

УДК 355/359

© В. Л. Лясковский, С. С. Смирнов, Р. В. Реулов, 2014
46 ЦНИИ Министерства обороны Российской Федерации, Москва
L_vic_L@mail.ru

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБОСНОВАНИЮ РАЦИОНАЛЬНОГО ТЕМАТИЧЕСКОГО ПЕРЕЧНЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ ВМФ РОССИИ

Инновационное развитие Военно-Морского Флота невозможно без получения и использования новых научных знаний при модернизации существующих и создании перспективных систем и образцов морского вооружения. Инновационный потенциал для решения задачи развития техники ВМФ может быть получен в ходе проведения фундаментальных и поисковых исследований (ФПИ), при выполнении которых и зарождаются передовые научные знания. Поэтому определение и обоснование перечня (портфеля) перспективных ФПИ, сформированных на основе последних научных достижений, в условиях объективно существующих ресурсных ограничений является одной из важнейших задач органов государственного и военного управления.

Ключевые слова: фундаментальные и поисковые исследования, портфель исследований, техника ВМФ.

Анализ существующих подходов и методов выбора портфеля ФПИ. В настоящее время в России вопросам обоснования, оценки и выполнения перспективных ФПИ уделяется недостаточное внимание. Данный факт негативно сказался на отечественном технологическом (в том числе оборонном) комплексе, вследствие чего он стал больше ориентироваться на заимствование зарубежных технологий (причем технологий «позавчерашнего дня»), а не на результаты собственных инноваций [1].

Как показывает опыт наиболее развитых стран, и в особенности США, без соответствующего научного задела, создаваемого в рамках ФПИ, невозможно достичь высокой эффективности проведения прикладных исследований, технических и технологических разработок. Именно новые знания о явлениях, эффектах, законах и закономерностях, имеющих прикладное значение, полученные в ходе проведения ФПИ, составляют основу для проведения прикладных разработок по созданию принципиально новых технологий и технических решений, используемых при разработке ВВСТ. Во всех развитых странах мира процесс создания научного задела, служащего базой для новых разработок и являющегося неперенным условием успешного развития ВВСТ, регулируется государством и подвержен государственному планированию. Однако проведение широкомасштабных исследований по всем научным областям не могут позволить себе даже самые развитые страны мира.

Анализ существующей научно-технической литературы в данной области [2, 3] показывает, что существующие подходы к формированию портфеля научно-исследовательских работ построены, в основном, на анализе мировых и отечественных тенденций научного развития. Данный подход соответствует общепринятой линейной модели инновационного технологического развития — «научно-технологический толчок», в которой исходной точкой являются возможности и перспективы развития науки и технологий (модель развития «снизу вверх»).

В рамках этой модели, как правило, возникают действительно революционные идеи, на основе которых возможно создание прорывных технологий и принципиально новых ВВСТ. «Платой» за радикальные инновации является низкая частота их появления и высокий риск неполучения значимых результатов. Использование указанного подхода к формированию портфеля ФПИ является обоснованным только при объеме финансовых ресурсов, достаточных для проведения широкомасштабных научных исследований (т. е. постановки всего возможного перечня ФПИ без учета рисков и ресурсных ограничений).

Второй общепризнанной моделью инновационного технологического развития является «рыночная тяга» [2], в которой исходной точкой для развития инноваций являются перспективные технические и технологические потребности (модель развития «сверху вниз»). Эта модель успешно согласуется с программно-целевым подходом к созданию ВВСТ. Основным ее недостатком является предположение о том, что обязательно найдется решение любой проблемы при наличии спроса [2].

Кроме того, в отечественной и зарубежной литературе [2—9] описано достаточно большое множество всем известных и широко используемых подходов к оценке и обоснованию программ (портфелей) инновационных исследований в интересах создания перспективной высокотехнологичной техники, товаров и услуг.

В то же время, приведенные научно-методические подходы и методы не позволяют решать задачу комплексной оценки и выбора портфеля ФПИ в условиях наличия ограничений на сроки и стоимость проведения ФПИ, а также на риски их реализации.

Общая постановка задачи. При формулировании общей постановки задачи выбора портфеля ФПИ в условиях ресурсных ограничений отметим значительную общность и, как следствие, некоторую нестрогость постановки, что определяется значительным многообразием существующих и перспективных образцов техники ВМФ, а также большим количеством возможных ФПИ, которые могут быть заданы в интересах создания перспективных (модернизации существующих) морского вооружения.

Задача выбора портфеля ФПИ в интересах разработки перспективной техники Военно-Морского Флота в условиях ресурсных ограничений в общем виде может быть сформулирована следующим образом.

