный ресурс]. М.: 2018. 166 с. – URL: <http://ipa-russia.org/библиотека-ассоциации/> (дата обращения: 04.10.2022).
7. Сигналы глобальных навигационных систем [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/post/680304/> (дата обращения: 04.10.2022).
8. Макаренко С. И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам: Монография. – СПб.: Научное издание, 2020. – 204 с.
9. Решетников В.Н., Савилкин С.Б., Сухов А.В. Мониторинг частотного ресурса геостационарных спутников-ретрансляторов с использованием энтропии покрытия // Программные продукты и системы. 2017. № 1. С. 119–123.
10. Сухов А.В. Оценка информационного ресурса радионавигационных станций в условиях помех от средств мобильной связи // Правовая информатика. 2019. № 1. С. 36–45.
11. Sukhov A.V. Dynamics of information flows in a control system of a complex technological system // Journal of Computer and Systems Sciences International. 2000. Vol. 39. No 4. P. 592–600.
12. Эффективность системы военной связи: учеб.-метод. пособие / И. О. Мачихо [и др.]. – Минск: БГУИР, 2017. – 102 с.
13. Рекомендация МСЭ-Р P.528–3. Кривые распространения радиоволн для воздушной подвижной и радионавигационной служб, работающих в диапазонах ОВЧ, УВЧ и СВЧ. ИТУ. Женева. 2013.
14. Рекомендация МСЭ-Р P.525–3 Расчет ослабления в свободном пространстве. ИТУ. Женева. 2016.
15. Рекомендация МСЭ-Р P.1546–5. Метод прогнозирования для трасс связи "пункта с зоной" для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 3000 МГц. ИТУ. Женева. 2013.
16. Рекомендация МСЭ-Р P.452–16. Процедура прогнозирования для оценки помех между станциями, находящимися на поверхности Земли, на частотах выше приблизительно 0,1 ГГц. ИТУ. Женева. 2015.
17. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. – М.: Радио и связь, 1985. – 384 с.

# INFORMATION ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF RADIO INTERFERENCE UNMANNED AERIAL VEHICLE

**Sukhov A.V.**, doctor of technical sciences, professor, leading scientific researcher FGI SPA SET of the MIA RF, Chief Specialist, FSBI «RSI»

**Puziichuk S.I.**, head of the center FGI SPA SET of the MIA RF

*The article presents an analysis of the effectiveness of electronic countermeasures to unauthorized unmanned aircraft (UA), based on the evaluation of the UA information resource in terms of covering entropy. The information resource is considered as the covering entropy according to the radio-electronic indicators of the UA in the conditions of external radio-electronic influences.*

*For radio-electronic suppression, the UA control radio lines, the navigation definition radio lines for space navigation systems and the telemetry transmission radio lines are set. At the same time, the covering entropy from complex target positions allows us to give an informational assessment of the effectiveness of the measures taken to counteract UA. In order to obtain quantitative estimates, it was necessary to assess the budget of the radio channels.*

