

## Онтологии научно-технологического прогнозирования в интересах обеспечения обороны и безопасности государства

А.Л. Афанасьев<sup>1</sup>, С.С. Голубев<sup>1,2</sup>, А.В. Курицын<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГУП «ВНИИ «Центр»», Москва, Россия

<sup>2</sup> Московский политехнический университет, Москва, Россия

### Аннотация

Обоснована актуальность и сформулированы предложения по созданию онтологий научно-технологического прогнозирования в области обороны и безопасности государства на основе методологии построения концептуальных карт. Разработан базовый вариант онтологии, отражающий взаимосвязи основных концептов. Определены основные направления применения онтологий для решения задач программно-целевого развития системы вооружения и оборонно-промышленного комплекса. Визуальный подход к созданию онтологических моделей научно-технологического прогнозирования позволяет участникам формирования прогноза облегчить процесс исследования материала научно-технологического прогнозирования. Разработаны концептуальные карты формирования прогноза в целом, научно-технологического прогноза, прогноза военных технологий, а также показаны области применения онтологии научно-технологического прогноза и рассмотрены вопросы автоматизации формирования прогноза. Новизна представленных результатов заключается в том, что системно описаны онтологии формирования прогноза развития науки и техники в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства, что позволяет устранить неоднозначность взглядов на процессы научно-технологического прогнозирования. Сформированная онтологическая система научно-технологического прогнозирования в области обеспечения обороны страны и безопасности государства расширяет знания специалистов по формированию прогнозов в указанной сфере, позволяет однозначно трактовать понятия, системно подходить к формированию прогнозов, что будет способствовать повышению качества формируемых прогнозов. Прогнозы входят в состав единых исходных данных при формировании государственных программ вооружения и развития оборонно-промышленного комплекса. Авторы полагают, что предлагаемая онтологическая система научно-технологического прогнозирования будет способствовать повышению реализуемости мероприятий и эффективности государственных программ.

**Ключевые слова:** онтология, прогноз, оборона страны, безопасность, наука, техника, технологии.

**Цитирование:** Афанасьев, А.Л. Онтология формирования научно-технологического прогноза в интересах обеспечения обороноспособности и национальной безопасности государства / А.Л. Афанасьев, С.С. Голубев, А.В. Курицын // Онтология проектирования. – 2020. – Т.10, №3(37). – С.393-407. – DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-3-393-407.

### Введение

Обороноспособность и безопасность государства (ОБГ) во многом определяются уровнем развития вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ). Уровень развития ВВСТ зависит от научно-технического уровня существующего и формируемого научно-технического задела, определяемого как совокупность научных и технологических знаний, позволяющих создавать перспективное и нетрадиционное оружие, а также от новизны используемых технологий. Прогнозирование и стратегическое планирование научно-технологического развития оборонно-промышленного комплекса (ОПК) является необходимым условием соответствия научно-технологического задела современным требованиям для создания на основе использования новых и современных технологий перспективного и не-

традиционного оружия, а также конкурентоспособных образцов ВВСТ. Для обоснования результатов прогноза необходимо понимание его сущности, структуры, свойств, закономерностей формирования и валидации результатов. Это обусловлено тем, что научно-технологический прогноз формирует цели и задачи развития науки и технологий для промышленного производства конкретного образца ВВСТ, является важнейшей частью подготовки решения и фактически определяет траекторию развития и научно-технологический задел ВВСТ.

В настоящее время не существует общепринятой методологии формирования прогнозов в области обеспечения ОБГ, отвечающей на основные вопросы о свойствах и особенностях прогнозирования, об источниках формирования прогноза и путях его использования при создании новых изделий, тенденциях его развития и эволюции, его связи с прорывными и критическими технологиями. Отсутствие общей теории научно-технологического прогнозирования (НТП) порождает многообразие взглядов и мнений, несогласованность в вопросах планирования и реализации исследований по созданию новых технологий и перспективных образцов ВВСТ, в вопросах обучения молодых специалистов по НТП.

Неоднозначность и многообразие взглядов и мнений на порядок формирования научно-технологических прогнозов приводят к межведомственной несогласованности, в результате этого уменьшается функциональный и экономический эффект от планирования и реализации работ по созданию новых технологий и образцов ВВСТ, происходит затягивание сроков выпуска новой техники, возрастают экономические потери. Практика показывает, что открытие опытно-конструкторских работ по созданию высокотехнологических образцов ВВСТ с незрелым научно-техническим заделом приводит к увеличению сроков их создания в 1,9 раза, повышению стоимости разработок в среднем на 40%, а стоимости закупок финальных образцов - на 20% [1].