На основе исходных данных по реализованным и выполняющимся ФПИ в нашей стране и за рубежом, потребностям по созданию перспективных (модернизации существующих) образцов вооружения ВМФ, допустимым рискам при реализации ФПИ и срокам их реализации и др. необходимо сформировать портфель ФПИ, включающий перечень перспективных ФПИ, в котором для каждого ФПИ должны быть приведены:

- результаты, которые планируется получить в ходе выполнения ФПИ;
- возможные области применения результатов ФПИ при создании новых военных технологий (ВТ), создании перспективных (модернизации существующих) образцов вооружения ВМФ, а также оценку прогнозируемого научно-технического эффекта от реализации результатов ФПИ;
- научный уровень ожидаемых результатов ФПИ по сравнению с зарубежным;
- прогнозные оценки стоимости выполнения ФПИ;
- ожидаемые сроки разработки ВТ, создания перспективных (модернизации существующих) образцов вооружения ВМФ на основе результатов ФПИ;
- наименование и характеристика организации, имеющей научный задел по соответствующей тематике ФПИ.

В основу предлагаемого подхода положена идея учета как потребностей разработчиков перспективной техники ВМФ в новых научных знаниях и инновациях, так и определения научных «зерен роста», на базе которых в будущем будут создаваться принципиально новые образцы вооружения ВМФ (будет проведена «глубокая» модернизация существующих ВВСТ). Причем в зависимости от вариантов выделяемых ресурсов спо-

собы формирования исходной совокупности перспективных (приоритетных) ФПИ и их отбора также могут быть различны:

— «минимально-необходимый» вариант, при котором в состав перспективных (приоритетных) ФПИ включаются исследования с краткосрочной реализацией, направленные на обеспечение научным заделом заранее определенного перечня перспективных (модернизируемых) образцов ВВСТ;

— «революционный» вариант, предусматривающий проведение только высокорисковых ФПИ с долгосрочной перспективой реализации в перспективных (модернизируемых) образцах ВВСТ;

— «рациональный» вариант, предусматривающий сочетание ФПИ с краткосрочной реализацией и высокорисковых ФПИ с долгосрочной перспективой реализации в перспективных (модернизируемых) образцах ВВСТ;

— потребный вариант, при котором в состав перспективных (приоритетных) ФПИ включается все исходное множество ФПИ как в интересах создания (модернизации) ВВСТ, планируемых в очередном программном цикле (с краткосрочной реализацией), так и прорывные высокорисковые ФПИ с долгосрочной перспективой реализации в перспективных (модернизируемых) образцах ВВСТ.

Сущность оценки основных параметров перечня перспективных ФПИ. Одной из важнейших задач, предшествующей непосредственно этапу выбора портфеля ФПИ в интересах разработки перспективной техники Военно-Морского Флота в условиях ресурсных ограничений, является организация сбора исходного (предварительного) перечня ФПИ.

Для организации сбора информации по ФПИ должен быть проведен широкий опрос всех возможных (потенциальных) субъектов разработки и внедрения инноваций (научно-исследовательские организации Минобороны России, учреждения РАН и высшей школы, организации оборонно-промышленного комплекса (ОПК), являющихся потенциальными разработчиками перспективных (модернизации существующих) систем и образцов ВВСТ ВМФ, а также отдельных высококвалифицированных специалистов, занимающихся оборонной тематикой).

Основные параметры, характеризующие каждое ФПИ:

- оценка научно-технического влияния ФПИ на развитие техники ВМФ;
- оценка рисков и угроз при выполнении и реализации результатов ФПИ;
- оценка прогнозируемых стоимости и сроков выполнения ФПИ.

С учетом существенной разноплановости ФПИ, отсутствия достоверных методов определения указанных выше параметров, для их оценки предлагается использовать метод экспертного опроса.

Правильный выбор квалифицированных специалистов для оценки предложений по ФПИ очень важен, так как качество назначаемых ими оценок в значительной степени определяет качество итогового портфеля ФПИ.

В [9] приведена методика, позволяющая проводить комплексную количественную оценку компетентности экспертов в процессе формировании предложений в проекты программных документов с учетом квалификации эксперта (наличия ученой степени, ученого звания, регистрации эксперта в федеральном реестре экспертов), а также степени его аргументации в оцениваемой научно-технической сфере (включая опыт работы в рассматриваемой научно-технической сфере, обобщение результатов отечественных достижений в рассматриваемой научно-технической сфере, обобщение результатов зарубежных достижений, личное знакомство эксперта с состоянием дел в рассматриваемой научно-технической сфере, интуицию эксперта). Данная методика может быть применена для оценки основных параметров ФПИ.