**Keywords:** unmanned aerial vehicles, information resource, covering entropy, radio line.

## References

1. Lomakin M.I., Dokukin A. V., Slanchak O. Yu. [et al.] Ocenka i optimizaciya kachestva monitoringa territorial'no-raspredeleenny'x ob'ektov, provodimogo s pomoshh'yu bespilotny'x letatel'ny'x apparatov. Informacionno-e'konomicheskie aspekty' standartizacii i texnicheskogo regulirovaniya. 2022, no. 3(67), pp. 39–42.
2. Buryi A.S., Shevkunov M.A. Ocenka kachestva bespilotny'x aviacionny'x sistem monitoringa okružhayushhej sredy. Informacionno-e'konomicheskie aspekty' standartizacii i texnicheskogo regulirovaniya. 2017, no. 6(40), pp. 4.
3. Buryi A.S., Shevkunov M.A. Intellektual'ny'e sistemy' podderzhki prinyatiya reshenij pri upravlenii dinamicheskimi ob'ektami. Informacionno-e'konomicheskie aspekty' standartizacii i texnicheskogo regulirovaniya. 2015, no. 5(27), pp. 2.
4. Sukhov A.V., Velichko P.S. Konyshhev V.V., Levin A.I. Informacionny'j resurs v obshhix texnicheskix trebovaniyax k informacionno-kommunikacionnoj tehnologii "cifrovaya policiya". Informacionno-e'konomicheskie aspekty' standartizacii i texnicheskogo regulirovaniya. 2022, no. 3(67), pp. 56–68.
5. Otkry'ty'j obzor produkcii rossijskix proizvoditelej special'ny'x sredstv i texniki dlya obespecheniya obshhestvennoj bezopasnosti: Nauchno-texnicheskij informacionny'j sbornik. Vy'p. 2 (9). Moscow, FKU NPO "STiS" MVD Rossii Publ., 2021, 68 p.
6. Zhdanov Yu., Ovchinskij V. Policiya budushhego [Elektronny resurs]. Moscow, 2018, 166 p. – URL: <http://ipa-russia.org/biblioteka-associacii/> (Accessed 12 October 2022).
7. Signaly' global'ny'x navigacionny'x sistem [Elektronny resurs]. – URL: <https://habr.com/ru/post/680304/> (Accessed 12 October 2022).
8. Makarenko S.I. Protivodejstvie bespilotny'm letatel'ny'm apparatam: Monografiya. Sankt-Peterburg, Naukoemkie tehnologii Publ., 2020, 204 p.
9. Reshetnikov V.N., Savilkin S.B., Sukhov A.V. Monitoring chastotnogo resursa geostacionarny'x sputnikov-retranslyatorov s ispol'zovaniem e'ntropii pokry'tiya. Programmny'e produkty' i sistemy, 2017, no. 1, pp. 119–123.
10. Sukhov A.V. Ocenka informacionnogo resursa radionavigacionny'x stancij v usloviyax pomex ot sredstv mobil'noj svyazi. Pravovaya informatika, 2019, no. 1, pp. 36–45.
11. Sukhov A.V. Dynamics of information flows in a control system of a complex technological system. Journal of Computer and Systems Sciences International, 2000, vol. 39, no 4, pp. 592–600.
12. Machixo, I.O., [et al.]. E'ffektivnost' sistemy' voennoj svyazi : ucheb.-metod. Posobie. Minsk, BGUIR Publ., 2017, 102 p.
13. Recommendation ITU-R P.528–3. Propagation curves for aeronautical mobile and radionavigation services using the VHF, UHF and SHF bands. ITU. Geneva, 2013.
14. Recommendation ITU-R P.525–3. Calculation of free-space attenuation. ITU. Geneva, 2016.
15. Recommendation ITU-R P.1546–5. Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3 000 MHz. ITU. Geneva, 2013.
16. Recommendation ITU-R P.452–16. Prediction procedure for the evaluation of interference between stations on the surface of the Earth at frequencies above about 0.1 GHz. ITU. Geneva, 2015.
17. Varakin L.E. Sistemy' svyazi s shumopodobny'mi signalami. Moscow, Radio i svyaz Publ., 1985, 384 p.

# СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ (СИСТЕМ)

**Мистров Л.Е.**, д-р техн. наук, доц., профессор кафедры ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» и Центрального филиала ФГБОУВО «РГУП», гл. спец. ФГБУ «Институт стандартизации»

**Головченко Е.В.**, канд. техн. наук, преподаватель ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

**Перминов Г.В.**, канд. техн. наук, доц. Центрального филиала ФГБОУ ВО «Российский государственный университет правосудия»

*Предлагаются системотехнические основы проектирования сложных технических комплексов (СТК), предназначенных для обеспечения конфликтной устойчивости функционирования организационно-технических систем в условиях конфликта за использование находящихся в сфере их интересов ресурсов. Определен их состав в виде совокупности принципов, категорий (стадии, циклы, этапы, аспекты, уровни), процессов и алгоритма проектирования, обеспечивающие временное и содержательное раскрытие логического процесса информационного проектирования СТК. Показана взаимосвязь процессов и этапов внешнего и внутреннего проектирования СТК. Обоснован обобщенный алгоритм проектирования СТК, обеспечивающий реализацию разработчиком требований технического задания.*

**Ключевые слова:** конкуренция, организационно-техническая система, эффективность, сложный технический комплекс (система), системотехнические основы проектирования, принципы, категории, информационный процесс, стадия, цикл, этап, аспект, уровень, алгоритм проектирования, оптимальный облик.

Современный этап развития конкурентной информационной среды функционирования организационно-технических систем (ОТС) в различных предметных областях характеризуется усложнением причин, содержания и структуры различного типа конфликтов, возникающих в процессе их взаимодействия за использование находящихся в сфере интересов разнообразных ресурсов. Одним из актуальных направлений повышения конфликтной устойчивости функционирования ОТС в этих условиях является разработка сложных технических комплексов (систем) (СТК), предназначенных для повышения до требуемого уровня эффективности применения ОТС на множестве способов конкурентного информационного взаимодействия, как правило, негативного характера.

В общем случае СТК – устройство для решения одной или нескольких функциональных задач, вытекающих из целевого предназначения ОТС, в интересах которой он проектируется и применяется. Технологически траектория проектирования представляет информационный процесс, направленный на реализацию разработчиком технических требований ОТС-заказчика СТК. Основу его проектирования составляет логический переход

от функционального критерия эффективности, сформулированного в техническом задании (ТЗ) заказчика, в общем случае, методом задания эффективности на основе реализации принципа тождества принципа эффективности, к конкретным техническим решениям (характеристикам), детализированных методом задания технических требований.