## **1 Постановка цели и задач**

Целью исследования является формирование онтологии НТП в области обеспечения ОБГ, которая позволит наглядно представлять основные концептуальные элементы области НТП в указанной сфере и характер их взаимодействия в условиях многообразия и динамичности потоков информации.

Научно-технические задачи, обуславливающие необходимость разработки онтологии НТП, представлены в таблице 1.

## **2 Методы исследования**

Основой для разработки онтологии НТП послужили публикации по проблемам НТП [2-3], а также онтологические подходы, представленные в работах [4, 5].

Область НТП в целях укрепления ОБГ характеризуется отсутствием нормативно установленных определений, строгой классификации прогнозов. При этом представление прогноза постоянно развивается, что отражается в расширении и изменении понятийной системы. Основы концептуальной модели источников угроз экономической безопасности на национальном уровне и методика анализа рисков и угроз экономической безопасности в социально-экономической системе на основе факторной модели рассмотрены в работах [6, 7]. Специалистам в области формирования прогноза развития науки и техники в интересах обеспечения ОБГ необходим простой и наглядный инструмент для осмысления и понимания понятий указанной предметной области (ПрО), а также для описания взаимоотношений между концептами и классами (подклассами) этой ПрО.

Таблица 1 - Научно-технические задачи, обуславливающие необходимость разработки онтологии НТП

Задачи	Пути решения
Улучшить взаимопонимание специалистов, участвующих в формировании НТП в области укрепления ОБГ	Разработка онтологии НТП в сфере обеспечения ОБГ.
Повысить достоверность прогноза, в том числе путём внедрения машинных методов обработки «больших данных» и неструктурированной информации в области ОБГ.	Внедрение машинных методов обработки «больших данных» в методологию прогноза. Использование для поиска разработанных онтологий прогноза.
Обеспечить учёт сферы ответственности участвующих в формировании прогноза генеральных конструкторов и руководителей приоритетных технологических направлений	Включение в онтологию прогноза и структуру рубрикаторов прогнозной информации атрибуты, учитывающих сферы ответственности институтов генеральных конструкторов и руководителей приоритетных технологических направлений.
Совершенствовать механизмы полноценного использования прогнозной информации в процессе программно-целевого планирования, в том числе в программах ОПК.	Разработка в составе онтологии прогноза перспективных направлений научно-технологического развития ОПК в целях повышения эффективности применения результатов прогноза при формировании базовых критических военных технологий. Создание в защищенных сетях системных сервисов формирования и применения электронных площадок.
Разработать единый подход к организации хранения, обработке и анализу информации о научно-технологическом развитии на уровне государств, включая прогнозы, программные мероприятия, рабочую научно-техническую документацию.	Совершенствование механизмов программной реализации военно-технической политики путём создания единой системы прогнозирования и управления научно-технологическим развитием ОПК.

Для формирования онтологической модели области НТП в целях укрепления ОБГ предлагается использовать концептуальные карты (концепт-карты) [8, 9]. Концепт-карта представляет собой графический инструмент, используемый для представления знаний в виде циклического графа. Вершинами графа являются понятия (концепты), а ребрами - отношения (взаимосвязи) между понятиями. Концепт-карты отражают иерархические связи между понятиями, тем самым раскрывая особенности и специфику ПрО.

Онтологию, основанную на концепт-картах, можно считать формальной онтологией с большой степенью визуализации предмета исследования, по сравнению с другими неформальными моделями.

### 3 Понятие онтологии научно-технологического прогнозирования

Онтология как спецификация концептуализации используется как междисциплинарный инструмент структурирования и визуализации информации в менеджменте, экономике, бизнесе, где имеется необходимость упорядочения информации [9]. Особенностью онтологического подхода является его системность и комплексность к анализу ПрО, что позволяет описать эту область более полно и точно [10, 11]. При этом вид онтологии определяется контекстом и целями использования онтологии.

В структуре онтологической модели НТП в рассматриваемой ПрО предлагается выделить четыре уровня (таблица 2).

Таблица 2 - Уровни онтологической модели НТП в области обеспечения ОБГ

Уровни	Наименование	Описание
1. Онтология представления знаний	Методология создания онтологии с помощью системы концепт-карт	Представляет собой описание метода построения онтологии
2. Онтология верхнего уровня	Онтология прогнозирования	Содержит основные концепты и их взаимосвязи, раскрывающие понятие прогнозирования (вид, срок, качество, полнота и т.д.),
3. Онтология предметной области	Онтология НТП в интересах обеспечения ОБГ	Содержит основные концепты, описывающие прогнозирование для целей обеспечения ОБГ (угрозы, военный эффект, безопасность государства)
4. Прикладные онтологии	Прикладные онтологии в области прогнозирования военных технологий	Представляет собой совокупность онтологий, раскрывающих прикладную область прогнозирования военных технологий (технологии программируемой логической матрицы, технология умных материалов для вооружения, технологии лазерного оружия и др.)