Для оценки окончательного перечня ФПИ предлагается использовать вербально-числовую шкалу, приведенную в таблице.

Вербально-числовая шкала для оценки параметров ФПИ

Критерий	Вербально-числовая шкала
I Потенциал применения результатов ФПИ	
1. Возможность использования результатов ФПИ в нескольких ФОИВ.	1. Результаты могут использоваться только в интересах одного ФОИВ. 2. — двух ФОИВ. 3. — трех и более ФОИВ.
2. Масштабность применения результатов ФПИ в интересах развития ВТ и образцов ВВСТ.	1. Результаты могут использоваться в интересах разработки одной ВТ (образца ВВСТ). 2. — двух-трех ВТ (образцов ВВСТ). 3 — большинства ВТ (образцов ВВСТ).
3. Масштабность междисциплинарного применения.	1. Результаты могут использоваться в рамках одного дисциплинарного (научного) направления. 2 — двух дисциплинарных (научных) направлений. 3 — трех и более дисциплинарных (научных) направлений.
4. Возможность двойного применения результатов ФПИ.	1. Результаты имеют исключительно гражданское применение. 2. Могут использоваться в гражданской сфере, а также в военной сфере при проведении дополнительных исследований. 3. Имеют возможность двойного применения.
II Потенциальная эффективность результатов ФПИ	
1. Возможность повышения технических (тактико-технических) характеристик ВВСТ.	1. Низкая (ТТХ ВВСТ могут быть повышены незначительно). 2. Средняя (ТТХ ВВСТ могут быть повышены существенно). 3. Высокая (ТТХ ВВСТ могут быть повышены в несколько раз).
2. Возможность решения принципиально социально-значимых задач (СЗЗ).	1. Низкая (применение результатов ФПИ не позволяет решать принципиально новые СЗЗ). 2. Средняя (повышает эффективность решения существующих СЗЗ). 3. Высокая (позволяет решать принципиально новые СЗЗ).
3. Уровень развития ФПИ по сравнению с мировым.	1. Отставание от мирового уровня. 2. Соответствие мировому уровню. 3. Опережение мирового уровня.
III Реализуемость результатов ФПИ	
1. Достоверность идеи, положенной в основу результатов ФПИ.	1. Низкая (основана на теоретических предположениях). 2. Средняя (подтверждена расчетами и экспертными заключениями). 3. Выше средней (подтверждена расчетами, экспертизой и результатами моделирования).
2. Новизна идеи (концепции) ФПИ.	1. Идея основана на использовании известных закономерностей, методов и моделей. 2. Усовершенствованных закономерностей, методов и моделей. 3. Новых закономерностей, методов и моделей.
3. Обеспеченность научных организаций лабораторной, экспериментальной и испытательной базами для выполнения ФПИ.	1. Низкая (лабораторная, экспериментальная и испытательная база отсутствует). 2. Средняя (отвечает 50 % предъявляемых требований). 3. Выше средней (отвечает большинству предъявляемых требований).
4. Кадровая обеспеченность предприятий (организаций) для проведения ФПИ.	1. Низкая (отсутствуют специалисты соответствующей квалификации). 2. Средняя (требуется незначительная переподготовка специалистов). 3. Высокая (не требуется переподготовка специалистов).
5. Потребное время на реализацию результатов ФПИ.	1. Более 4 лет. 2. 2—4 года. 3. До 2 лет.
IV Экономическая эффективность ФПИ	
1. Прогнозная экономическая эффективность реализации результатов ФПИ.	1. Низкая (потребуется существенных финансовых затрат при незначительном повышении ТТХ ВВСТ). 2. Средняя (потребуется определенных финансовых затрат при повышении ТТХ ВВСТ). 3. Высокая (не потребует затрат при значительном повышении ТТХ ВВСТ).
V Оценка стоимости и сроков выполнения ФПИ	
1. Оценка стоимости выполнения ФПИ.	1. Превышает заявленную (более 2 раз). 2. До 2 раз. 3. Соответствует заявленной.
2. Оценка сроков выполнения ФПИ.	1. Превышает заявленный (более 2 раз). 2. До 2 раз. 3. Соответствует заявленному.
VI Оценка рисков выполнения ФПИ	
1. Оценка степени риска выполнения ФПИ.	1. Значительный. 2. Допустимый. 3. Минимальный.