В многочисленных публикациях по разрешению данной проблемы предлагается множество методов, базирующихся, в основном, на использовании категорий уровней, страт и эшелонов для принятия решений по выбору предпочтительных вариантов СТК [1]. В них, как правило, в основу проектирования СТК положен системный подход, базирующийся на методологии проектирования частей через исследование свойств целого, в отличие от классического подхода, ориентированного на проектирование целого через анализ его частей, выявления многообразных связей, структуры и функций. Необходимость количественного определения свойств и способов применения СТК предполагает его формализованное представление в виде некоторого множества элементов, связанных между собой конкретным набором взаимосвязей по управ-



лению, информационному обеспечению и исполнению. Это позволяет выделить его системоопределяющие составные части – информационную, управляющую и исполнительную подсистемы, являющиеся определяющими и наиболее сложными в технической реализации, и тем самым конкретизировать границы структуры СТК, которая подлежит детальному исследованию при проектировании. Для упрощения и конкретизации применения методов проектирования в [2] предложен апробированный аналитико-имитационный метод проектирования СТК, основанный на использовании принципов и категорий проектирования, позволяющих структурировать и наглядно представить весь процесс проектирования в виде логически обоснованной схемы исследований, начиная с разработки постановки задачи и оканчивая выбором его оптимального варианта. Для раскрытия и расширения его применимости для практического решения конкретных задач проектирования СТК в настоящее время актуальной стала задача разработки системотехнических основ его проектирования, под которыми понимается взаимосвязанная и взаимообусловленная совокупность объединенных целью принципов, категорий, информационных процессов, этапов и алгоритмов проектирования.

## ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКИХ ОСНОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТК

В общем случае проектирование СТК осуществляется методом задания тактико-технических требований (ТТТ) или эффективности исходя из реализации принципа тождества эффекта – оптимальным является  $k^*$ -ый вариант СТК, который обеспечивает при  $C^k$  минимальной стоимости разработки  $W_{mp}^k$  заданную эффективность применения ОТС в конкурентной информационной среде

$$\min_{k \in K} C^k \text{ при } W_{mp}^k = \text{const}$$

при условии выполнения соответствующих требований и ограничений ТЗ заказчика.

При этом метод задания эффективности используется в предположении, что функциональный критерий эффективности СТК не изменяется от начала до окончания процесса его разработки – это позволяет обеспечить требуемую эффективность функционирования СТК на всех этапах проектирования.

В общем случае, проектирование СТК разработчиком начинается с проведения анализа и установления причин невозможности использования существующих образцов комплексов для решения вновь возникающих задач. Основой этого является нахождение существенного фактора (изменение свойств, структуры и способов применения ОТС), определяющего новое качество проектируемого СТК в предположении, что значительная часть системотехнических принципов, реализованных в ранее разработанных СТК, остается применимой и при создании новых его прототипов.

После этого осуществляется выбор функционального показателя эффективности и правила предпочтения, образующих критерий выбора предпочтительного варианта построения СТК по результатам проектирования. Выбор функционального показателя эффективности является первым шагом при обосновании концепции (замысла) проектирования и осуществляется исходя из анализа задач и требований ТЗ заказчика на СТК. Построение СТК основывается на рассмотрении двух видов критериев: функционального (вытекающего из целевого назначения) и физического (измеряемого в процессе проектирования), связанные между собой в виде прямой аналитической зависимости. Функциональный критерий используется как ориентационный для решения задач обеспечения СТК применения целевой ОТС, а физический критерий эффективности – для определения технических характеристик СТК. Он является рабочим аппаратом разработчика при решении многопараметрической задачи оптимизации области достижимости заданной системы ТТТ заказчика (ответственные решения принимаются на его основании).

Проектирование СТК в соответствии с системным анализом осуществляется циклически от достигнутого уровня знаний заказчика (разработчика) о нем, в котором понятие цикла отражает: законченность определенного процесса исследований предполагаемым результатом; повторяемость определенных процессов исследований; наличие передачи системогенетической информации от одного цикла (повторяющийся законченный замкнутый процесс, переводящий цель, замысел в определенный результат) результатов к другому; замкнутость, упорядоченность составных частей процесса, стадий [3]. Цикличность проектирования СТК определяет масштабность времени его разработки исходя из реализации двух категорий времени – колеса и стрелы времени. Сочетание данных категорий отражает существо взаимосвязанных и взаимообусловленных аспектов времени: цикличности и направленности. Сочетание циклического и направленного времени формирует винтовую структуру процесса проектирования СТК, определяющих содержание и структуру метода проектирования в виде взаимосвязанной и взаимообусловленной совокупности принципов и категорий проектирования для установления закономерностей в формировании вариантов его построения. Исходя из этого, процесс проектирования СТК реализуется на основе:

общих, частных и специальных принципов проектирования, представляющих базовые положения и правила, положенные в основу разработки СТК [4];

категорий проектирования, разворачиваемых информационный процесс проектирования во времени (относятся стадии, циклы и этапы проектирования) и детально-содержательному процессу проектирования (относятся

функциональный, структурный и параметрический аспекты проектирования – для обеспечения всестороннего рассмотрения СТК и внешнесистемного и внутрисистемных уровней проектирования – для исследования свойств СТК до нижнего иерархического уровня элементов, той его неделимой части, где заканчивается представление о них) [2]. Взаимосвязь принципов и категорий проектирования СТК приведена на рис. 1.