Первый уровень является онтологией представления знаний в виде методологии концепт-карт.

Второй уровень отражает онтологию прогноза в целом. Необходимость этого уровня обусловлена тем, что НТП в рассматриваемой ПрО является подклассом области прогнозирования. Соответствующая методология верхнего уровня используется для построения онтологий различных ПрО прогноза. Она описывает основные понятия в области прогнозирования, такие как вид, срок, качество, полнота прогноза и др.

Третий уровень содержит онтологию ПрО - НТП в области обеспечения ОБГ, являющейся конкретизацией онтологии прогноза в целом.

Четвёртый уровень раскрывает содержание прикладных онтологий, например, прогнозирования военных технологий, критических технологий, промышленных технологий и др.

Стратегическое планирование осуществляется на трёх уровнях: федеральном, уровне субъектов и уровне муниципальных образований [12]. Например, в Российской Федерации в соответствии с Федеральным законом формируются следующие виды прогнозов, представленные на рисунке 1 [13].



Рисунок 1 - Виды прогнозов стратегического планирования

Отечественная система НТП предусматривает разработку прогноза научно-технологического развития Российской Федерации на 15-летний период и прогноза развития науки и техники в интересах обеспечения ОБГ на 15-летний период. Эти прогнозы в целом базируются на единых научно-методических подходах к их составлению.

Концепт-карта формирования прогноза представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 –Концепт-карта формирования прогноза

#### 4 Модель онтологии НТП в интересах обеспечения обороноспособности страны и безопасности государства

Пример концепт-карты формирования прогноза НТП в ПрО ОБГ представлен на рисунке 3. НТП в области обеспечения ОБГ представляет собой сложную структуру, которая включает как абстрактные, обобщающие, так и практические понятия по конкретным путям формирования прогноза. В модели НТП в области укрепления ОБГ выделены четыре основных уровня прогнозов: *разделы, области, направления и объекты прогноза*, способ формирования которых задаётся рубриками.

Структура прогноза включает три *раздела* - это прогнозы развития науки, технологий и техники.

Рубрикаторы научной (технологической, технической) деятельности построены по двух-уровневому иерархическому принципу: первый уровень образуют *области* науки, технологий, техники; второй уровень – по каждой области направления науки, технологий, техники.

*Объектами* прогноза являются научные, технологические, технические достижения и результаты, которые предполагается получить в прогнозный период в рамках обозначенных направлений. Прикладные онтологии четвёртого уровня описывают множество реализаций в виде объектов прогноза. Они содержат специфическую информацию, отражающую основные задачи прогноза.

а) прогнозную информацию в виде текстовых блоков и иллюстративных материалов (таблиц, графиков, диаграмм, рисунков), раскрывающих в соответствии с рубриками направлений развития науки, техники и технологий следующие аспекты:



Онтология НТП в области укрепления ОБГ включает в себя информацию об организации процесса формирования прогноза.

Источниками прогнозной информации являются академические институты, головные отраслевые организации ОПК, генеральные конструкторы по созданию ВВСТ и руководители приоритетных технологических направлений, предприятия ОПК, а также федеральные органы исполнительной власти и государственные корпорации.

Разработанная методология формирования прогноза основывается на комплексном анализе отечественного и зарубежного опыта в данной сфере исследований, широком внедрении машинных методов поиска и обработки больших массивов данных, Интернет-ресурсов и предусматривает использование четырёх групп источников прогнозной информации [14]:

- результатов обработки ретроспективных фактографических данных о развитии науки, техники и технологий;
- результатов реализации федеральных и отраслевых целевых программ по смежным областям прогнозных исследований;
- «фоновых» прогнозных данных на основе контекстного поиска и многомерного анализа Интернет-ресурсов;
- результатов адресного опроса экспертного сообщества, представляющего отраслевые центры компетенций в области науки, техники и технологий.

Для подготовки результатов фактографической обработки ретроспективных данных о развитии науки, техники и технологий производится комплексный анализ по следующим направлениям:

- анализ Интернет-ресурсов и выявление технологических трендов;
- оценка достигнутого уровня развития технологий на основе обобщения данных паспортов предприятий и организаций ОПК страны;
- оценка и прогноз результатов программ научно-технического и технологического развития по данным федеральных органов исполнительной власти;
- оценка текущего состояния фундаментальной науки и подготовки кадров.

При выполнении работ по указанным направлениям используются известные методы научно-технологического прогнозирования: экспертных оценок, математическое моделирование, форсайт, экстраполяции тенденций, цитатно-индексный метод, технологии «Online-Techcast», а также современные методы поиска и обработки прогнозной информации в составе больших массивов данных [14].