Методика выбора рационального состава ФПИ на основе постановки и решения задачи комбинаторной оптимизации. Как показывает практика, в большинстве случаев отсутствует возможность реализации всех возможных ФПИ. Тогда возникает задача нахождения такого портфеля ФПИ, который содержит рациональный состав работ с учетом полученных на предыдущем этапе оценок. При этом, постановку задачи будем формулировать в виде максимизации значения целевой функции, комплексно учитывающей оценки научно-технического влияния ФПИ на развитие техники ВМФ, рисков и угроз при выполнении и реализации результатов ФПИ при ограничениях на допустимые риски их реализации, допустимый объем финансовых средств на реализацию ФПИ, а также допустимые сроки их реализации.

Фактически требуется определить множество ФПИ, выполнение которых позволит обеспечить максимальный вклад в развитие вооружения ВМФ (в т. ч. создание принципиально новых образцов ВВСТ, совершенствование существующих образцов ВВСТ, развитие новых военных технологий для обеспечения перспективных ВВСТ) в условиях ресурсных ограничений. В качестве исходных данных методики используются:

- оценки научно-технического влияния ФПИ на развитие СОТ;
- оценки рисков и угроз при выполнении и реализации результатов ФПИ;
- оценки прогнозируемой стоимости выполнения ФПИ;
- оценки прогнозируемых сроков выполнения ФПИ;
- допустимые риски при реализации ФПИ;
- допустимый объем финансовых средств на реализацию ФПИ;
- допустимые сроки реализации ФПИ.

Показатель оценки научно-технического влияния ФПИ на развитие техники ВМФ может быть получен как свертка оценок экспертов по группам I—IV из таблицы. Один из подходов к расчету обобщенного показателя оценки научно-технического влияния ФПИ на развитие техники ВМФ приведен в [5].

Выходными данными методики является портфель ФПИ, который содержит рациональную совокупность ФПИ, предлагаемую для выполнения в предстоящем программном периоде.

С математической точки зрения задача формирования портфеля ФПИ относится к области комбинаторной оптимизации (классическая задача «о ранце») и формулируется следующим образом.

Имеем исходный перечень ФПИ $X_{\text{полн}} = \{x_i\}$, $i = \overline{1, k}$, каждое из которых описывается следующими параметрами: стоимостью выполнения ФПИ $C = \{c_i\}$; сроками выполнения ФПИ $T = \{t_i\}$; рисками выполнения ФПИ $P = \{p_i\}$; показателем оценки научно-технического влияния ФПИ на развитие ВВСТ $W = \{w_i\}$.

На выполнение ФПИ планируется выделение ограниченного объема денежных средств в размере $C_{\text{зад}}$, сроки выполнения ФПИ не должны превышать заранее допустимые $T_{\text{зад}}$, риски выполнения ФПИ не должны превышать заранее допустимые $P_{\text{зад}}$.

При этом будем считать, что существует возможность реализации всех ФПИ в параллельном режиме (либо различными учреждениями и организациями, либо различными коллективами разработчиков в составе одного учреждения, организации).

Требуется найти такой портфель ФПИ, который содержит рациональную совокупность ФПИ, определяемую $(0,1)$ -вектором $X^* = \{x_i^*\}$, выполнение которых позволит максимизировать суммарный вклад в развитие ВВСТ в условиях ресурсных ограничений:

$$X^* = \arg \max_{X_{\text{полн}}} \sum_{i=1}^k w_i p_i x_i \quad ;$$

при ограничениях $\sum_{i=1}^k c_i x_i \leq C_{\text{зад}}$;

для $\forall i \quad t_i x_i \leq T_{\text{зад}}$; для $\forall i \quad p_i x_i \leq P_{\text{зад}}$,

где $x_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-е ФПИ входит в вариант решения;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$

Поставленная задача может быть решена как точными методами (методом полного перебора, методом ветвей и границ, методами отсечений), так и приближенными методами.

Ниже рассмотрим сущность решения задачи методом полного перебора.

Решение задачи методом полного перебора предполагает последовательный расчет целевой функции и ограничений для 2^k возможных вариантов и выбор такого варианта из всех полученных, значение целевой функции для которого максимально, а также и выполняются заданные ограничения. При этом решение задачи методом полного перебора включает следующие шаги.

1. Определение исходного множества ФПИ.
2. Определение показателя оценки научно-технического влияния ФПИ на развитие ВВСТ для исходного множества ФПИ.
3. Генерация возможных альтернатив решения задачи.
4. Расчет целевой функции и ограничений для каждой альтернативы.
5. Запоминание наилучшей альтернативы.
6. Анализ результатов решения.