Обобщенный информационный процесс разработки СТК на всех этапах жизненного цикла (учет категории

системного времени) возможно представить в виде этапов внешнего и внутреннего проектирования, схематично приведенных на рис. 2. Следует отметить, что целью внешнего проектирования является разработка ТТТ к СТК, формулируемых в ТЗ заказчика, а также осуществление контроля их выполнения в процессе разработки. Основу же внутреннего проектирования составляет основная часть работ по разработке СТК, связанная непосредственно с предэскизным, эскизным, техническим проектированием, изготовлением, испытанием опытного образца, серийным производством и эксплуатацией.



Рис. 1. Взаимосвязь принципов и категорий проектирования СТК

Проектирование СТК разработчиком (при переходе к этапу внутреннего проектирования) осуществляется на основе концепции его проектирования, сформулированной из анализа цели применения ОТС или ТТТ ТЗ заказчика, обосновании целевой функции СТК, формулировки функционального критерия эффективности с учетом приведенных в ТЗ предпочтений заказчика, типовых условий применения и пространственно-временных, энергетических, массогабаритных и других ограничений.

Задача проектирования СТК в общем виде формулируется следующим образом.

Пусть определена цель создания СТК. Предполагается, что в его состав могут быть включены управляющие и технические (информационные, исполнительные) подсистемы. При необходимости облик этих подсистем может изменяться (уточняться). Кроме того, для включения в состав СТК возможно формирование и разработка новых подсистем. Требуется определить облик такого СТК, который наилучшим образом соответствует

цели ТЗ заказчика применительно к заданным условиям конкурентной информационной среды и ограничениям.

Математически задачу проектирования СТК можно представить в виде:

$$V^* = \mathop{\text{Arg}} \min_{V \in \{V_d\}} C(V), \\ \{V_d\} = V: W(V, U) \geq W_{\text{тр}}, R(V, U) \square R\},$$

где  $C(V, U)$  – функция затрат на проектирование СТК, минимальное значение которой соответствует представлениям заказчика о его наилучшем варианте  $V^*$ ;  $\{V_d\}$  – множество допустимых вариантов построения СТК  $V_d$ ;  $W(V, U)$  – показатель эффективности решения задачи обеспечения конфликтной устойчивости применения целевой ОТС  $V$  вариантом СТК в  $U$  условиях конкурентной информационной среды;  $W_{\text{тр}}$  – требуемая эффективность решения задач СТК;  $R(V, U)$  – ресурс, потребный для создания  $V$  варианта СТК в  $U$  условиях;  $R$  – заданные ограничения (энергетические, информационные, пространственные, временные и др.) ресурса  $R(V, U)$ , необходимые для создания  $V$  варианта СТК.