Результаты реализации федеральных и отраслевых целевых программ по смежным областям прогнозных исследований включают:

- оценку и прогноз целевых и индикативных показателей основных программ в сфере науки, техники и технологий, имеющих связь с оборонной тематикой;
- прогнозную оценку целевых и индикативных показателей зарубежных программ развития военных технологий;
- прогнозную оценку кадровой обеспеченности отечественной оборонной науки и промышленности.

Исследования и анализ «фоновых» прогнозных данных включают: контекстный поиск, многомерный анализ и верификацию прогнозной информации, содержащейся в Интернет-ресурсах с использованием специализированного программно-технического комплекса.

Результаты адресного опроса экспертного сообщества позволяют создать систематизированное представление прогнозной информации на основе данных от вышеуказанных источников, а также в соответствии с собственным видением, интуицией и прогнозными оценками экспертов. В качестве информационной базы используются:

- прогноз развития фундаментальной науки в интересах ОБГ, подготовленный на основе экспертного опроса специалистов научных учреждений;
- прогноз развития промышленных технологий и кадровой обеспеченности на основе экспертного опроса специалистов организаций промышленности;
- результаты анализа данных прогноза зарубежных источников (Military Critical Technologies List и других) [15];
- прогноз развития науки и техники в интересах ОБГ по данным образовательных организаций высшего образования.

В интересах формирования прогноза рассматриваются два основных сценария социально-экономического развития страны:

*Инновационный сценарий* предполагает догоняющее развитие, точечную модернизацию и локальную технологическую конкурентоспособность. Главным фактором научно-технологического развития останется спрос на новые технологии со стороны базовых отраслей экономики. Продолжится использование мер государственного регулирования управления инновациями. Реализацию инновационного сценария будет ограничивать слабая распространённость практики открытых инноваций и сохранение нормативных и административных барьеров. Научно-техническая политика будет сосредоточена на создании условий для повышения спроса на научные результаты и инновации. Спрос на отечественные технологии преимущественно будет формироваться в соответствии с потребностями обеспечения интересов национальной безопасности и обороны. Финансирование предполагается осуществлять в основном из государственных источников.

*Форсированный сценарий* предполагает технологический рывок, который обеспечит лидерство в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях. Данный вариант характеризуется модернизацией отечественного сектора НИОКР и фундаментальной науки, значительным повышением их эффективности, концентрацией усилий на прорывных научно-технологических направлениях, которые позволят резко расширить применение отечественных разработок и улучшить позиции России на мировом рынке высокотехнологической продукции и услуг. Научно-техническая политика будет иметь более форсированный, опережающий характер. Спектр внедрения новых разработок будет расширяться за счёт процессов диверсификации военного производства. Успешной реализации форсированного сценария будут содействовать стимулирование коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности.

При данном варианте развития техническое и технологическое перевооружение экономики будет определяться ускоренным развитием технологий в промышленности и энергетике, информационных, био- и нанотехнологий, робототехники, искусственного интеллекта, беспилотных летательных аппаратов. Развитие ОПК будет ориентировано на обеспечение технологической независимости Российской Федерации в области производства образцов ВВСТ. Будет осуществляться концентрация ресурсов на перспективных направлениях, производстве высокотехнологической конкурентоспособной продукции военного, двойного и гражданского назначения. Финансирование предполагается осуществлять как из государственных, так и частных источников.

Прогноз во всех случаях должен являться результатом научных исследований, направленных на выявление тенденций и перспектив развития фундаментальных исследований, состава и показателей перспективных военных и промышленных технологий, тактико-технических характеристик основных видов ВВСТ на период до 2035 года с разбивкой по пятилеткам прогнозного периода. При инновационном сценарии развития должны вскрываться «болевые точки», определяющие это развитие.

Верификация результатов прогноза осуществляется при его экспертизе совместно с генеральными конструкторами, руководителями приоритетных технологических направлений и привлекаемыми экспертами.

Решению комплекса задач автоматизации формирования прогноза способствуют инструменты сбора и верификации данных. Одним из таких инструментов является автоматизированная программа сбора данных (АПСД), позволяющая организациям вводить информацию в утверждённые шаблоны форм отчётности (рисунок 4). Её разработка потребовала формирования онтологии научно-технологического прогноза. При этом осуществлялась привязка данных к используемым классификаторам, справочникам и первичная верификация данных.



Рисунок 4 – Организационно-технологическая схема сбора данных на основе применения АПСД Прогноз

Организация сбора информации с использованием АПСД направлена на то, чтобы:

- уменьшить нагрузку на предприятия ОПК в части формирования отчётности;
- гармонизировать формы и сроки представления ведомственной и отраслевой отчётности;
- сократить трудоёмкость заполнения отчётных форм;
- исключить (сократить) ошибки ввода информации за счёт привязки данных к системе классификаторов и автоматизации загрузки данных в информационную систему.