Недостаток метода — большие временные затраты. Например, при размерности задачи $k = 1000$ необходимо рассматривать $2^{1000} \approx 1.07 \times 10^{301}$ вариантов. При времени оценки для одного варианта равном 0.0001 с время решения поставленной задачи оптимизации оценивается как 1.07×10^{297} с.

Решение задачи подобного типа на основе применения метода ветвей и ряда приближенных методов, а также оценка точностных и временных параметров их реализации приведена в [5].

В заключение данного подраздела отметим, что при оценке показателя научно-технического влияния ФПИ на развитие ВВСТ в общем случае могут использоваться следующие подходы:

- подход, основанный на применении показателей согласованности экспертных оценок (например, на основе проведения многотуровых опросов по методу Дельфи);
- диссенсусный подход, который определяет наибольший рейтинг для тех ФПИ, по которым эксперты высказали полярные точки зрения;
- лексикографический подход, основанный на использовании множества показателей оценки ФПИ с их абсолютной важностью один над другими;
- комбинированные подходы, основанные на комбинировании приведенного в работе и указанных выше подходов.

При этом общая процедура сбора исходного перечня ФПИ, оценки и выбора портфеля ФПИ, описанная в настоящей статье, является неизменной.

Таким образом, в настоящей статье описан новый метод формирования портфеля ФПИ, включающий распределенную целенаправленную генерацию предварительного перечня ФПИ; предварительную оценку наиболее важных свойств ФПИ (новизна, реализуемость и социальная значимость) в интересах выявления дублирующих и неперспективных ФПИ; определение квалификации экспертов на основе оценки его квалификации и степени аргументации по тематике ФПИ; многокритериальную оценку ФПИ в соответ-

ствии с заранее заданной вербально-числовой шкалой в группах высококвалифицированных экспертов по отдельным направлениям ФПИ; определение для каждой ФПИ основных значимых параметров (стоимости, сроков и рисков выполнения ФПИ, показателя оценки научно-технического влияния ФПИ на развитие вооружения ВМФ); выбор рационального состава ФПИ на основе постановки и решения задачи комбинаторной оптимизации.

Литература

1. Корчак В. Ю. Нас просто сомнут // Военно-промышленный курьер. 2013. № 19 (487).
2. Буренок В. М., Ивлев А. А., Корчак В. Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. Тверь: Издательство ООО «Купол», 2009.
3. Корчак В. Ю., Тужиков Е. З., Иванов В. В. Военно-экономическое обоснование планирования научного задела для перспективной оборонной продукции. М.: ООО «Технологии стратегического менеджмента», 2010.
4. Ивлев А. А., Лясковский В. Л., Смирнов С. С., Юрин А. Д. Методический подход к выбору рационального варианта программы развития базовых военных технологий. М.: ЦВНИ МО РФ, 2008.
5. Борисенков И. Л., Смирнов С. С., Лясковский В. Л. Методика выбора рационального состава фундаментальных, прогнозных и поисковых исследований в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства на основе применения унифицированных процедур вербально-числовой оценки и оптимизации // Компетентность. 2013. № 3, 4.
6. Новиков Д. А. Управление проектами: организационные механизмы. М.: ПМСОФТ, 2007.
7. Буренок В. М., Лавринов Г. А., Подольский А. Г. Оценка стоимостных показателей высокотехнологичной продукции. М.: Граница, 2012.
8. Бруммер В., Коннола Т., Сало А. Многообразие в Форсайт-исследованиях, практика отбора инновационных идей // Форсайт. 2010. № 4.
9. Лясковский В. Л., Смирнов С. С., Пронин А. Ю. Методика оценки компетентности экспертов процессе формировании предложений в проекты программных документов // Вооружение и экономика. 2013. № 4.



Статья поступила в редакцию 12.03.2014 г.

V. L. Lyaskovskiy, S. S. Smirnov, R. V. Reulov

Federal Public Office «46 Central Research Institute of Russia Ministry of Defence», Moscow

The Methodic Basis of Rational Thematic List of Fundamental and Exploratory Research for the Forming of the Development Program for the Navy of Russia

The innovative development of the Navy is impossible without new scientific competence in modernization of existing and creation of advanced systems and samples of marine armament. The innovative potential for the development of the technique of the Navy may be obtained as a result of fundamental and exploratory research during which the advanced scientific knowledge arise. Therefore, the definition and justification of the list (portfolio) of promising fundamental and exploratory research formed on the basis of the latest scientific achievements, in terms of objectively existing resource constraints is one of the most important tasks of the bodies of state and military control.

Key words: fundamental and exploratory research, the portfolio of research, the technique of the Navy.