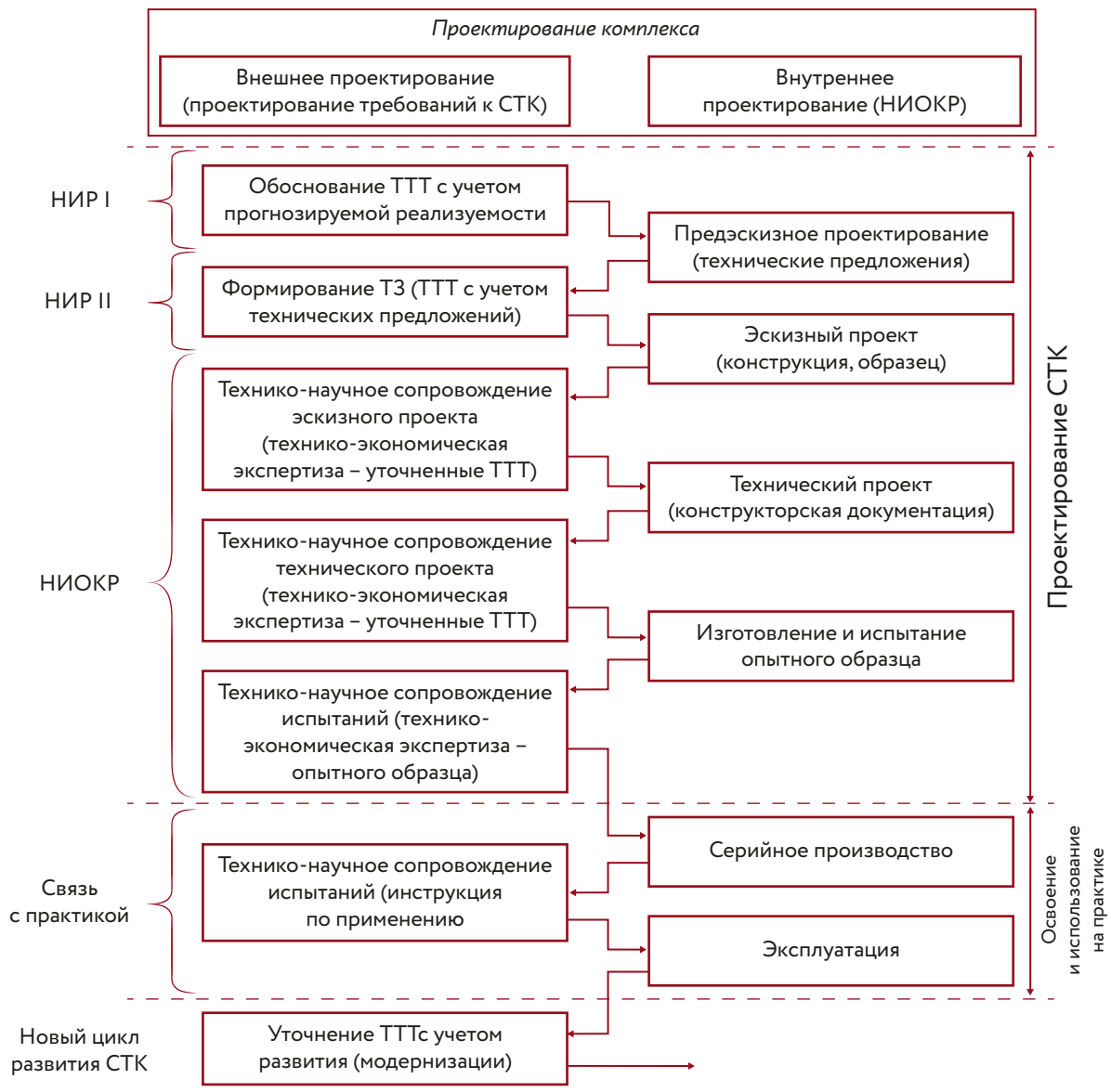


Рис. 2. Взаимосвязь этапов проектирования СТК

## АЛГОРИТМ СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТК

Непосредственно решить задачу проектирования СТК (1) вследствие ее структурной сложности и большой размерности практически невозможно. Основным методом ее решения, как показывает опыт разработки различных систем, является метод иерархической декомпозиции задачи по аспектам, уровням и стадиям синтеза [2].

На основе поставленной задачи проектирования СТК (1) разработчиком с учетом накопленного опыта проектирования СТК генерируется множество возможных альтернативных вариантов его построения. Для каждого варианта построения СТК осуществляется структуризация

функционального критерия эффективности до уровня технических характеристик, обоснование, разработка и формулирование на этой основе физических критериев эффективности, как составных частей (подсистем), так и СТК в целях реализации ТТТ заказчика. После чего для каждого альтернативного варианта составляется функциональное, морфологическое и информационное описание СТК и их согласование во взаимное соответствие с варьируемыми характеристиками.

С помощью логического объединения сформированных описаний разрабатывается единое модельное представление СТК, учитывающее его морфологические (структурное), функциональные и информационные свойства и взаимосвязи для формирования допустимого множества вариантов построения.

Для оценки эффективности функционирования СТК разрабатывается (используется) система методов, моделей и методик, с помощью которых на множестве допустимых вариантов построения производится оценка его качества (эффективности) применительно к определенным в ТЗ заказчика типовым условиям применения.

С использованием определенного функционального критерия эффективности на множестве допустимых вариантов построения СТК находится оптимальный (рациональный) вариант, после чего осуществляется переход к предварительному, эскизному и техническому проектированию СТК. На их основе разработчиком осуществляется непосредственное конструктивное проектирование СТК.

Заключительным этапом проектирования является изготовление, испытание и прием в эксплуатацию СТК при условии выполнения разработчиком требований ТЗ заказчика.

Взаимосвязь процессов проектирования СТК представляется в виде иерархической совокупности итерационных возвратно-поступательных этапов исследований, схематично приведенных на рис. 3.

Алгоритм реализации информационного процесса проектирования СТК основывается на поэтапной реализации процессов и операций с обратной связью для оптимизации решения частных задач, процессов и свойств. Обобщенная схема процесса решения задачи проектирования приведена на рис. 4.