Автоматизация процесса формирования прогноза способствует уменьшению количества неточных решений и ошибок при его реализации, обеспечит целостность и сохранность данных.

Универсальность автоматизированной системы позволяет пользователям настроиться на любую ПрО, в которой необходимо дать многокритериальную оценку соответствия предъявляемым к объекту требованиям:

- реализация научно-методического аппарата формирования прогноза;
- автоматизация процессов сбора, классификации, регистрации, хранения, обработки и оценки прогнозной информации по научно-техническим направлениям;
- автоматизация функций анализа предложений и формирования структуры прогноза;
- автоматизация функций экспертизы предложений и формирования прогноза;
- информационное обеспечение участников процесса НТП;
- информационная поддержка при формировании предложений по структуре прогноза;
- информационная поддержка формирования предложений в проект прогноза развития;
- подготовка промежуточных и выходных документов прогноза.

Результатом внедрения автоматизированной системы является повышение эффективности механизмов формирования, мониторинга и актуализации прогноза, а также уровня координации заинтересованных организаций.

## 5 Модель онтологии прогноза военных технологий

Четвёртый уровень онтологической модели НТП в области обеспечения ОБГ (см. таблицу 2) описывает множество онтологий реализации научно-технических прогнозов по направлениям, областям, рубрикам и объектам прогноза. Они содержат специфическую информацию в виде концептов и отношений, раскрывающих особенности прогнозов по науке, технике, технологиям, конкретным областям и объектам прогноза. В качестве примера можно рассмотреть онтологию прогнозирования военных технологий.

Военные технологии подразделяются на технологии продукции, определяющие облик и конструктивные особенности вооружения, а также производственные технологии, используемые для производства вооружения. К основным концептам военных технологий относят технологии вооружения, технологии производства вооружения, а также наиболее важные для научно-технологического развития и формирования задела базовые военные технологии и критические военные технологии. Они, как правило, группируются в соответствующие перечни и определяют формирование программы базовых военных технологий [16].

Базовые военные технологии делятся на основные и обеспечивающие. Они реализуются в конкретных образцах вооружения, входящих в систему вооружения государства. Среди базовых военных технологий выделяют наиболее важные, которые называют критическими военными технологиями. Эти технологии позволяют решать принципиально новые военно-технические задачи, вносят существенный вклад в прирост тактико-технических характеристик ВВСТ и существенно снижают расходы по эксплуатации военной техники. Базовые военные технологии постоянно совершенствуются и изменяются, поэтому они периодически вносятся в соответствующий перечень, который утверждается Правительством РФ. Прогноз военных технологий определяет их состав и приоритетность [17].

Онтология (концепт-карта) формирования прогноза военных технологий представлена на рисунке 5.

Объект прогноза в части военных технологий представляет собой паспорт, отражающий раздел рубрикатора технологий, наименование, зарубежные аналоги и передовые разработки.

Прогнозная оценка уровня развития технологии осуществляется экспертом по перечню ключевых параметров и характеристик и оценки степени готовности разработки по этапам прогнозного периода данной технологии в России и за рубежом. В прогнозе также указыва-



На основе прогнозов научно-технологического развития страны определяются перспективные направления научно-технологического развития ОПК, которые позволяют формировать перечень базовых критических производственных технологий и составлять технологические дорожные карты развития ОПК.

При разработке прогноза особое внимание уделяется созданию единой системы прогнозирования и управления научно-технологическим развитием ОПК, совершенствованию механизмов программной реализации военно-технической политики.

Предложенная онтология НТП позволит на более высоком системном и понятийном уровне перейти к непрерывному мониторингу отечественных и зарубежных научно-технологических достижений, что позволит создать механизм обратной связи для своевременного реагирования на резкое изменение прогнозного фона.

## Заключение

Сформированная онтологическая система НТП в области обеспечения ОБГ позволяет наглядно представлять основные концептуальные элементы области НТП не только в сфере ОБГ, но и в целом по НТП.

Разработанные онтологические модели НТП расширяют знания в указанной сфере, позволяют специалистам и экспертам, участвующим в формировании научно-технологических прогнозов в области обеспечения ОБГ, однозначно трактовать понятия, системно представлять процессы НТП, создавать качественные прогнозы. Формирование единой онтологической базы НТП будет способствовать улучшению взаимодействия специалистов, экспертов, заинтересованных организаций при разработке прогнозов, а также создаст единую основу для подготовки специалистов в области НТП.

Формирование научно-технологических прогнозов на базе разработанной онтологической системы будет способствовать повышению эффективности разработки и реализации государственных программ в сфере ОБГ.