На первом этапе исходя из общих концептуальных представлений о СТК, сформулированных исходя из анализа ТЗ заказчика, осуществляется его структуризация до уровня основных составных частей (подсистем) и выделение главной (по выполняемым функциям) и вспомогательных (обеспечивающих) по значимости функциям подсистем.

На втором этапе формируется множество возможных элементов для построения СТК, уточняется система взглядов, ограничений и условий применения СТК. Это позволяет разработчику сформировать замысел проектирования СТК и сгенерировать множество вариантов его облика в виде состава и взаимосвязей составных частей (подсистем), технических характеристик и порядка функционирования.

На третьем этапе в определенной главной подсистеме фиксируются ее качественные стороны проявленности – функциональный, структурный и параметрический аспекты и в предположении оптимальности функционирования всех остальных подсистем осуществляется ее детальное исследование, начиная с нулевой стадии проектирования.

На четвертом этапе осуществляется структуризация главной подсистемы СТК до уровня элементов и разработка

для каждого уровня соответствующих методов, моделей и методик исследований. Так как функции СТК разделяются на внешние и внутренние, то и функциональный аспект проектирования декомпозируется на внешнесистемный и внутрисистемный. Внешнесистемный аспект проектирования определяет внешние условия применения и ограничения, применительно к которым должен обосновываться облик СТК. Внутрисистемный аспект проектирования направлен на определение внутренних функций СТК в интересах реализации внешних функций по обеспечению конфликтной устойчивости применения ОТС в конкурентной информационной среде на основе оценивания и обоснования свойств его элементов соответствующего уровня. Исследования СТК начинаются с внешнесистемного уровня с последующим переходом на внутрисистемные иерархические нижние уровни.

На пятом этапе поочередно на каждом аспекте (начиная с функционального и заканчивая параметрическим аспектом проектирования) исследуются свойства СТК применительно к определенной главной подсистеме СТК. Процесс осуществляется циклически (при необходимости) и включает один или несколько этапов: постановка задачи на разработку СТК; разработка вариантов облика СТК (его составных частей); оценка эффективности и выбор из альтернативных вариантов СТК (его составных частей) предпочтительного; анализ устойчивости предпочтительного варианта СТК (его составных частей) при изменении слабо формализуемых (не формализуемых) факторов, дополнительно подлежащих учету по согласованию с заказчиком.

На каждом из этапов проектирования СТК осуществляется анализ, поиск и обоснование оптимальных решений на множестве варьируемых параметров типовых условий применения, определенных в ТЗ заказчика, в границах которой достигается определенный уровень обоснованности фиксированной группы свойств и характеристик СТК. После поиска оптимального решения производится переход на первый уровень элементов внутрисистемного уровня СТК и т.д. до нахождения оптимальных решений на всех уровнях.

При необходимости этапы могут циклически повторяться в рамках одного аспекта проектирования.

На шестом этапе после нахождения оптимальных решений по главной подсистеме СТК на множестве рассматриваемых аспектов проектирования производится переход на следующую по важности подсистему и этапы 1–5 повторяются.

На седьмом этапе в результате такого итерационного процесса формируется на  $i$ -ой стадии проектирования вариант СТК, который на основе возвратно-поступательного процесса по стадиям для последовательно улучшаемых свойств завершается получением оптимального варианта.

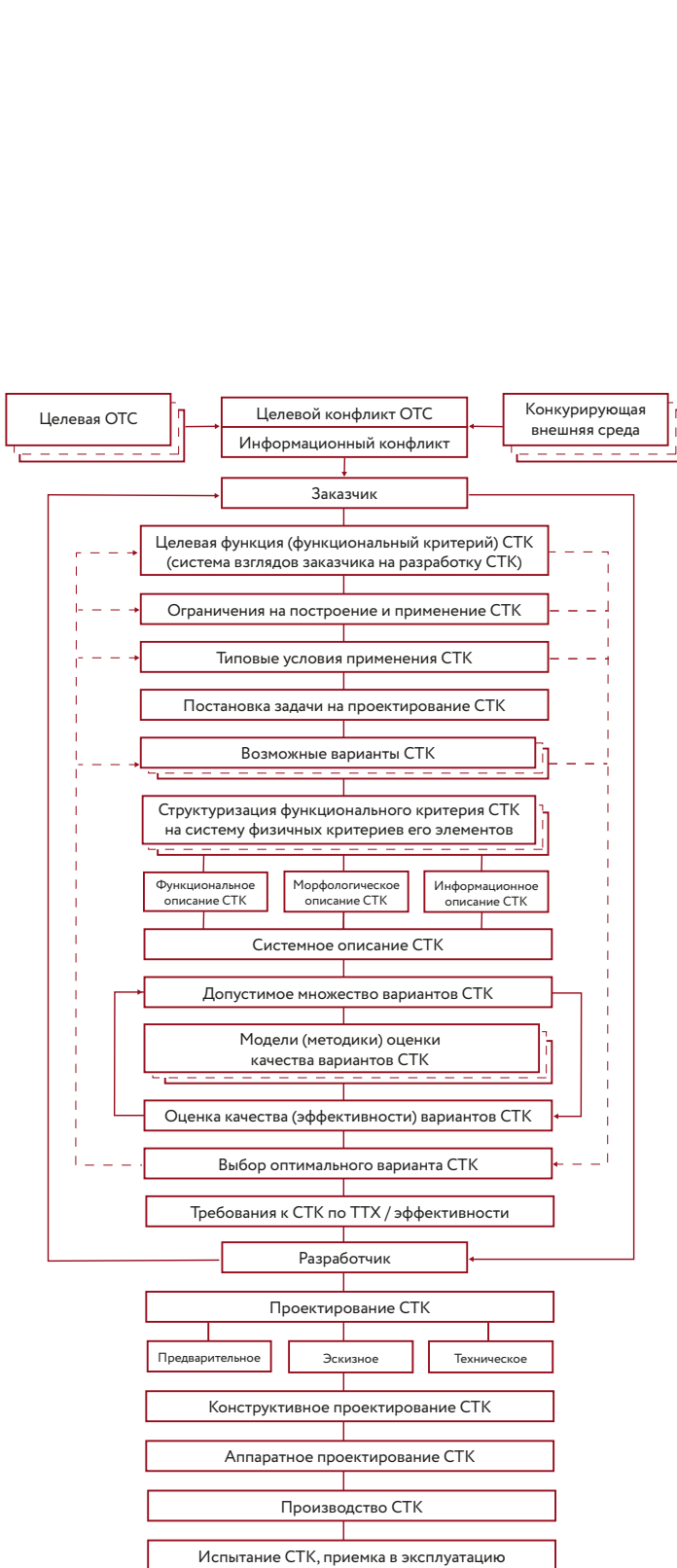


Рис. 3. Взаимосвязь процессов проектирования СТК

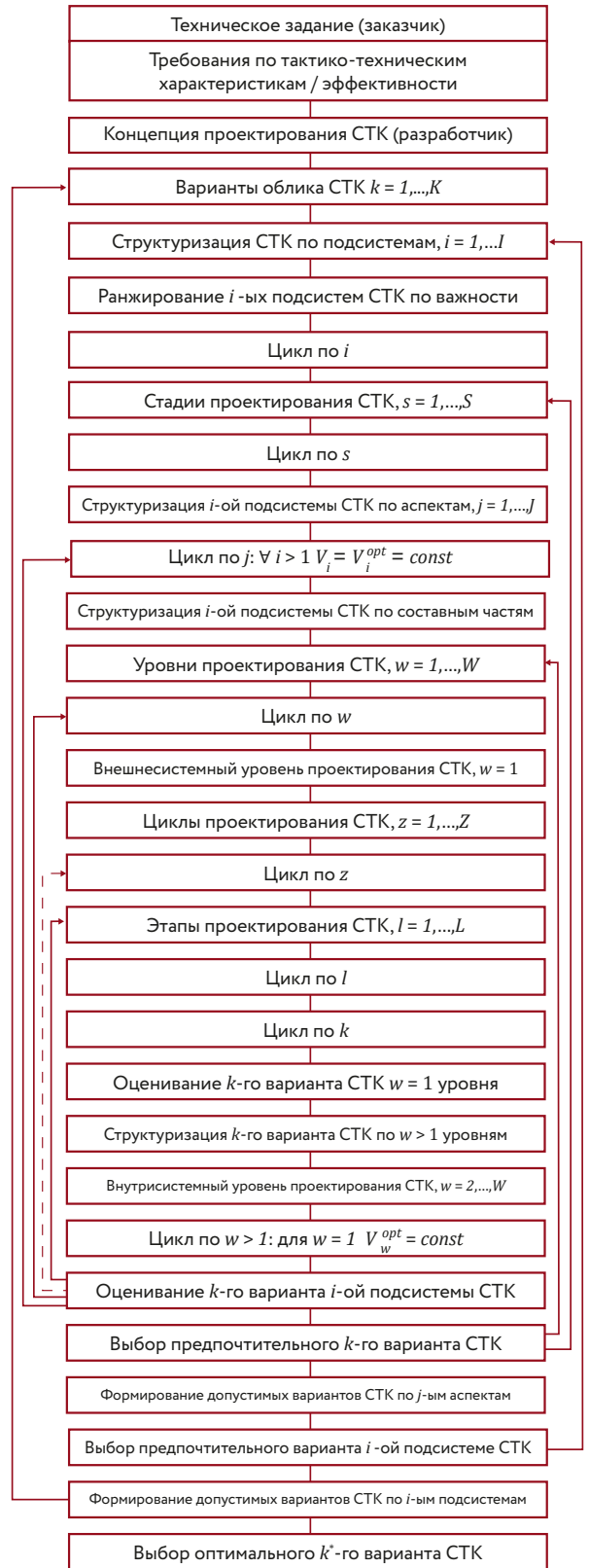


Рис. 4. Алгоритмическое представление процесса решения задачи проектирования СТК

На заключительном этапе, на каждом аспекте проектирования СТК осуществляется оценка качества (эффективности) его вариантов, что позволяет на основе логической операции пересечения вариантов по аспектам – достижимым областям эффективности на множестве генерируемых вариантов построения, сформировать область допустимых по эффективности вариантов решений. Траектория анализа вариантов иерархического построения СТК осуществляется на основе оптимизации по Нэшу функционального критерия эффективности отдельно по отдельным его подсистемам управления, информационного обеспечения и исполнения и выбором оптимального варианта СТК, исходя из условия минимизации стоимости его проектирования с использованием принципа оптимальности по Парето.

Сходимость вариантов СТК в метрическом пространстве характеристик элементов, исходя из принципа сжима-

ющих отображений [5], обеспечивается нахождением точки пересечения множеств его вариантов на внутрисистемных и внешнесистемных уровнях аспектов проектирования. Данная точка характеризует оптимальные технические решения, определяющих рациональный вариант СТК.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные системотехнические основы проектирования СТК позволяют в наглядном виде представить процесс циклического итерационного возвратно-поступательного процесса выполнения этапов проектирования (условно реализующих категорию колесо времени) на основе движения от общих, концептуальных представлений о вариантах облика СТК до необходимой степени детализации его технических характеристик, удовлетворяющих требования ТЗ заказчика.

## Список использованных источников и литературы

1. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара. – М.: Мир, 1973. 344 с.
2. Мистров Л.Е. Основы методологии автоматизированного проектирования организационно-технических систем / Л.Е. Мистров // Автоматизация и современные технологии. 2005. № 6. С. 3–13.
3. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа: учеб. пос. / В.Н. Спицнадель. – СПб, «Издательский дом «Бизнес-пресса», 2000. 208 с.
4. Мистров Л.Е., Мишин А.В., Плотников С.Н. Категории синтеза информационных систем обеспечения конфликтной устойчивости взаимодействия организационно-технических систем / Л.Е. Мистров, А.В. Мишин, С.Н. Плотников // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. 2018. № 4 (4).
5. Натансон И.П. Теория функций вещественной переменной / И.П. Натансон. – М.: Техничко-теоретическая литература, 1957.