## Список источников

- [1] **Панков, С.Е.** Создание и внедрение НТЗ в жизненном цикле продукции ОПК / С.Е. Панков // Connect. Мир Информационных технологий. - 2017, № 5-6. - С.12-17.
- [2] **Афанасьев, А.Л.** Методы и инструменты формирования перечня перспективных технологических направлений развития ОПК на основе построения дорожных карт / А.Л. Афанасьев, С.С. Голубев, А.В. Курицын // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. 2018. № 1. С. 6-18.
- [3] **Мышкин, Л.В.** Прогнозирование развития авиационной техники: теория и практика / Л.В. Мышкин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 304 с.
- [4] **Боргест, Н.М.** Онтологии проектирования от Витрувия до Виттиха / Н.М. Боргест // Онтология проектирования. – 2018. – Т. 8, № 4. – С. 487-522. – DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-4-487-522.
- [5] **Добров, Б.В.** Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения / Б.В. Добров, В.В. Иванов, В.Д. Соловьев, Н.В. Лукашевич. – М.: Интернет-Университет ИТ; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 173 с.
- [6] **Трошин, Д.В.** Основы концептуальной модели источников угроз экономической безопасности на национальном уровне / Д.В. Трошин // Онтология проектирования. – 2017. – Т.7, №4(26). - С. 410-422. – DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-4-410-422.
- [7] **Трошин, Д.В.** Методика анализа рисков и угроз экономической безопасности в социально-экономической системе на основе факторной модели / Д.В. Трошин // Онтология проектирования. – 2019. – Т.9, №2(32). – С.239-252. – DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-2-239-252.
- [8] **Гаврилова, Т.А.** Визуально-аналитическое мышление и интеллект-карты в онтологическом инжиниринге / Т.А. Гаврилова, Э.В. Страхович // Онтология проектирования. – 2020. – Т. 10, №1(35). - С.87-99. – DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-1-87-99

- [9] **Otero-Cerdeira, L.** Ontology matching: A literature review / Otero-Cerdeira, Lorena, Francisco J. Rodríguez Martínez, Alma Gómez-Rodríguez. // *Expert Systems with Applications*. – 2015. – 42(2). – P.949-971. – DOI: 10.1016/j.eswa.2014.08.032.
- [10] **Ахмадеева, И.Р.** Сбор онтологической информации для интеллектуальных научных Интернет-ресурсов / И.Р. Ахмадеева, О.И. Боровикова, Ю.А. Загорюлько, Е.А. Сидорова // *Системная информатика*. — 2014. — № 3. — С.13-23. – DOI: 10.31144/si.2307-6410.2014.n3.p13-23.
- [11] **Боргест, Н.М.** Стратегии интеллекта и его онтологии: попытка разобраться / Н.М. Боргест // *Онтология проектирования*. – 2019. – Т. 9, №4 (34). – С.407-428. – DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-4-407-428.
- [12] **Белов, М.В.** Структура методологии комплексной деятельности / М.В. Белов, Д.А. Новиков // *Онтология проектирования*. – 2017. – Т.7, №4(26). – С.366-387. – DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-4-366-387
- [13] Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28 июня 2014 г. N 172-ФЗ.
- [14] **Голубев, С.С.** Методология научно-технологического прогнозирования Российской Федерации в современных условиях / С.С. Голубев, С.С. Чеботарев, А.М. Чибинев, Р.М. Юсупов. М.: Креативная экономика, 2018. DOI: 10.18334/9785912922244.
- [15] The Militarily Critical Technologies List (MCTL), Security Awareness Bulletin, Number 2-95. Richmond, VA: Department of Defense Security Institute. - [https://www.wrc.noaa.gov/wrso/security\\_guide/mctl.htm](https://www.wrc.noaa.gov/wrso/security_guide/mctl.htm).
- [16] **Ивлев, А.А.** Онтология военных технологий: основы, структура, визуализация и применение (1 часть) / А.А. Ивлев, Б.В. Артеменко // *Вооружение и экономика*, № 4 (16), 2011. – С.35-53.
- [17] **Борисов, Ю.** Особый задел / Ю. Борисов, О. Фаличев // *Военно-промышленный курьер*, № 9 (673) 8 марта 2017 года. - <https://www.vpk-news.ru/articles/35468>.

## Сведения об авторах



**Афанасьев Александр Леонидович**, 1966 г. рождения. Окончил Минское высшее инженерное зенитное ракетное училище ПВО (1988), Тверской государственный университет (2006), к.т.н. (2008). Руководитель Центра прогнозирования развития науки, техники и технологий ФГУП ВНИИ «Центр». В списке научных трудов более 100 работ в области научно-технологического развития и прогнозирования. AuthorID (РИНЦ): 676210. [afal69@mail.ru](mailto:afal69@mail.ru).