## SYSTEM TECHNICAL FOUNDATIONS FOR DESIGNING COMPLEX TECHNICAL COMPLEXES (SYSTEMS)

**Mistrov L.E.**, DScTech, Associate Professor, Professor of the Department of the VUNTS Air Force "VVA named after prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Central Branch of "RGUP", Chief Specialist, FSBI «RSI»

**Golovchenko E.V.**, Ph.D. in Technology, Lecturer of the VUNTS Air Force "VVA named after prof. N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin"

**Perminov G.V.**, Ph.D. in Technology, Associate Professor of the Central branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian State University of Justice"

*Systematic bases for designing complex technical complexes (STK) are proposed to ensure conflict stability of the functioning of organizational and technical systems in a conflict over the use of resources located in the sphere of their interests. Their composition is determined in the form of a set of principles, categories (stages, cycles, stages, aspects, levels), processes and design algorithms that provide temporal and meaningful disclosure of the logical process of information design of the STK. The interrelation of processes and stages of external and internal design of STK is shown. A generalized algorithm for designing the STK is substantiated, which ensures the implementation of the requirements of the technical task by the developer.*

**Keywords:** competition, organizational and technical system, efficiency, complex technical complex (system), system engineering foundations of design, principles, categories, information process, stage, cycle, stage, aspect, level, design algorithm, optimal appearance.

### References

1. Mesarovic M. Theory of hierarchical multilevel systems / M. Mesarovic, D. Mako, I. Takahara. – M.: Mir, 1973. 344 p.
2. Mistrov L.E. Fundamentals of the methodology of computer-aided design of organizational and technical systems / L.E. Mistrov // Automation and modern technologies. 2005. No. 6. – Pp. 3–13.
3. Spitsnadel V.N. Fundamentals of System Analysis: Textbook / V.N. Spitsnadel. – St. Petersburg, Business Press Publishing House, 2000. 208 p.
4. Mistrov L.E., Mishin A.V., Plotnikov S.N. Categories of synthesis of information systems to ensure conflict stability of interaction between organizational and technical systems / L.E. Mistrov, A.V. Mishin, S.N. Plotnikov // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. 2018. No. 4 (4).
5. Natanson I.P. Theory of functions of a real variable / I.P. Natanson. – M.: Technical and theoretical literature, 1957.