**Голубев Сергей Сергеевич**, 1956 г. рождения. Окончил Московский авиационный институт им. Серго Орджоникидзе (1979), д.э.н.(1996), профессор. Начальник отдела Центра прогнозирования развития науки, техники и технологий ФГУП ВНИИ «Центр», профессор кафедры «Экономика про-



изводства» Московского политехнического университета. Член редколлегии журнала «Научный вестник ОПК» ФГУП ВНИИ «Центр». В списке научных трудов более 120 работ в области управления производством, прогнозирования, компьютерного моделирования сложных систем, создания интеллектуальных систем поддержки принятия решений в технологических и организационных сферах. AuthorID (РИНЦ): 687849. Author ID (Scopus): 57194392281; Researcher ID (WoS): AAT-1089-2020. [sergei.golubev56@mail.ru](mailto:sergei.golubev56@mail.ru).



**Курицын Александр Викторович**, 1988 г. рождения. Окончил Московский государственный университет инженерной экологии (2012). Ведущий научный сотрудник Центра прогнозирования ФГУП «ВНИИ «Центр». В списке научных трудов более 10 работ в области машиностроения, прогнозирования. AuthorID (РИНЦ): 1053925. [jazz-monster@rambler.ru](mailto:jazz-monster@rambler.ru).

Поступила в редакцию 27.07.2020, после рецензирования 14.09.2020. Принята к публикации 21.09.2020.

## Ontologies of scientific and technological forecasting in the interests of ensuring the defense and security of the state

A.L. Afanasiev<sup>1</sup>, S. S. Golubev<sup>1,2</sup>, A.V. Kuritsyn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal state unitary enterprise «All-Russia scientific and research institute «Center», Moscow, Russia

<sup>2</sup>Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia

### Abstract

The relevance is substantiated and proposals for the creation of ontologies for scientific and technological forecasting in the field of defense and state security are formulated based on the methodology for constructing conceptual maps. A basic version of the ontology has been developed, reflecting the interrelationships of the main concepts. The main directions of using ontologies for solving the problems of program-targeted development of the weapons system and the military-industrial complex of the Russian Federation are determined. A visual approach to the creation of ontological models of scientific and technological forecasting allows participants in the formation of a forecast to facilitate the process of researching the material of scientific and technological forecasting. The conceptual maps of formation of general forecast, scientific and technological forecast, forecast of military technologies are developed, as well as the areas of application of the ontology of scientific and technological forecast are shown and the issues of automation of forecast formation are considered. The novelty of the presented results lies in a systematic and comprehensive description of the ontology of the formation of a forecast for the development of science and technology in the interests of ensuring the country's defense and state security, which allows eliminating the ambiguity of views on the processes of scientific and technological forecasting. The formed ontological system expands the knowledge of specialists in the formation of forecasts in this area, allows them to unambiguously interpret the concepts, comprehensively and systematically approach the formation of forecasts, which will contribute to improving the quality of the forecasts being generated. Forecasts are part of the unified initial data in the formation of state programs for armament and the development of the military-industrial complex. Authors believe that the proposed ontological system of scientific and technological forecasting will contribute to increasing the feasibility of measures and the effectiveness of state programs.

**Key words:** *ontology, forecast, national defense, security, science, technology.*

**Citation:** Afanasiev AL, Golubev SS, Kuritsyn AV. Ontologies of scientific and technological forecasting in the interests of ensuring the defense and security of the state [In Russian]. *Ontology of designing*. 2020; 10(3): 393-407. DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-3-393-407.

### List of figures and tables

Table 1 - Scientific and technical problems, necessitating the development of an ontology for scientific and technological forecasting

Table 2 - Levels of the ontological model of scientific and technological forecasting in the field of ensuring the country's defense and state security

Figure 1 - Types of strategic planning forecasts

Figure 2 - Conceptual map of forecasting

Figure 3 - Conceptual map of the formation of a scientific and technological forecast

Figure 4 - Organizational and technological scheme of data collection based on the use of APSD Forecast

Figure 5 - Conceptual map of the formation of a scientific and technological forecast of military technologies

### References

- [1] Pankov SE. Creation and implementation of scientific and technical groundwork in the life cycle of defense industry products [In Russian]. *Connect. World of Information Technology*. 2017; 5-6: 12-17.
- [2] Afanasyev AL, Golubev SS, Kuritsyn AV. Methods and tools for forming a list of promising technological directions for the development of the defense industry based on road maps construction [In Russian]. *Scientific Bulletin of the military-industrial complex of Russia*. 2018; 1: 6-18.
- [3] Myshkin LV. Forecasting of the aviation technology development: theory and practice [In Russian]. Moscow. FIZMATLIT, 2006. 304 p.

- [4] **Borgest NM**. Ontologies of designing from Vitruvius to Vittikh [In Russian]. *Ontology of designing*. 2018; 8(4): 487-522. DOI: 10.18287/2223-9537-2018-8-4-487-522.
- [5] **Dobrov BV, Ivanov VV, Solovyov VD, Lukashovich NV**. Ontologies and thesauruses: models, tools, applications [In Russian]. Moscow: Internet University of IT; BINOM. Laboratory of knowledge, 2009. 173 p.
- [6] **Troshin DV**. Foundations of a conceptual model of economic security threat sources at the national level [In Russian]. *Ontology of designing*. 2017; 7(4): 410-422. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-4-410-422.
- [7] **Troshin DV**. Methodology of risk and threats analysis of economic security of the social and economic system on the basis of factorial model [In Russian]. *Ontology of designing*. 2019; 9(2): 239-252. DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-2-239-252.
- [8] **Gavrilova TA, Strakhovich EV**. Visual analytical thinking and mind maps for ontology engineering [In Russian]. *Ontology of designing*. 2020; 10(1): 87-99. DOI: 10.18287/2223-9537-2020-10-1-87-99.
- [9] **Otero-Cerdeira L, Rodríguez Martínez FJ, Gómez-Rodríguez A**. Ontology matching: A literature review. *Expert Systems with Applications*. 2015; 42(2): 949-971. DOI: 10.1016/j.eswa.2014.08.032.
- [10] **Akhmadeeva IR, Borovikova OI, Zagorulko YuA, Sidorova EA**. Collection of ontological information for intellectual scientific Internet resources [In Russian]. *System Informatics*. 2014; 3: 13-23. DOI: 10.31144/si.2307-6410.2014.n3.p13-23.
- [11] **Borgest NM**. Strategies of intelligence and its ontology: an attempt to understand [In Russian]. *Ontology of designing*. 2019; 9(4): 407-428. DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-4-407-428.
- [12] **Belov MV, Novikov DA**. Structure of methodology of complex activity [In Russian]. *Ontology of designing*. 2017; 7(4): 366-387. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-4-366-387.
- [13] Federal law «On strategic planning in the Russian Federation», June 28, 2014 N 172-FZ.
- [14] **Golubev SS, Chebotarev SS, Chibinev AM, Yusupov RM**. Methodology of scientific and technological forecasting of the Russian Federation in modern conditions [In Russian]. M.: Creative economy, 2018. DOI: 10.18334/9785912922244.
- [15] The Militarily Critical Technologies List (MCTL), Security Awareness Bulletin, Number 2-95. Richmond, VA: Department of Defense Security Institute. [https://www.wrc.noaa.gov/wrso/security\\_guide/mctl.htm](https://www.wrc.noaa.gov/wrso/security_guide/mctl.htm).
- [16] **Ivlev AA, Artemenko BV**. Ontology of military technologies: fundamentals, structure, visualization and application (1 part) [In Russian]. *Armament and economy*, 2011; 4(16): 35-53.
- [17] **Borisov Yu, Falichev O**. Special reserve [In Russian]. *Military-industrial courier*, No. 9 (673) March 8, 2017. <https://www.vpk-news.ru/articles/35468>.

## About the authors

**Aleksander Afanasiev** (b. 1966). Graduated from the Minsk higher engineering anti-aircraft missile school of air defense in 1988, Tver state University in 2006, Ph.D. (2008). Head of "Center", a forecasting center of the development of science, technology and technology. The list of scientific works includes more than 100 works in the field of scientific and technological development and forecasting. AuthorID (RSCI): 676210. [afal69@mail.ru](mailto:afal69@mail.ru).

**Sergey Golubev** (b. 1956). Graduated from the Moscow aviation Institute. Sergo Ordzhonikidze in 1979, doctor of Economics (1996), Professor. Head of a department in "Centre", a forecasting center of the development of science, technology and technology, Professor at Moscow Polytechnic University. Member of the editorial Board of the journal "Scientific Bulletin of the defense industry" published by "Center". The list of scientific papers includes more than 120 works in the field of production management, forecasting, computer modeling of complex systems, creation of intelligent decision support systems in the technological and organizational spheres. AuthorID (RSCI): 687849. Author ID (Scopus): 57194392881; Researcher ID (WoS): AAT-1089-2020. [sergei.golubev56@mail.ru](mailto:sergei.golubev56@mail.ru).

**Aleksander Kurisyn** (b. 1988). Graduated from the Moscow State University of Environmental Engineering in 2012, PhD student. The list of scientific papers includes more than 10 works in the engineering, forecasting. AuthorID (RSCI): 1053925. [jazz-monster@rambler.ru](mailto:jazz-monster@rambler.ru).

Received July 27, 2020. Revised September 14, 2020. Accepted September 21, 2020.